Peeter N. Sarevet, Tõnu Tammist, Margus Raud

AUTOMAALRI

ÕPIK AMETIKOOLIDELE

Tallinn 2014

Peeter N. Sarevet, Tõnu Tammist, Margus Raud

AUTOMAALRI

ÕPIK AMETIKOOLIDELE

Tallinn 2014

Käesolev käsiraamat on valminud „Riikliku struktuurivahendite kasutamise strateegia 2007-2013” ja sellest tuleneva rakenduskava „Inimressursi arendamine” alusel prioriteetse suuna „Elukestev õpe” meetme „Kutseõppe sisuline kaasajastamine ning kvaliteedi kindlustamine” programmi „Kutsehariduse sisuline arendamine 2008-2013” raames.

Õpiku autorid: Peeter N. Sarevet, Margus Raud ja Tõnu Tammist
Õpiku koostamisele aitasid kaasa: Andre Kalmus, Taavi Luts, Raul Vello ja Koit Saar
Toimetaja: Margus Raud
Trükieelne korrektuur: Nele Otto

Retsensendid: Lauri Ert ja Peeter Pohlasalu

Õppematerjali (varaline) autoriõigus kuulub SA INNOVE´le aastani 2019 (kaasa arvatud).

ISBN 978-9949-547-87-6 (trükis)
ISBN 978-9949-547-75-3 (pdf)

Selle õppematerjali koostamist toetas Euroopa Liit.

Trükk:
AS Atlex

SISSEJUHATUS

Olete just avanud esimese, peale Eesti taasiseseisvumist koostatud ja välja antud, Automaalri Õpiku. See on koostatud automaalri eriala kutseõpetajate ja ametiliitude soovil ning on mõeldud peamiseks õppematerjalide aluseks automaalrite ning selle erialaga seotud spetsialistide koolitamisel. Kõigi eelpoolnimetatute jaoks on sellise raamatu ilmumine märgilise tähtsusega.

Autode remontvärvimine on autode remondi oluline ja üks töömahukaimaid osi. Autoteeninduste käibest moodustab kere- ning värvitöö aina olulisema protsendi ning töö iseloom muutub koos uute automudelite ja -värvide turuletulekuga aina keerukamaks. See omakorda tekitab vajaduse pidevalt areneda.

Automaalri elukutse on Euroopas ja Eestis au sees amet ning head automaalrid on alati kõrgelt hinnas olnud. Siiski tuli Eestis peale Nõukogude aja lõppu kõike otsast alustada, kuna oskused ja tehniline baas Läänes toodetud autode kereremondiks ja eriti värvimiseks lihtsalt puudusid. Raamatu autoritel on olnud harukordne võimalus seista eriala arengu juures esimestest päevadest peale, kogeda millegi uue algust ning seda arengut oluliselt mõjutada. Arenguga on kaasnenud tõuse ja ka mõõnasid, kuid tänaseks on Eesti autovärvimistöökodade tehniline tase ja oskused igati võrreldavad Skandinaavia ja muu Lääne-Euroopaga.

Automaalri eriala õpetamine Eesti kutseõppeasutustes sai hoo sisse siiski alles koos Eesti saamisega Euroopa Liidu osaks. Enne seda põhines kogu erialane oskusteave peamiselt automaaletoojate, -müüjate ning autovärvi tehnoloogiaga tegelevate ettevõtete spetsialistide teadmistel ja kogemustel ning ühiselt organiseeritud koolitustel. Euroopa fondide toetusel on viimase viie aasta jooksul olnud võimalik rajada uued, tänapäevastele tehnoloogianõuetele vastavad praktikabaasid ning viia läbi ametikoolide automaalri eriala õppejõududele lisa-koolitused. Eriala populaarsus on praktilist eriala õppima siirduvate noorte seas suur tänu üldisele autoerialade populaarsusele, töö mitmekesisusele ja headele töötasudele.

Oluline samm automaalri eriala arendamisel on tehtud just viimaste aastate jooksul tunnustatud spetsialistide, tööandjate, koolijuhtide, erialaliitude ning riigi tihedama koostöö tulemusena. Autoerialade uute kutsestandardite ja õppekavade koostamisega on liigutud edasi paremini organiseeritud süsteemi loomise poole ning arusaamad arengusuundadest ja -võimalustest on muutunud selgemaks. Tööandjate nõudmised ametikoolide automaalri eriala lõpetajatele on väga kõrged ning koolid on pidanud leidma võimalusi automaalri eriala lõpetajate taseme tõstmiseks. Koos tööturu esindajate ning tunnustatud eriala spetsialistidega on õpetamise metoodilist taset järjekindlalt arendatud, kuid seni puudus meil üks õpetamise oluliseimatest alustaladest – eestikeelne õpik, mida õpetajad saaksid kasutada õppe-materjalide koostamisel ning õpilased iseseisvaks teadmiste omandamiseks. Seetõttu, kui Innove kuulutas välja konkursi sellise õpiku koostamiseks, otsustasime selle keeruka ülesande vastu võtta ja sellise raamatu ühistööna koostada.

Raamatu autorid on töötanud pikka aega juhtivates Eesti autovärvimistehnoloogiaga tegelevates ettevõtetes ning teinud koostööd erinevate kutseõppeasutustega, aidates anda edasi oma teadmisi ja kogemusi eriala arendamiseks. Olles osalenud automaalri kutsestandardi ja õppekavade koostamisel, eksamimaterjalide ettevalmistamisel ja kutseeksamite läbiviimisel ning toimides tihti vahelülina koolide, tööandjate ja autovalmistajate Eesti esindajate vahel, omame küllalt selget pilti sellest, milline on automaalri eriala hetkeseis Eestis ja kuhu me tahaksime edasi liikuda. Autode värvimisel on toimumas suured muutused – professionaalne autovärvimistöökoda on muutumas suure käsitöö kaaluga oskustöökojast kõrgtehnoloogiliseks tootmiseks – pelgalt käsitöö-oskustest ja andekusest enam ei piisa.

Asudes õpikut koostama, ei teadnud me täpselt kuidas sujub koostöö erinevate autorite vahel ning millise mahuga raamat lõppkokkuvõtteks tuleb. Peame nüüd tunnistama, et raamatu materjalide koostamine, süstematiseerimine ja ühildamine, samuti vajaliku pildimaterjali koostamine osustus muu töö kõrvalt tehes oluliselt raskemaks ülesandeks, kui olime ette kujutanud ja mitmel korral tundus et ega me seda raamatut valmis ei saa. Lõpuks suutsime siiski leida õige rütmi ja oleme ise tulemusega rahul.

Alati saab paremini ja kindlasti oleks võinud mitmeid teemasid veidi teise nurga alt käsitleda kuid see raamat on meie konkreetne nägemus ja arusaam sellest, mida tulevane automaaler eriala õppekavade raamas teadma peaks. Mõned teemad on käsitletud põhjalikumalt, kui seda ehk õpilaste jaoks vaja oleks, kuid pidades silmas ka õpetajate vajadusi võtsime vastu otsuse - parem rohkem kui vähem. Seetõttu on tulemuseks kaks korda suurema mahuga raamat kui Innove meilt tellis.

Õpiku koostamisel otsustasime lähtuda autode remontvärvimise protsessi loogilisest kulgemisest ning sellest tingituna järgneb õpikus üks tööprotsess teisele, täpselt niisamuti nagu see toimub tegelikult autovärvitöökojas. Kogu õpikus esitatav materjal on jaotatud temaatiliselt kuude moodulisse, mis käsitlevad vastavalt automaalri jaoks vajalikke teadmisi eriala olemusest , ajaloost ja põhitõdedest, töös kasutatavatest seadmetest ja tööriistadest, materjalidest ning tarvikutest ja tööprotsessi osadest. Lähtuvalt värvimistöökodade meistrite vajadustest on põgusalt peatutud ka tööprotsessi juhtimisel ja värvimistöökoja logistikal.

Iga peatüki lõpus on ära toodud küsimused õpitu kohta, mis nõuavad korrektseks vastamiseks teema põhjalikku läbilugemist ja mõistmist. Raamat sisaldab ka näidisülesandeid, mille ülesanne on aidata õpilastel paremini mõista konkreetsete tüüpolukordadega kaasnevaid probleeme ja nende lahendamise loogikat. Kõik praktilised ülesanded on raamatu koostajate poolt läbi proovitud ja oleme veendunud nende vajalikkuses noorte „maalrihakatiste“ arengul.

Raamat sisaldab suurel hulgal fotosid töövõtetest, seadmetest, tööriistadest ning kasutatavatest materjalidest, samuti skeeme ja jooniseid, mis illustreerivad tööprotsesse ning seletavad seadmete tööpõhimõtet. Oluline osa fotodest on raamatu autorite enda tehtud, sest vajalikku ajakohast pildimaterjali lihtsalt polnud saada, nii et ainsaks võimaluseks osutus vastavad fotod ise teha.

Kohe raamatu koostamise alguses selgus, et oluline takistus on erialase oskussõnastiku puudumine ning seetõttu koostasime väikese seletava sõnastiku, millel on ka inglise keele vasted juures, sest just inglise keel on rahvusvaheliselt automaalri eriala juures kasutusel.

Autorid tänavad kannatlikkuse ja asjalike märkuste eest retsensente Peeter Pohlasalut ja Lauri Erti. Samuti erialaspetsialiste Andre Kalmust (Paintlines OÜ), Taavi Lutsu (Henkel Eesti AS) ning Raul Vellot ja Koit Saart (Benefit AS), kes raamatu koostamisel nõu ja jõuga abiks olid.

Siirad tänud oma tööandjatele (Benefit AS ja AP Trading OÜ) ning kodustele, kelle aega ja muid resursse me selle raamatu koostamise ajal kindlasti kuritarvitasime.

Ja loomulikult suurimad tänud sihtasutusele INNOVE, tänu kellele käesoleva õpiku koostamine üldse võimalikuks sai!

Tallinnas ja Tartus 2012–2014

Peeter N. Sarevet
Tõnu Tammist
Margus Raud

SISUKORD

1. AUTODE VÄRVKATTED

1.1 AJALUGU 13

1.1.1 Autode värvimise ajalugu 13

1.1.2 Autode remontvärvimise süsteemide areng 20

1.1.3 Autode värvitoonid aegade jooksul 22

1.2 PÕHIMÕISTED JA PIKTOGRAMMID 28

1.2.1 Automaalri töös ja erialases tehnilises kirjanduses kasutatavad lühendid ja mõõtühikud 28

1.2.2 Automaalri töös ja erialases tehnilises kirjanduses kasutatavad piktogrammid ja nende tähendused 30

1.3 VÄRVKATTE EHITUS 32

1.3.1 Aluspinnad 32

1.3.2 Värvkatte eesmärk 35

1.3.3 Värvkatte erinevate kihtide iseloomustus ja ülesanded 36

1.4 VÄRVIMISE PROTSESSID 38

1.4.1 Autode tehasevärvimise protsess (OEM-värvimine) 38

1.4.2 Autode remontvärvimine (Refinish) 42

1.4.3 Remontvärvimise protsessis kasutatavate värvimaterjalide ülesanded 44

1.4.4 Värvisüsteemid ja autotootjate seos remontvärvimisega 47

MOODUL 1. Küsimused 49

MOODUL 1. Praktilised ülesanded 49

2. AUTOMAALRI TÖÖRIISTAD JA SEADMED, TÖÖOHUTUS

2.1 TÖÖOHUTUS AUTODE REMONTVÄRVIMISTÖÖDEL 51

2.1.1 Peamised riskid autode remontvärvimisel 51

2.1.2 Terviseriskide vältimine ja tööohutus 52

2.2 ISIKUKAITSEVAHENDID 54

2.2.1 Hingamiselundite kaitsevahendid 54

2.2.2 Kaitseriietus 58

2.2.3 Kindad 60
2.2.4 Kaitseprillid 61
2.2.5 Turvajalanõud 61
2.3 MATERJALIDE PINNALE KANDMISE VAHENDID 63
2.3.1 Pahtlilabidad 63
2.3.2 Värvipüstolid 64
2.3.3 Kivikaitse- ja korrosioonikaitse materjalide püstolid 69
2.3.4 Hermeetiku- ja liimipüstolid 70
2.4 LIHVIMISSEADMED JA -VAHENDID 72
2.4.1 Käsilihvklotsid 72
2.4.2 Lihvimismasinad 73
2.4.3 Tolmueemaldussüsteemid 77
2.5 SURUÕHUSÜSTEEMID AUTODE KERE- JA VÄRVITÖÖKOJAS 80
2.5.1 Kompressorid 80
2.5.2 Suruõhu trassid 83
2.5.3 Suruõhufiltrid ja -kuivatid 85
2.6 KRUNTIMISKAMBRID JA VENTILEERITUD TÖÖALAD 88
2.6.1 Avatud eeltööala üldise kirjeldus ja tööpõhimõte 88
2.6.2 Kruntimiskambri üldine kirjeldus ja tööpõhimõte 90
2.6.3 Kruntimiskambri ja selle sõlmede tehniline kirjeldus 91
2.6.4 Kruntimiskambrite kasutamine ja ohutus 94
2.6.5 Kruntimiskambrite ja eeltööalade hooldus 96
2.7 VÄRVIMIS- JA KUIVATUSKAMBRID 98
2.7.1 Värvimiskambri üldine kirjeldus ja tööpõhimõte 99
2.7.2 Värvimiskambrite tüübid 101
2.7.3 Värvimiskambri ja selle sõlmede tehniline kirjeldus 101
2.7.4 Värvimiskambrite kasutamine ja ohutus 108
2.7.5 Värvimiskambrite hooldus 110
2.8 KUIVATUSSEADMED 113
2.8.1 Õhupuhurid 113
2.8.2 Kiirgurid 114
2.9 VÄRVIPÜSTOLITE PESUSEADMED 119
2.9.1 Käsitsi pesuks mõeldud seadmed 119
2.9.2 Automaatpesu võimalusega püstolipesuseadmed 121

2.9.3 Lahustite destilleerimisseadmed 123
2.10 VÄRVILABORID 126
2.10.1 Värvilaborite nõuded, tööpõhimõte ja nende kasutamine 126
2.10.2 Värvilabori hooldus 128
2.10.3 Värvisegamisseadmed 128
2.10.4 Elektrooniline kaal ja värvisegamisarvuti 130
2.10.5 Värvinäidised 132
2.11 VÄRVI PARAMEETRITE MÕÕTMISE VAHENDID 134
2.11.1 Värvkatte paksuse mõõtmise vahendid 134
2.11.2 Viskosimeetrid – värvi viskoossuse mõõtmise vahendid 135
2.11.3 Fotospektromeetrid- värvuse ja värvi efekti mõõtmine 137
2.11.4 Termomeetrid – temperatuuri mõõtmine 138
2.11.5 Hügromeeter – õhuniiskuse mõõtmine 140
2.11.6 Nakkuvus ja selle kontroll 141
2.11.7 Pinna läike mõõtmine 142
2.11.8 Värvipinna mehaanilise tugevuse mõõtmine 144
2.12 AUTOMAALRI ABIVAHENDID 146
2.12.1 Lõikeriistad 146
2.12.2 Värvimisalused 147
2.12.3 Automaalri tööriistakärud ja -kapid 148
2.12.4 Kattepaberi ja värvipurkide pressid 149
2.12.5 Maalritõstukid 149
MOODUL 2. Kasutatud terminid ja sõnaseletused 151
MOODUL 2. Küsimused 152
MOODUL 2. Praktilised ülesanded 154

3. MAALRITÖÖMATERJALID

3.1 KEHTIVAD STANDARDID JA NORMATIIVID 158
3.1.1 Autode remontvärvimise protsess – nõuded värvimaterjalidele 158
3.1.2 Pinnakattevahendite märgistamise standard 160
3.1.3 Kasutatavate värvimaterjalide ohutustähised ning ohutuskaardid 161
3.1.4 Nõuded värvimiskambritele ja kruntimisaladele 162

3.1.5 Nõuded värvimistöökodades kasutatavatele seadmetele ja tööriistadele 162
3.2 PUHASTUSMATERJALID JA -VAHENDID 165
3.2.1 Pesu- ja puhastusained 165
3.2.2 Puhastuslapid 166
3.2.3 Pindade puhastamise abivahendid 168
3.3 KATMISMATERJALID 169
3.3.1 Kattekiled 169
3.3.2 Kattepaberid 170
3.3.3 Maalriteibid 171
3.3.4 Vahtteibid 172
3.3.5 Muud teibid 173
3.3.6 Vedelad kattematerjalid 174
3.4 LIHVIMISMATERJALID 175
3.4.1 Lihvmaterjalide ülesehitus ja kasutusalad 175
3.4.2 Abrasiivide liigitus 177
3.4.3 Pinnatud abrasiivide ehitus ja valmistamisprotsess 178
3.4.4 Pinnatud abrasiivid värvitöökoja protsessis 182
3.4.5 Mahulised abrasiivid 183
3.4.6 Erilahendusega abrasiivid 185
3.4.7 Lihvmaterjalide karedused 186
3.4.8 Erinevus käsitsilihvimise ja masinlihvimise vahel 189
3.5 REMONTVÄRVIMISEL EELTÖÖS JA VÄRVIMISEL KASUTATAVAD VÄRVIMATERJALID 190
3.5.1 Põhimõisted 190
3.5.2 Värvimaterjalide koostis 192
3.5.3 Värvimaterjali liigitus kuivamismeetodi järgi 195
3.6 EELTÖÖ VÄRVIMATERJALID 199
3.6.1 Aluskrundid 199
3.6.2 Pahtlid 202
3.6.3 Pritspahtlid 203
3.6.4 Täitevkrundid 204
3.6.5 Eriotstarbelised krundid 209
3.6.6 Kivikaitsematerjalid ja hermeetikud 210

3.7 VIIMISTLUSVÄRVIMISEL KASUTATAVAD VÄRVIMATERJALID 212
3.7.1 Värvide liigitus 212
3.7.2 Viimistlusvärvide pigmendid 215
3.7.3 Kattelakid 217
3.7.4 Viimistlusvärvimise lisandained 219
3.8 VÄRVIMATERJALIDE LADUSTAMINE JA JÄÄTMEKÄITLUS 221
3.8.1 Ohud ja nende vältimine värvimaterjalide ladustamisel 221
3.8.2 Ohtlike jäätmete käitlemine – kogumine ja ettevalmistus utiliseerimiseks 223
MOODUL 3. Küsimused 226
MOODUL 3. Praktilised ülesanded 228

4. ETTEVALMISTUSTÖÖD

4.1 ETTEVALMISTUSTÖÖDE OLEMUS, JÄRJEKORD JA KAVANDAMINE 232
4.2 PINDADE PUHASTAMINE 237
4.3 PINDADE KAITSMINE JA KATMINE 240
4.3.1 Suurte pindade katmine 240
4.3.2 Üheetapiline katmine 242
4.3.3 Uksevahede, pilude ja avade katmine 243
4.3.4 Tihendite, klaaside ja mitte-eemaldatavate detailide katmine 245
4.4 PINDADE VIGASTUSTE KÕRVALDAMINE 247
4.4.1 Korrosioon ja rooste 247
4.4.2 Korrosiooni eemaldamine 248
4.4.3 Mõranenud, osaliselt koorunud ja olmekahjustustega värvkatte töötlemine 252
4.4.4 Värvkatte keemiline eemaldamine 253
4.5 PAHTELDUSTÖÖD 254
4.5.1 Polüesterpahtlid 254
4.5.2 Pahtli segamine kõvendiga 254
4.5.3 Pahtli kandmine pinnale (pahteldamine) 256
4.5.4 Pahtli lihvimine 258
4.5.5 Polüester-pritspahtel 262

4.6 KRUNTIMISTÖÖD 264
4.6.1 Erinevate alus- ja täitevkruntide valimine vastavalt aluspinnale 264
4.6.2 Uute tehasedetailide (OEM) ettevalmistus kruntimiseks 266
4.6.3 Remonditud aluspindade ettevalmistus kruntimiseks 267
4.6.4 Kruntide pinnale kandmine 268
4.6.5 Täitevkrundi lihvimine 273
4.6.6 Värvimiseks ettevalmistatud krundi pinna kvaliteedi kontroll 276
MOODUL 4. Küsimused 277
MOODUL 4. Praktilised ülesanded 278

5. PINDADE VÄRVIMINE

5.1 VÄRVUSTEOORIA ALUSED 280
5.1.1 Algteadmised värvusest ja värvist 280
5.1.2 Värvuste segamine 288
5.1.3 Valguse intensiivsus ja valgustemperatuur ning selle mõju nähtavale värvusele 291
5.1.4 Metameeria 293
5.1.5 Auto värvusele vastava värviretsepti loomine 298
5.1.6 Terminid ja sõnaseletused 296
5.2 SOBIVA REMONTVÄRVI LEIDMISE VAHENDID 298
5.2.1 Värvikoodi leidmine autol 298
5.2.2 Sobiva värvuse leidmine värvisegamistarkvara abil 303
5.2.3 Sobiva värvuse leidmine värvuse tuvastamise tööriistade abil 304
5.3 VÄRVI SEGAMINE 307
5.4 VÄRVI TOONIMINE 310
5.5 LÕPLIK ETTEVALMISTUS VÄRVIMISEKS 317
5.5.1 Värvikambri puhastus ja kontrollimine 317
5.5.2 Suruõhuseadmete puhastus ja kontrollimine 318
5.5.3 Värvi- ja lakipüstoli puhastus ning kontrollimine 319
5.5.4 Värvitava ja lakitava pinna puhastus ja kontrollimine 321
5.5.5 Maalri tööriiete puhtus 323
5.5.6 Isikukaitsevahendite kontrollimine 323

5.6 OSALINE JA TÄIELIK VÄRVIMINE 325
5.6.1 Kohtvärvimine 326
5.6.2 Detaili värvimine 330
5.6.3 Auto täielik värvimine 332
5.7 HAJUTAMINE 334
5.7.1 Värvi hajutamine 334
5.7.2 Laki hajutamine 336
5.8 VÄRVIKAHJUSTUSTE HINDAMINE JA KÕRVALDAMINE 337
5.8.1 Sõiduki üldine ülevaatus 337
5.8.2 Remonditava ala ülevaatus 337
5.8.3 Remondiprotsessi valimine 338
5.9 POLEERIMINE JA VÄRVIPINNA LÕPPVIIMISTLUS 339
5.9.1 Poleerimise ja lõppviimistluse tööetapid 340
5.9.2 Poleerimise meetodid ja tehnikad 353
5.9.3 Ülevaade poleerimisel kasutatavatest tarvikutest 354
5.10 VÄRVIKIHI KVALITEEDI KONTROLL 357
5.10.1 Visuaalne kontroll 357
5.10.2 Värvikihi mõõtmine ja nakkuvuse kontroll 357
5.11 VÄRVIMISVEAD, NENDE TEKKEPÕHJUSED JA KÕRVALDAMINE 358
MOODUL 5. Küsimused 389
MOODUL 5. Praktilised ülesanded 390

6. PLASTDETAILIDE TÖÖTLEMINE

6.1 PLASTIDE LIIGID, TÜÜBID JA TÄHISTUSED 394
6.2 PLASTIDE KINDLAKSMÄÄRAMINE 398
6.3 PLASTIDE ÜHENDAMINE 399
6.3.1 Plastide liimimine 399
6.3.2 Plastide keevitamine 400
6.4 PLASTDETAILIDE REMONT 402
6.4.1 Plastide kuumtöötlemine 402
6.4.2 Plastiku remont plastiparandusliimiga 402
6.4.3 Abivahendid plastis oleva mõra fikseerimiseks enne liimimist 407

6.4.4 Termokõvastuvate plastide remont 407
6.5 PLASTIDE ETTEVALMISTUS JA VÄRVIMINE 408
6.5.1 Plastpindade ettevalmistus värvimiseks 408
6.5.2 Plastpindade värvimine 409
MOODUL 6. Kasutatud terminid ja sõnaseletused 411
MOODUL 6. Teoreetilised ülesanded enesekontrolliks 412
MOODUL 6. Praktilised ülesanded 412

ÕPPEMOODUL 1: AUTODE VÄRVKATTED

1.1. Ajalugu

Autode värvkatete ja värvisprotsesside ajalugu. Autode remontvärvimise süsteemide areng. Autode värvitoonid aegade jooksul.

Õpiväljund: Õpilane omab automaalri erialal vajalikud põhiteadmised autode värvimise protsessi ja materjalide arengu ajaloost.

Kõigepealt lubage Teid õnnitleda suurepärase valiku puhul!

Automaalri elukutse ei ole kergete killast, samuti pole siin võimalust kiirelt rikastuda, kuid Teie valik on sellegi poolest suurepärane – tegu on kõige põnevama, nõudlikuma ja ilmselt ka tegijale rahulolu pakkuvama osaga autode remondist. Head automaalrit hinnatakse kõikjal maailmas kui kunstnikku, kes suudab teha imesid ning teavet võimekate automaalrite kohta jagatakse tuttavatele nii, nagu jagatakse infot parimate arstide ja advokaatide kohta – neid väärtustatakse!

Alustame tutvumist autode värvimise maailmaga kõige algusest – sellest ajast, kui värviti esimene auto...

1.1.1 Autode värvimise ajalugu

Millele pöörab tulevane omanik täna kõige enam tähelepanu enne uue auto ostu? Esimene asi, millele tähelepanu langeb, on sõiduki läikivaim osa – värvkate. Minevikus asjad aga nii päris ei olnud. Just nii nagu autode tehniline pool ja see osa, mis peidus kapoti all, on kardinaalselt muutunud ka autode värvid ja sellega seotud tehnoloogiad.

Kõige algus

Esimene tegelik auto - Benz Patent-Motorwagen, ei olnudki värvitud. Karl Benz lasi oma auto metallosad kaitsta korrosiooni eest musta tõrvaga. Autoajastu varajasel koidikul kasutati värvina kahte põhilist toodet: õlivärvi või lakki, mis põhines linaseemneõlil ning juhul, kui oli vaja saavutada väga kõrget kvaliteeti, keedeti eriti kalli hinnaga lakki haruldasest toorainest - merevaigust. Väljend merevaiguvärv - *“amber paint”* - oli kasutusel veel pikka aega peale seda, kui selle värvi saamiseks enam looduslikku merevaiku ei kasutatud, see asendati järk-järgult sünteetilise sideainega.

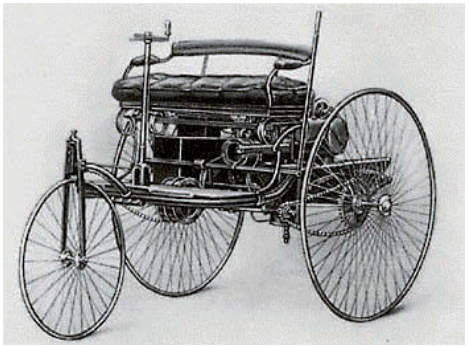


***Foto 1** – Benz Patent-Motorwagen*

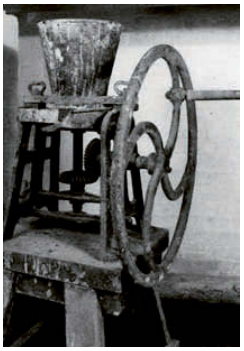


***Foto 2** –Värviveski*

***Foto 3** – Autode värvimine osade kaupa*

Esimesed autotootjad valmistasid alguses ka oma autodel kasutatavad värvid ise, esialgu käsitsi, hiljem käsiajamiga värviveskeid kasutades. Segada ühtlaselt kokku sideained ja loodusest pärit pigmendid polnud kergete killast ülesanne. Lõpptulemus oli tihti nii värvuse kui ka konsistentsi koha pealt juhuslik. Seetõttu oli olemas küll võimalus saada oma autole sinist, musta, rohelist, pruuni, beeži või punast värvkatet, kuid täpse värvuse saavutamine oli praktikas siiski võimatu. Värvide valmistamiseks kasutati looduses leiduvaid orgaanilisi pigmente ning sellest tulenevalt olid ka valmis värvitoonid „maalähedased“. Peamiste korrosioonivastaste pigmentidena tunti mineraalpunast ja tinavalget.

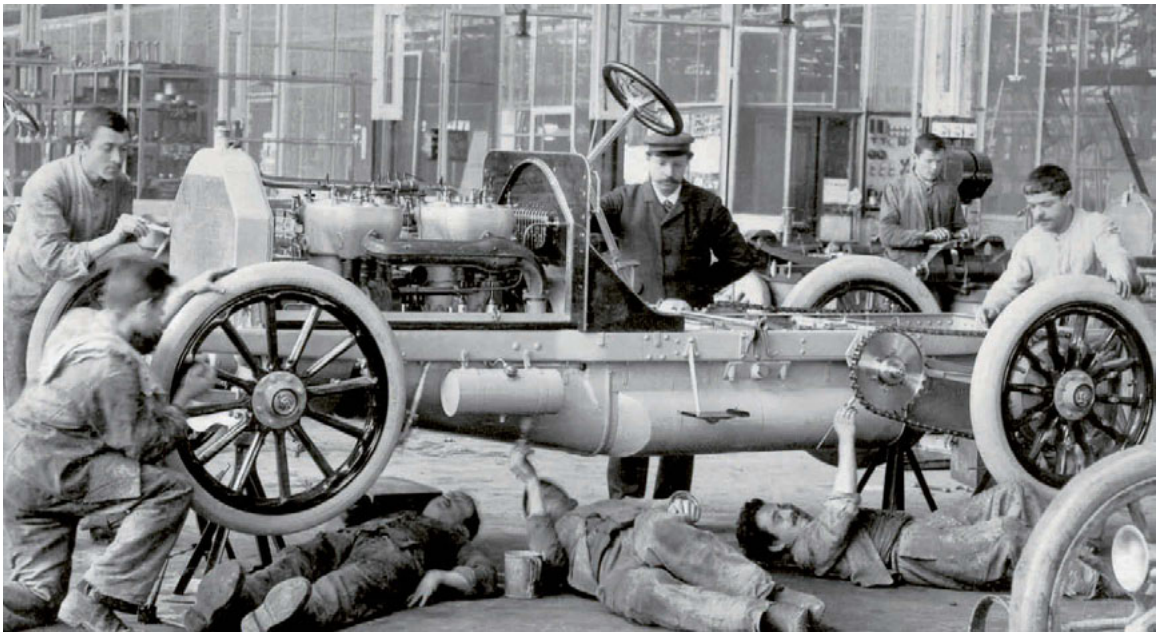


***Foto 4** – Kuulus ajalooline foto autovärvimise algusaegadest – auto värvimine pintslitega Daimleri autotehases aastal 1906*

Autoehituse algusaegadel olid värvimist vajavateks detailideks raam, mootorikate ja reisijate osa.

Enne värvimist tuli nende detailide pinnad kuidagi sirgeks ja ühtlaseks saada, kuna plekkdetailid valmistati valtsitud lehtplekist, mida käsitsi puidust või valurauast vorme kasutades sobivasse kujusse taoti ning seejärel neetidega ühendati. Hiljem võeti kasutusele mehaanilised haamrid, mis tööd kuigivõrd kergendasid, võimaldades valmistada keerulisemaid kereosi väiksema vaevaga.

Et saavutada kereosade vajalik siledus, oli vaja see katta, peale metalli oskusliku sirgekspinnimist ja kere-viilidega viimistlemist, mitmete kruntvärvi kihtidega, igat kihti enne järgmise pealekandmist hoolikalt siledaks lihvides. Kuna värvide pealekandmisel kasutati alguses ainult pintsleid, siis oli protsess äärmiselt aeganõudev ja kogu auto värvimine võttis kokku aega neli kuni kaheksa nädalat. Auto värvimisega oli eri etappides ametis enam kui 10 inimest ja sellisel viisil suures koguses autosid viimistleda polnud mõeldav.

Autode masstootmise varajane periood – nitrotselluloosvärvid

Aastaks 1912 valmis Henry Fordil esimene automatiseeritud tootmisliinil valmistatud auto. See sündmus ja Fordi uued ideed muutsid igaveseks kogu autotootmise protsessi ja koos sellega ka autode värvimist. Ford sai kiiresti aru, et aeglane käsitsi värvimine on tootmisprotsessi üks põhilisi pudelikaelu ja hakkas otsima lahendust värvimisprotsessi kiirendamiseks.

***Foto 5** – Kuulus Ford mudel T, esimene nitrovärviga kaetud auto*

***Foto 6** – Algusaegade värvipüstol*

Siiski ei toimunud olulist läbimurret enne Esimest Maailmasõda, mil teadlased võtsid kasutusele uue tooraine värvide tootmiseks – **nitrotselluloosi.** Nitrotselluloosi jäi massiliselt üle sõjas vajalikust püssirohu tootmisest ja insenerid leidsid, et seda on väikeste muutustega võimalik kasutada värvimaterjalide sideaineks. Nitrotselluloos-sideaine saadi puhastatud puidutselluloosi massi leotamisel hapetes. Veelgi enam – keemikud suutsid nüüd välja töötada ka laia valiku sünteetilisi pigmente, lahusteid ja plastifikaatoreid. Tulemuseks oli matt **nitrovärv,** mis kuivas suhteliselt kiiresti (umbes 15 tundi).

Kuivanud nitrovärv poleeriti linase kaltsu ja poleerpasta abil kõrgläikeni, mida seni oli olnud võimatu saavutada. Kõiki eeltöös kasutatavaid materjale – nakkekrunte, täitevkrunte ja pahtleid, hakati samuti valmistama nitrotselluloos-sideainel põhinevana ja auto värvimine muutus kordades kiiremaks.

Nitrovärvide kasutamise peamiseks lahendust vajavaks probleemiks oli pinnale kantud vedela nitrovärvi omadus sulatada üles juba kuivanud eelmine värvikiht ja seetõttu muutus pintsliga värvimine praktiliselt võimatuks. Vaja oli leida moodus, kuidas võiks värvi pinnale kanda õhema kihina, nt. pihustada ja selle tulemusena võeti kasutusele värvipüstolid. Nitrovärvid pakkusid suhteliselt väikest värvuste skaalat ning tüüpiline autovalmistaja pakkus valikuna vaid musta, punast, sinist ja rohelist värvi. Esimene valge hästi kattev pigment oli **titaandioksiid,** mis leidis autovärvimisel kasutamist alles 1928-ndal aastal ja seejärel sai valge kiiresti populaarseks sportautode ja lahtiste kabriolettide värvusena.

Nitrovärvide kasutamine ei kestnud aga kaua, kuna neil puudus vajalik ilmastikukindlus. Temperatuuri muutustest ja päikesevalgusest tingitud sideaine kiire lagunemine nõudis mati värvipinna tihedat poleerimist, see omakorda kulutas värvi kiiresti krundini läbi.

Kombineeritud nitrovärvid (Nitro-combi)

Koos autokerede ja nende valmistamise tehnoloogia arenguga muutus ja arenes edasi ka värvitehnoloogia. Aastal 1927 töötati USA-s välja uus värvimaterjalide sideaine – **alküüd.**
Uus sideaine sai Ameerikas kaubandusliku nimetuse glüptaal *(i. Glyptal)*. Alküüdsideaine saadi glütseriinist, mida omakorda toodeti loomsetest ja taimsetest rasvadest. Edasisel töötlemisel rasvhapetega saadi sideaine, mis sobis suurepäraselt kasutamiseks autovärvide tootmisel.

Alküüdsideainet oli võimalik kombineerida nitrotselluloosiga ja ühtlasi kasutada plastifitseeriva komponendina nitrotselluloosvärvis – sellist segu hakati autovärvimaailmas nimetama **nitro-kombi värviks.**

***Foto 7** – 30-ndate lõpu parimatel autodel kasutati juba nitro-kombi värve*

***Foto 8** – Pihustamine värvipüstoliga*

30-ndatel aastatel avastati **melamiinsideained** ja urea-sideained, mis ei tõmbunud nii kiiresti kollakaks, kui seni kasutatud autovärvide sideained ning nende kombineerimisel alküüdsideainega sai võimalikuks ka heledate värvitoonide massilisem kasutamine autotööstuses. Alates 1935 võeti modifitseeritud alküüdvärvid laiemalt kasutusele enamike autotootjate poolt ning tänu uuele tehnoloogiale sai võimalikuks nitrovärvist tugevama värvipinna saavutamine, mis jäi kohe peale pihustamist läikiv ega vajanud enam poleerimist.

Uus tehnoloogia võimaldas nüüd auto kogu kere värvida tootmise käigus vähem kui nelja tunniga. See oli siiski võimalik vaid juhul, kui kerepaneelide pind jäi peale pressimist nii kvaliteetne, et ei vajanud lisaviimistlemist enne värvi pealekandmist. Sellist keret sai kruntida ning värvida kiirelt, ilma liigse ettevalmistustööta. Liitekohtade ja pisivigade korrigeerimiseks kasutati laialdaselt keretina, mille osavad plekksepad viimistlesid sellise siledusastmeni, et mingit pahteldamist polnudki vaja.

Ka värvitoonid muutusid aja jooksul. 1946 aasta Pariisi Autonäitusel esitleti esmakordselt kirkavärvilisi autosid, mille kaasakiskuv värvikirevus oli saanud võimalikuks tänu uute orgaaniliste pigmentide kasutuselevõtule. Autode värvitoone mõjutasid ka hõbedased võidusõiduautod. Nii sai võimalikuks hõbedase või hallika metallikpigmendi valmistamine senisest odavamalt ning mõneks aastaks sai metalselt hõbedasest autost paljude autoomanike kinnisidee.

Peale Teist Maalimasõda sai Euroopas põhiliselt kasutatavaks autovärvide toormaterjaliks suurepäraste kuivamisomadustega alküüd – melamiin. Melamiinvärvid kuivasid hästi kõrgel temperatuuril ning muutsid autode tootmise kiireks ja värvipinna kvaliteetseks. Melamiinvärve kasutasid näiteks Nõukogude Liidus nii autotehased kui ka autoteenindused remontvärvimisel isegi 80-ndate aastate lõpuni ja vanemad, veel tänaseni samal erialal töötavad Eesti automaalrid mäletavad seda tehnoloogiat hästi.

Melamiinvärvid kuivasid kvaliteetseks, kõvaks värvipinnaks ainult kõrgel, 80 -150° C temperatuuril ja sobisid seega eeskätt värvimiseks tehase tootmisliinidel enne temperatuuritundlike auto osade paigaldamist.

Alus- ja täitevkrundid kanti auto kerede pinnale enamasti kõrgsurve pihustusseadmetega, kuigi mõned autovalmistajad alustasid ka kerede uputusmeetodil kruntimisega juba aastal 1950.

Ka nitrovärvid jäid kasutusse kuni aastavahetuseni 1963/64, kuid seda siiski vaid luksusautode tootmisel. Tihti tähendas värvimine nitrovärvidega kuni 10-12 kihi pihustamist, korduvat vahelihvimist ja lõplikku poleerimist kõrgläikeni. Selline aeganõudev protsess tagas eriti sileda ja läikiva värvipinna, kuid see vajas siiski pidevat hooldust. Ühe näitena võib siin tuua Tšaika, GAZ-13 , mis oli samuti värvitud nitrovärve kasutades ja mille värvipinna hooldamine oli ülesanne omaette. Siiski, hästipoleeritud Tšaika nägi ja näeb veel praegugi välja suurepärane, kuna värvipinnal puudub alküüdvärvidele omane pinnastruktuur ning poleeritud värvipind omab sügavat kõrgläiget.

***Foto 9** – N.Liidu autotööstuse uhkus, Tšaika GAZ -13*

***Foto 10** – Väikebussi värvimine Riias RAF-i tehases*

Alküüdsideaine on keemiliselt ja mehaaniliselt vastupidav ja selle roll autode värvimisel on säilinud olulisena kuni tänase päevani. Üsna kiirelt peale nende kasutuselevõttu tootmisliinidel tulid alküüdvärvid kasutusele ka autode remontvärvimisel – näiteks kõigile tuntud „Sadolin“ oli alküüdvärv.

Melamiinvärvide ja ka muude alküüdvärvide eripäraks on see, et värvkatte tihedus ja kvaliteet on kõige parem pinnakihtides, mida sügavamale minna, seda poorsemaks muutub värvikiht. Seetõttu on alküüdvärvide poleerimine mingil määral raskendatud – eemaldades kõige kvaliteetsema pinnakihi, pole hiljem võimalik saavutada enam sügavat läiget, kuna värvipind jääb mingil määral poorseks, ning seetõttu jääb viimistletud pind pigem siidiselt läikima.

Uued värvimaterjalid

Aastal 1963 tõi värvitööstus turule uue materjali – **polüestri.** Polüester-sideainest sai kiiresti asendamatu toode pahtlite valmistamisel ning nitro- ja alküüdsideainete osatähtsus selles segmendis vähenes kiiresti. Esimene auto, mille tootmisprotsessis kasutati paneelide liitekohtade tasandamiseks keretina asemel polüesterpahtlit, oli kõigile hästi tuntud Ford Mustang, aastal 1965.

Ka pinnavärvide keemiline koostis muutus. Kasutusele võeti alküüdvärvidele lisatav **isotsüanaat-kõvendi,** mille segamisel alküüdvärviga oli esmakordselt võimalik värvikihi kvaliteetne kuivamine toatemperatuuril. Kiirendatud kuivamine madalamal temperatuuril, ehk juures senise 150°C asemel, võimaldas automaalril oluliselt kokku hoida aega ja energiat. Peatselt sai 60°C temperatuuri tagavatest värvimis/kuivatus-kambritest asendamatu osa autovärvimistöökoja sisseseadest.

***Foto 11** – Uued ajad, uued tehnoloogiad...*

Aastatel 1972 kuni 1974 tutvustati esmakordselt täiesti uut tehnoloogiat – **2K akrüül-polüuretaan** värvitehnoloogiat, mille puhul kuivas värv isotsüanaatkõvendi abil keemilise reaktsiooni – **polümerisatsiooni** tagajärjel ning see tehnoloogia tõrjus alküüdvärvid turult praktiliselt täielikult välja. Uued, 2-komponentsed värvisüsteemid olid märkimisväärselt hea keemilise ning füüsikalise vastupidavusega ning suurepärase läikega. Need värvid kuivasid senisest kiiremini ja võimaldasid tolmutäppide ning jooksukohtade kiiret ja probleemidevaba väljapoleerimist.

1980. ja 1990. aastatel oli värvimine endiselt kõige aeganõudvam protsess autode tootmisel. Laialdaselt võeti kasutusele pihustamine pöörlevate pihustusotsikutega ning materjali säästmiseks kasutati staatikat. Tänu staatika kasutamisele jõudis pea 90% pihustatud värvist nüüd ka auto pinnale. Võrdluseks - tavalise suruõhu-pihustamisseadmetega värvimisel lendus ligi pool värvist ventilatsiooni. Alates 1980-ndate aastate keskelt on autode originaalvärvimise protsess *(i. **OEM Coating Process**)* suures mahus robotiseeritud. Siiski, väiksemad alad värvitakse senini käsitsi, tihti värvitakse kõigepealt käsitsi sisepinnad ja nurgatagused, seejärel suletakse uksed-luugid ning auto värvitakse robotite poolt tervenisti üle. Käsitsi värvimist ja isegi kihtide vahelihvimist kasutatakse seniajani, kuid seda siiski ainult eksklusiivsete autode valmistamisel, kus nõuded pinnaviimistlusele on eriti kõrged ning kulude suurus on teisejärguline.

1980-ndate aastate lõpust alates on aina enam teadvustatud autovärvimisprotsessi kahjulikkust keskkonnale, mille põhjuseks on mürgiste kemikaalide ja lenduvate orgaaniliste lahustite sattumine atmosfääri. Autovärvide valmistajad asendasid mitmed mürgised ja kahjulikud komponendid vähem kahjulikega ning autovalmistajate tähelepanu loodushoiule suurenes samuti oluliselt. Lisaks vähendati oluliselt orgaaniliste lahustite sisaldust värvimaterjalides, teadvustades fakti, et lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ) on üheks peamiseks atmosfääri anomaaliate ja sudu tekkepõhjusteks.

2-komponentseid akrüülvärve arendati edasi madala lahustisisalduse ja suure kuivainesisaldusega (HS) värvisüsteemideks. 1980 aastate lõpul toodi turule ka esimesed täiesti uudsel tehnoloogial põhinevad **veepõhised autovärvid,** millest on tänaseks saanud peamised autode tootmises ja remontvärvimisel kasutatavad värvimaterjalid.

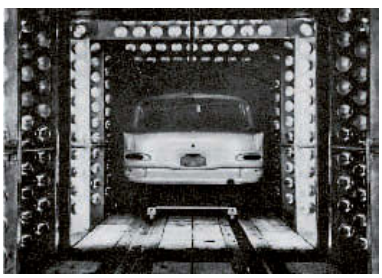


***Foto 12, 13 ja 13** – Autode värvimine tootmisliinil 60-ndatel, 70-ndatel ja 80-ndatel.*

Moodne autovärvimise protsess tootmises

Tänapäevaste autode tootmisel kasutatavat värvimisprotsessi (**OEM värvimine**) iseloomustavad kõrged nõudmised valmis värvipinna väljanägemisele ja kvaliteediomadustele. Võttes arvesse neid nõudeid, on välja töötatud näiteks täiesti uus, ilma krundita autode värvimise süsteem, mille puhul krundi täite- ja kaitseomadused asendatakse täielikult spetsiaalse lakialuse värviga. Esimese kihina kantakse sel juhul pinnale alusvärv koos spetsiaalse lisandiga, mis täidab krundi ülesandeid, teise kihina aga sama alusvärv ilma lisanditeta, mis annab pinnale dekoratiivsed omadused. Autovalmistajale tähendab sellise protsessi kasutamine vähenenud kulusid, kuna eraldi krundikihte, nende kuivatamist ja eeltöötlust enne värvimist pole enam vaja ja kogu värvimisprotsess lüheneb oluliselt.

Remontvärvimise protsessis on kruntmaterjalidel siiski täita oma oluline osa ja niipea nende kadumist kindlasti ette näha pole.

Axalta (endine DuPont) Eco OEM värvimisprotsess- krundivaba autode originaalvärvimine:

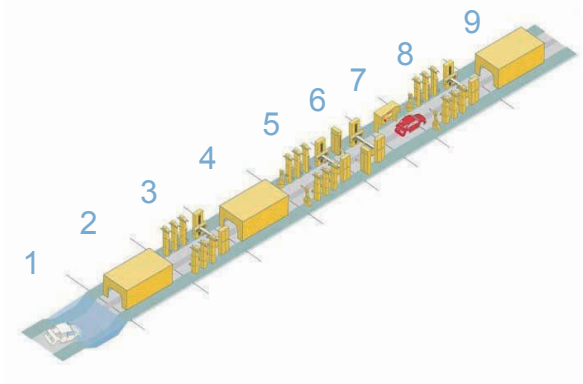


***Foto 15** – Standard- värvimisprotsess autotehases*

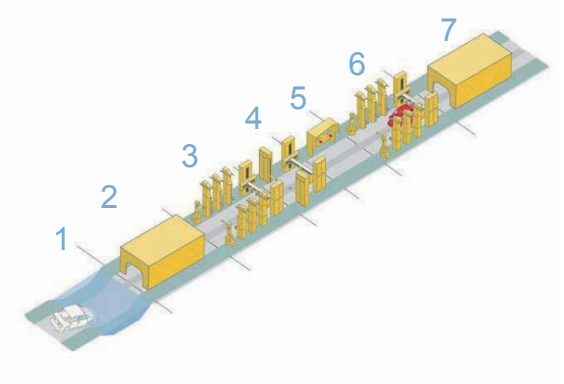


***Foto 16** – Krundivaba (primerless) autode tehasevärvimine*

Ülalolevatelt joonistelt selgub, et kui tavapärane, eraldi kruntimisega värvimisprotsess koosneb 9-st tööetapist, siis Eco OEM – värvimisprotsessis suudetakse kokku hoida 2 etappi ja kogu protsess lüheneb 7-etapiliseks. Lisaks ajale hoitakse loomulikult kokku ka viimistlusmaterjale.

1.1.2 Autode remontvärvimise süsteemide areng

Remontvärvimiseks *(i. Refinish)* nimetatakse autode värvimist peale tootmist ja üleandmist ostjale.

Remontvärvimise vajadus tekib avariide tagajärjel läbiviidava kereremondi raames, auto värvkatte kulumise tagajärjel või keskkonnamõjude likvideerimise tõttu. Remontvärvimiseks saab liigitada ka autode värvimise firmavärvidesse peale tootmist, autode disainvärvimist ja samuti vanasõidukite restaureerimise käigus läbi viidavat kogu värvkatte uuendamist. Ühesõnaga – kõik värvimis-operatsioonid, mis sooritatakse peale auto tootmist tehases, loetakse remontvärvimiseks.

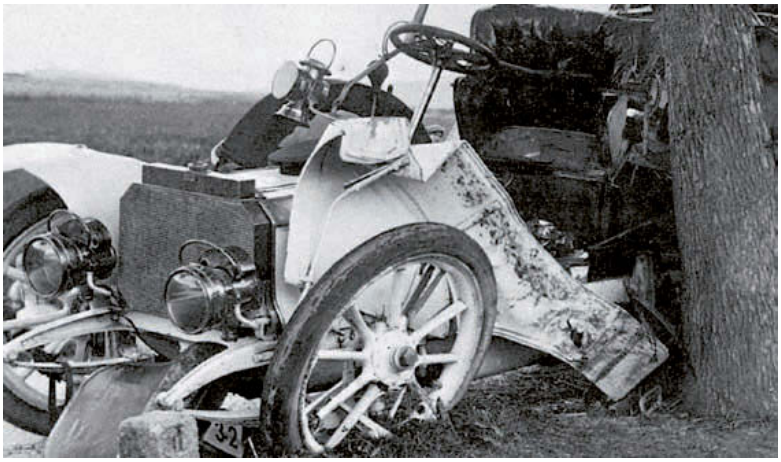


***Foto 17** – Kohe kui autosid valmistama hakati, sattusid nad ka avariidesse...*

Aastakümnete jooksul on nõuded remontvärvi-süsteemidele pidevalt tõusnud ja nõudmised tehnilisele kvaliteedile, väljanägemisele, ökonoomiale ja loodussäästlikkusele on asetunud uutele kõrgustele.

Autod on vajanud värvimist peale autotehasest väljumist autoajaloo algusest peale.

Esimesed kriimud autodele tekkisid sel ajal, tänu halbadele teeoludele ja puudulikele juhtimis-kogemustele, tihtilugu juba mõni nädal peale uue auto soetamist. Kvaliteetne värvipinna remont on alati olnud autoremondi üks keerukamaid etappe. Sada aastat tagasi oli see „autoremondi spetsialistile“ eriline peavalu, sest auto pidi ju ka peale remonti välja nägema sama hea kui uus. Eriti keeruline oli see ülesanne esimestele automaalritele, kuna värvid põhinesid siis õlil ja seetõttu tuli auto värvitavalt detaililt eemaldada kogu vana värv. Osaline värvimine polnud mõeldav ning ainus võimalus oli värvida terve detail või koguni terve auto uuesti. Kahjuks oli isegi sellisel juhul tulemus omanikule tihti pettumus, kuna värvitud detaili värvus erines reeglina nähtavalt algupärasest.

Ka nitrovärvidega viimistletud autode uuesti värvimine valmistas parajalt peavalu. Eriti keeruline oli auto algupärase tooni sobitamine, segades kokku värvi algkomponente. Selline tegevus sõltus täielikult maalri osavusest, kunstiandest ja meisterlikkusest, kuid tulemus oli pahatihti mitterahuldav. Oskuslikud automaalrid, kes sobiva tooni käsitsi valmis segasid, muutusid kiiresti hinnatud spetsialistideks ning võisid teatud juhul teenida oma oskuste eest suuri summasid.

Peale nitro-kombi värvide ilmumist autotehaste tootmisliinidele võeti need tooted kiiresti kasutusele ka autovärvitöökodades. Nitro-kombi materjalid olid autovärvitöökodades kasutusel kuni 1960-ndate aastate lõpuni, peale mida hakkasid hästivarustatud töökojad kasutama ca. 80°C juures kuivatatavaid alküüdvärve. Uut tüüpi remontvärvid kanti pinnale spetsiaalses eraldatud ruumis, kus toimis pidev ventilatsioon ja oli tagatud ühtlane temperatuur remontvärvimiseks**.** Sellist ruumi hakati nimetama **värvikambriks.** Värvikambrisse laest sisenev õhk filtreeriti, et vältida tolmu sattumist värskele värvipinnale.

1960-ndate aastate lõpus toimus fundamentaalne muudatus autode remontvärvimisel. Kasutusele võeti 2-komponentsed värvimaterjalid nii pahtlite, kruntide kui ka täitevkruntide valikus ja kogu värvimisprotsess muutus oluliselt kiiremaks ning kvaliteetsemaks.

1970-ndatel aastatel koosnes auto värvipind tavaliselt neljast põhikihist – tsinkfosfaadist, nakkekrundist (korrosioonikaitsekrundist), täitevkrundist ja pinnavärvist. Autode remontvärvimisel kasutasid maalrid tavaliselt nn.kolme kihi tehnoloogiat, kus esimeseks kihiks oli fosforhapet sisaldav nakkekrunt, teiseks lihvitav täitevkrunt, mis andis aluspinnale vajaliku sileduse ning kaitses hästi kivilöökide eest, ning kolmandaks pinnavärv.

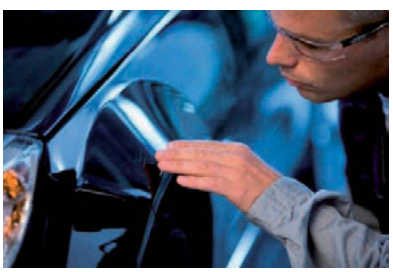
***Foto 18** – Värvi segamine segamissüsteemist 60-ndatel*

***Foto 19** – Mercedes 300SL värvimine samal kümnendil*

Kiirelt laienev värvivalik tegi raskeks valmisvärvide tarnimise autovärvitöökodadele ning sundis värvitööstusi välja töötama **pinnavärvide segamissüsteemid**. Segamissüsteemid kasutasid kindlat arvu põhivärvide komponente, millest spetsiaalsete retseptide abil oli võimalik valmis segada praktiliselt kõik turul olevate autode värvitoonid. Värviretsepte jagati retseptiraamatute näol või mikrofilmidel.

Tänu mõningate pigmentide halvale kattevõimele ja uute poolläbipaistvate efektvärvide arengule ning laiemale kasutuselevõtule pidi automaaler värvi täieliku katvuse saavutamiseks pihustama 3-5 kihti. Seetõttu võeti kasutusele toonitud krundid ja alusvärvid, mis aitasid saavutada soovitud tulemuse vähemate kihtidega ning hoida seeläbi kokku aega.

21. sajandi automaalril on võimalik laiast valikust kvaliteetsetest remontvärvimis-materjalidest valida madala lahustisisalduse, hea katvuse ning suurepärase vastupidavusega materjalid. Ülimadala lahustisisaldusega UV-kuivavad krundid, ühes kihis katvad veepõhised baasvärvid ja kriimustuskindlad, isetaastuva pinnaga lakid on juba täna kasutusel ja ilmselt suunda andvateks tootearendusliinideks ka lähitulevikus.



***Fotod 20, 21 ja 22** – Moodne autode remontvärvimise protsess on 100 aasta jooksul läbi teinud suure arengu*

1.1.3 Autode värvitoonid aegade jooksul

Autod pole mitte alati olnud värvilised nagu me täna oleme harjunud...

Periood enne II Maailmasõda - Must aeg

Autoharrastajatele meeldib tihti vaadata vanu filme just selleks, et uurida unikaalseid sõidukeid, mis on tänavapildist juba ammu kadunud. Filmilindi võlujõud võimaldab liikuda ajas tagasi ja kujutleda end sõitmas 40 aastat tagasi, klassikalises autos. Tihti on eriline roll mängida ka nende autode iseloomulikel värvustel – kes saaks vastu panna näiteks Volkswagen „Põrnika“ helesinise, BMW 2002 oranži või Dodge Challengeri ploomililla nostalgiafaktorile?

Foto 23 - *Henry Ford arvas, et korralik auto peab olema musta värvi...*

Autoajaloo alguses oli värvuste valik siiski väga piiratud ja seda esmajoones tänu selle aja värvi-tehnoloogia puudustele. “Võite oma auto tellida ükskõik mis värvi, seni kuni see on must”, tavatses öelda autonduse teerajaja Henry Ford. Enamus tema poolt valmistatud autosid olidki mustad – must nitrovärv, mis kuivas päikese käes kõige kiiremini, sai aastakümneks põhiliseks autotööstuse viimistlusvahendiks ning valikud muude värvuste suhtes olid väga piiratud – mõned erinevad punase, sinise ja rohelise alatoonid olid kõik, mis pakkuda oli. Alles 1930-ndatel, kui pigmenditehnoloogia oli arenenud ja tolleaegne DuPont’i kontsern tõi turule uued urea- ja melamiinvärvid, avanesid autotööstusele uued võimalused – kollased, helehallid ja valget värvi autod muutusid reaalsuseks.

Fotod 24, 25 ja 26 *– Seoses värvitehnoloogia arenguga muutusid eelmise sajandi 30-ndatel nõutuks värviküllased autod*

Siiski oli üks kitsas ala, kus värviküllased autod olid juba pikka aega ilma teinud – autovõidusõit ja võidusõiduautod.

Autovõidusõidu algaastatel leppisid riigid kokku teatud reeglid, millest üks olulisematest oli peamistele osavõtjamaadele määratud oma kindlad, võistlusautodel kasutatavad värvused, mida nende võidusõitjad pidid kohustuslikus korras kasutama: Briti Rahvaste ühenduse värviks sai roheline "British Racing Green", prantslaste võidusõiduautode värviks sai sinine, Belgiale jäi kollane ja sakslastele valge. Huvitaval kombel määrati Itaallastele võidusõiduvärviks algselt must, mis aga kiiresti muutus koos kuulsate Alfa-Romeo võidusõidumasinatega punaseks – "Rosso Alfa". Sellest samast punasest sai hiljem kõigi Itaalia autode, esmajoones Ferraride, tunnusvärv.

Klassikaliseks Saksa masinate värviks, alates aastal 1900 toimunud Gordon-Benneti Auhinna sõidust, oli valge. Siis, juhuslikult 1934 aastal, Eiffel Grand Prix võidusõidu ajal Pariisis, ületas Mercedese võistkonna auto lubatud võistluskaalu umbes kilo võrra ja tiimi mehaanikutel ei jäänud üle muud, kui kraapida kaalu säästmiseks kogu autolt värv maha. Eemaldatud värvi alt paljastus hõbedaselt läikiv alumiiniumpind ja hetkega oli Merceds-Benzi võistlusauto saanud uue hüüdnime Hõbenool *(i. Silver Arrow)* ning see auto sõitis end igaveseks ajalukku.

Sellest hetkest peale on hõbedane metallikvärv saanud Mercedese tunnusvärviks ja kõik järgmised võistlusautod värviti juba teadlikult hõbedasteks. Ühtlasi sai sellest laiemalt alguse ka alumiinium-osakesi sisaldavate metallik-efektvärvide kasutamine.

1940. ja 1950. aastad. Mitmevärviliste autode aeg

Euroopa liiklus 1950-ndatel oli suhteliselt ühetooniline ja näiteks Saksamaal olid autod peamiselt mustad ning autoomanikud eelistasid tagasihoidlikke tumedamaid toone, nagu tumesinine, tumedam roheline, tumehall ja loomulikult must. Sportautode omanikud tegid siiski valiku tihti ka valge, kreemika või hõbedase auto kasuks, sest nende toonidega seostati ka kõrgendatud tähelepanu ja seeläbi liiklusohutust. Mitmed valisid hõbedase auto just tänu sarnasusele läbi aegade edukaima Mercedese võidusõiduautoga Hõbenool. Üldised värvitooni trendid peegeldasid oma aega – näiteks kirgast punast peeti liialt provokatiivseks ning seda aktsepteeriti ainult sportautodel.

Fotod 27 ja 28 *– 20.sajandi 50-ndatel aastatel tulid moodi mitmevärvilised autod.*

Koos rikkuse ja võimaluste arenguga maailmas muutusid peatselt ka autoostjate eelistused ning moodi tulid kahe- või isegi enamvärvilised autod. Seda trend sai alguse Ameerikast ning kestis kuni eelmise sajandi 60-ndate aastate keskpaigani. Paljude kroomliistude kasutamine tegi eri tooni autoosade jagamise ja värvide üleminekuliinide peitmise lihtsaks. Täna arvavad autoajaloo eksperdid, et katsetus mitmevärviliste autodega oli tegelikud ettevalmistus täielikuks üleminekuks tugevalt pigmenteeritud kirgastele värvustele.

1960. aastad. Värviline meeldib paljudele

Kirkad ja heledad värvitoonid, eriti punase nüansid, olid senini tekitanud päris palju probleeme, kuna pigmentidel oli tendents oksüdeeruda ja kriidistuda ning seeläbi kaotas värv kirkuse ja läike. Seetõttu kandsid enamus "värvilistest" autodest 1960-ndatel pastelseid värvitoone – näiteks heleroheline, helesinine või pastellkollane.

Fotod 29 ja 30 *– 20.sajandi teine pool, autodel kasutatakse pastelseid, heledaid värvitoone.*

Need toonid olid moes ka igapäevaelus, riietuses ning kodude sisustuses. Selge oli üks – must ja hall periood autonduses oli selleks korraks läbi ning rikkalikud, kirkad ja sõbralikud värvitoonid võtsid teatepulga üle. Ainsateks neutraalvärvideks, mis siiski moes püsisid, olid valge ja kreemikasvalge.

Foto 31 *– Kirkad efektvärvid iseloomustavad 60. aastate lõppu ja 70. aastate algust.*

Järgnevad 1960-ndate lõpuaastad ja 1970-ndate algus said näha hipikultuuri mõju - erinevad "*Candy*" värvitoonid, suure metallikefektiga „*Flake*"-värvid ning lausa kirjuks maalitud autod olid Ameerika noorte vastupanu "rohujuure tasandil" suurtele korporatsioonidele, kes autosid valmistasid. Sellesse ajajärku jääb ka autode disainvärvimise ja *Custom*-kultuuri algus, millest arenes välja tänane *Tuning*-tööstus ja disainvärvimine. Selle liikumisega läksid suhteliselt kiiresti kaasa ka enamik Ameerika auto-valmistajad ning pakkusid oma mudeleid seninägematus valikus triipude ja muude disainvärvi-elementidega.

Kui hipiliikumise 1967 aastal Euroopasse levis, siis sai tavaliseks, et ka VW Põrnika, VW bussi või Citroen 2CV omanikud disainisid oma sõidukid massiliselt ümber ning see lõi aluse uute värvimis-töökodade tekkele, kelle peamine äri oligi autode ümbervärvimine.

1970. aastad. Kirkad toonid teevad ilma

Juba mõni aasta hiljem särasid autod ka tehaseväravast väljudes sadades erinevates kirgastes värvitoonides nagu ei kunagi varem. Näiteks 1971. aastal oli populaarseimaks värviks valge, millele järgnesid kohe punane ja sinine. Toonid muutusid aina kirkamaks ja puhtamaks ning metallikvärvid muutusid aina tavalisemaks.

***Foto 32** – 70. aastad – ilma teevad kirkad toonid. BMW värvis oma uue 2002 ti oranžiks*

Lõpuks ometi olid eredad toonid saanud jagu tumedatest ja tagasihoidlikest. Järgides trendi, muutsid oma käitumist isegi äärmiselt konservatiivsed autovalmistajad, nagu BMW, kes oma uut 2000-seeria mudelit tutvustas erkoranžina.

Oma kindel mõju värvitoonidele oli ka autode mõõtudel, mida väiksem auto, seda kirkam värv – sellest sai uus reegel. Turule tulid ka uued disainkujundused, eriti autode stiliseerimiseks kasutatud värvitriibud. Peale kriisiaastaid 1970-ndate keskel jõudis aastal 1977 kätte buumiaeg ja automüük tõusis raketina uutesse kõrgustesse. Sellest sai metallikvärvide üldistumise aasta ning juba üle 30% sel aastal müüdud autodest kandis metallikvärvi.

Juba suhteliselt heal kogemuste pagasil põhinedes töötati 1970-ndatel välja nn. “värvusteooria” ja sama teooria on siiani koloristide ja disainerite töö alustalaks. Avastati, et majandusliku arengu ja isikliku jõukuse kasvu tingimustes katsetavad inimesed hea meelega tugevate ja uuenduslike värvustega, samas kui majanduslanguse tingimustes eelistavad nii autovalmistajad kui ka ostjad tagasihoidlikumaid värvitoone.

Samas esineb ka erandeid – näiteks Itaalias on Ferrari-punane alati populaarne olnud ja täielikult üle elanud nii Itaalia tõusud kui ka mõõnad. Alles üleminek veepõhistele värvidele ja üldisele loodus-säästlikkusele on taas populaarseks teinud sinised värvitoonid ja täna ongi keskkonnateadliku autoostja värvivalik mitte roheline vaid just sinine. Paljude disainerite ja trendiloojate arvates on sinine suurepärane kombinatsioon sportlikkusest, elegantsist ja kvaliteedist. Ka vesi ja õhk on ju puhtana sinised...

1980. aastad. Taas suursugused ja tagasihoidlikumad värvid

Kaheksandaks kümnendiks olid oma jälje autodele jätnud ka mitmed aerograafi-kunstnikud ning hulgaliselt individualistidest autoomanikke sõitis ringi autodega, mida kaunistasid fantaasiast, erotitsismist ja moodsast kunstist mõjutatud maalingud.

***Foto 33** – 80. aastate auto võis vabalt olla ka kunstiobjekt! Tavakodanik eelistas siiski tagasihoidlikumaid kombinatsioone*

Põhiosa autoomanikest eelistas siiski silmapaistmatuid värvusi. Näiteks aastal 1987 tõusis mõnes maailmajaos üllatuslikult populaarseimaks autode värvuseks hall, mille osatähtsus tõusis märkimisväärse 23 protsendini. Teisalt kaotasid roheline ja kollane olulise osa oma tähtsusest ning olid suhteliselt vähe kasutusel.

***Fotod 34 ja 35** – Hall tõusis esmakordselt populaarseimaks autode värvuseks eelmise sajandi 80. aastatel*

Punane, kiirust ja agressiivsust rõhutav värvitoon säilis endiselt populaarsena, nii nagu ka eelneval kümnendil. Punane oli lemmikvärv nii Golf GTI juhtidele kui ka sportlike Audide omanikele, rääkimata eksootilistest Itaalia sportautodest.

1990. aastad. Punane, sinine või kõik korraga?

1990. aastate algusest läksid autod taas aina värvilisemaks. Idabloki inimesed, kes olid äsja vabanenud kommunistliku ikke alt ja mille autojuhid nautisid täiel rinnal tekkinud vabadust, tormasid ostma just eelkõige puhaste, selgete värvidega viimistletud autosid. Lõppude-lõpuks olid nende Ladad-Trabandid-Polonezid olnud pea 30 aastat ühesugused – hallikad või muud määrdunud värvused, ilma igasuguse sära ja elurõõmuta. Tugevalt pigmenteeritud värvid olid nimelt kallid ja seetõttu Idabloki maade tööstusele kättesaamatud.

90-ndatesse jääb ka meeldejääv sündmus – Volkswageni mudeli Polo “Benetton-Edition“ turuletulek. Nimelt oli selle auto iga keredetail erineva värvusega!

21. sajand. Monokromaatilised toonid „ruulivad“

Nii nagu mood, muutusid ka autoomanike värvieelistused kiiresti ning maad võttis tunduvalt soliidsem värvigamma. Aastaks 2000 oli varasemast popist punasest saanud suhteliselt vähekasutatav värvus. Saabunud oli minimalistliku disaini aeg ja hall ning hõbedane tõusid uute autode popimateks värvusteks kogu maailmas. Hõbedane oli tõusnud kindlaks liidriks ja püsis esikohal kuni aastani 2009, mil sellest läks mööda must ja 2012 aastal omakorda valge värvus. Nii ongi **monokromaatilised** värvitoonid – valge, must, hall ja hõbedane säilitanud jätkuvalt oma liidripositsiooni automaailmas.

Fotod 36 ja 37 *– Monokromaatlised värvused must, hall ja valge moodustasid 2013 a. lõviosa autode värvustest*

Selle raamatu ilmumise ajaks – aastaks 2014 on eksperdid eeldanud uue “tugevate värvuste” kümnendi algust ja esimesed märgid sellest on juba näha. Uusim trend on keerulisi eripigmente kasutavad ja enneolematuid värvusefekte tekitavad värvkatted, mille teostus oli tehniliselt võimalik juba aastaid tagasi, kuid mis on leidnud tee tootmisliinidele alles peale suurt majanduslangust aastatel 2008-2010. Hea näide on uue Fiat Punto oranž või Ford Fiesta Magenta Red.

Matt värvipind on samuti uuem trend, mille laiem levik on saanud tõeks koos uute pesemiskindlate mattlakkide turule tulemisega – näiteks *Standox Spezial-Matt Klarlack* võimaldab autot pesta ja puhastada ilma mingi hirmuta matti lakipinda vigastada või kulutada.

Arvamusi tulevastest värvitrendidest on mitmeid ja need lähevad tihtipeale üksteisest kardinaalselt lahku. Siiski on eksperdid kindlalt ühel meelel selles, et üks värvus (või teoreetiliselt värvuse puudumine) muutub aina popimaks – see on valge. Valge on nagu nostalgiline tagasivaade kuldsetesse 30-ndatesse, kus just kõige suursugusem seltskond valget sõidukit eelistas.

Fotod 38 ja 39 *– Valge auto on olnud luksust ja kvaliteeti hindavate autoomanike eelistuseks nii 30.aastatel kui ka praegu*

1.2. Põhimõisted ja piktogrammid

Automaalri töös ja erialases tehnilises kirjanduses kasutatavad lühendid ja mõõtühikud. Piktogrammid ja nende tähendused.

Õpiväljund: Õpilane tunneb automaalri erialal kasutatavate peamiste lühendite ning piktogrammide tähendust ja tunneb erialases kirjanduses kasutatavaid mõõtühikuid. Oskab kasutada nii eesti- kui ingliskeelset tehnilist informatsiooni, mis sisaldab allpooltoodud tähiseid ja piktogramme.

1.2.1 Automaalri töös ja erialases tehnilises kirjanduses kasutatavad lühendid ja mõõtühikud

µm (mikromeeter, vanemas kirjanduses mikron) – pikkusühik, miljondik meetrit e. 1/1000 mm. Kasutatakse värvkatte kihtide paksuse iseloomustamisel.

bar (baar)– mittesüsteemne rõhuühik, kasutatakse pneumaatiliste tööriistade sisend- ja väljundsurve iseloomustamisel. Peamine ühik madal- ja normaalsurve värvipüstolite sisend- ja väljundsurve iseloomustamisel. (1 bar = 10^5 Pa = 0,1 MPa).

Pa (Paskal) - SI-süsteemi rõhuühik. Kasutatakse suruõhuseadmete sisend- ja väljundsurvete ning ventilatsiooniseadmete tekitatatud rõhkude iseloomustamiseks. 1 Pa on rõhk, mille tekitab 1 m^2 suurusele pinnale ühtlaselt jaotunud 1 N suurune jõud. (1Pa= 1Nm2).

Psi *(i. pound-force per square inch)* **–** rõhuühik, nael-jõud ruuttolli kohta. Kasutatakse suruõhu-seadmete sisend- ja väljundsurvete iseloomustamiseks. 1 psi = 6894.757 Pa. Tänapäeval peamiselt asendatud Pa-ga.

ºC (kraadi Celsiust) – temperatuuriühik, kasutatakse ümbritseva õhu ja värvitavate objektide pinna temperatuuri iseloomustamisel.

DIN – lühend saksakeelsest nimetusest *Deutsces Institut für Normung*, Saksa Standardiseerimis-instituut. Seda lühendit kasutatakse liitena kasutatava standardi numbri ees.

DIN 4 20ºC/sek – kasutatakse värvimaterjalide viskoossuse iseloomustamisel, standard DIN4 iseloomustab 100 ml vedeliku läbivoolamise kiirust sekundites, 4 mm diameetriga mõõtavast.

m²/l (ruutmeetrit liitriga) – kasutatakse teoreetilise materjali kulu iseloomustamisel määratud kihipaksuse juures. **Nimetatakse ka teoreetiliseks katvuseks.**

h (tund) – ajaühik, kasutatakse värvimaterjalide kasutus- ja kuivamisaja iseloomustamisel tundides.

min (minut) - ajaühik, kasutatakse värvimaterjalide kasutus- ja kuivamisaja iseloomustamisel minutites.

g/L (grammi liitris) – kasutatakse lenduvate orgaaniliste ühendite e. LOÜ (i.VOC) sisalduse iseloomustamisel värvimaterjalides, mõõdetuna 1 liitris värvimaterjali töösegus.

g/cm³ (grammi kuupsentimeetris) **–** kasutatakse värvimaterjalide erikaalu (suhteline tihendus) iseloomustamisel.

L või **l** (liiter) – mahuühik, kasutatakse põhiühikuna värvimaterjalide mahukoguse iseloomustamisel.

g (gramm) – kaaluühik, kasutatakse värvimaterjalide mahukoguse (kaalu) iseloomustamisel värvimaterjalide kaalumisel elektrooniliste kaaludega.

kg (kilo, kilogramm) - kaaluühik, kasutatakse värvimaterjalide mahukoguse (kaalu) iseloomustamisel.

P – tähis, mida kasutatakse abrasiivi kareduse numbri ees FEPA süsteemi normidele vastavuse tähistamiseks.

mm (millimeeter)– pikkusühik, kasutatakse autovärvimisel näiteks ekstsentriklihvija alustalla võnkeamplituudi ja värvipüstoli pihustamisotsiku läbimõõdu iseloomustamisel.

cm (sentimeeter)– pikkusühik, kasutatakse näiteks värvipüstoli ja värvitava objekti vahelise kauguse iseloomustamisel.

% (protsent) - protsentühik, kasutatakse seguvahekordade ja lisaainete mahu suhete iseloomustamisel.

nm (nanomeeter) – pikkusühik, kasutatakse valguse lainepikkuse iseloomustamisel nanomeetrites.

m³/h (kuupmeetrit tunnis) – kasutatakse värvikambrit ja kruntimisalasid läbiva õhuhulga iseloomustamisel.

Nm3/h – sama, mis eelmine kuid lisatähisega **N**ormal . tähendab mõõdetuna normaaltemperatuuril ja rõhul.

l/min (liitrit minutis) – kasutatakse peamiselt kompressori tootlikkuse ja pneumaatiliste tööriistade suruõhu tarbimise iseloomustamisel.

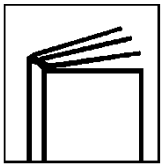
m/s (meetrit sekundis) - liikumise kiirus. Kasutatakse värvimisalades ja töökojas töötsoonis liikuva õhu kiiruse iseloomustamiseks.

K (Kelvin) – temperatuuriühik, kasutatakse valgusetemperatuuri iseloomustamisel kelvinites.

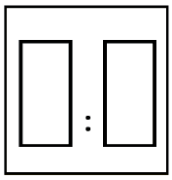
lx (lux) - valgustatuse ühik SI-süsteemis. Kasutatakse autovärvimisel ruumide valgustatuse (valgustiheduse) iseloomustamisel.

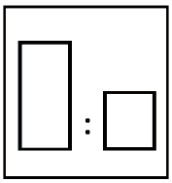
RFU *(i. Ready for use)* – pihustamisvalmis värvimaterjali töösegu rahvusvaheline lühend.

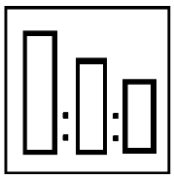
1.2.2 Automaalri töös ja erialases tehnilises kirjanduses kasutatavad piktogrammid ja nende tähendused

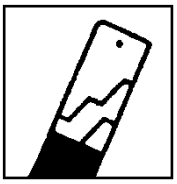

Vaata toote tehnilist infot

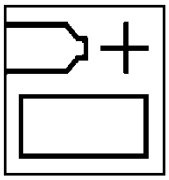
Puhastamine

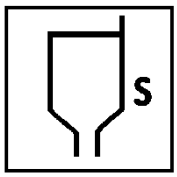

Töösegu suhe1:1 2 komponendi suhtes


Töösegu suhe 2 komponendi suhtes


Töösegu suhe 3 komponendi korral

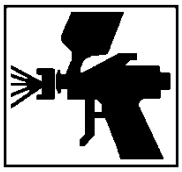

Kasuta segamispulka


Kõvendi lisamine pahtlile ja pritspahtlile



Pihustamis viskoossus

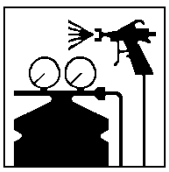
Vees lahustuv

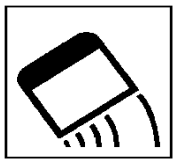

Ülaanumaga värvipüstol

Alumise anumaga värvipüstol

Kivikaitse püstol

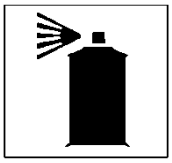
Pihustuskihtide arv

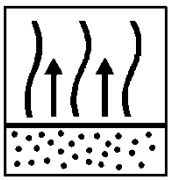

Airless (tööstusvärvimise meetod)

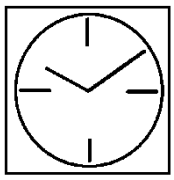

Pahteldamine

Pealekandmine pintsliga

Pealekandmine Rulliga


Aerosool


Vahekuivatus

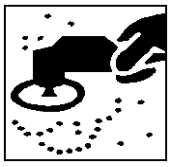

Kuivamisaeg

IR- kuivatus

Käsitsi lihvimine, märjalt

Käsitsi lihvimine, kuivalt

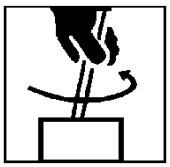
Ektsentriklihvijaga lihvimine, märjalt


Ektsentriklihvijaga lihvimine, kuivalt

Taldlihvijaga, märglihvimine

Taldlihvijaga, kuivlihvimine

Poleerimine


Segamine

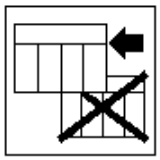
Segamine masinaga

Värvitooni kontroll

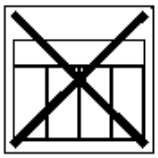
Põrkeraua värv

Hajutamine

Halb katvus


Värviretsept on muudetud

Ülevärvimine

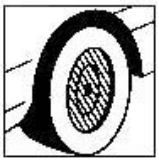

Värv ei ole segatav

Värvinäidiste variandid

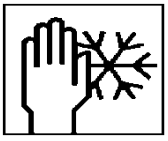
Värviretsept on tootmisest maas

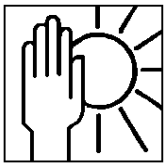
Interjööri värv

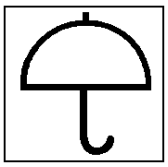
Mootoriruumi värv


Velgede ja ilukilpide värv

Mitmevärviline sõiduki kere


Külmakartlik


Ladustada jahedas


Niiskustundlik

Sulgeda anum hoolikalt

Säilivusaeg

1.3. Värvkatte ehitus

Aluspinnad. Värvkatte eesmärk. Erinevate värvimaterjali kihtide iseloomustus ja ülesanded.

Õpiväljund: Õpilane tunneb auto värvkatte ülesehitust ja erinevate materjalide omadusi ja ülesannet.

1.3.1 Aluspinnad

Autode väljanägemisel on autostumise varajastest algusaegadest peale olnud mängida oluline roll nende omandamise soovis ning peale disaini on olulisim kaal selles just värvusel ja värvidel. Värvkate annab autole tema välise ilu, kuid täidab tegelikult ka mitmeid muid olulisi ülesandeid – kaasa arvatud kaitsta alusmetalli vigastuste ja ilmastikumõjude eest, mis võiksid korrosiooni põhjustada.

Järgnevalt tutvume lähemalt autode värvkatte ülesehitusega. Alustame peamisest - aluspinnast, millele värvkate on kantud.

Autode kerede valmistamisel kasutatavad **materjalid jagunevad** põhimõtteliselt kaheks:

- metalsed aluspinnad
- mittemetalsed aluspinnad

Metalsed aluspinnad

Metalsed aluspinnad on teras, galvaniseeritud teras, alumiinium, magneesium või nende sulamid.

Tänapäeval kasutatakse autotööstuses laialdaselt nii terast kui ka alumiiniumi.

Galvaniseerimata terast kasutatakse nii lehtmetallina kui ka struktuuriosade valmistamiseks endiselt üsna rohkelt, eeliseks on siin just materjali odav hind. Galvaniseerimata terasplekk on suhteliselt tundlik niiskuse ja abrasiooni suhtes ning seetõttu mitte eriti korrosioonikindel. Galvaniseerimata terasest valmistatud autokered **fosfaaditakse** enne kruntimist. Fosfaatimine on protsess, mille käigus autokere uputatakse erinevaid fosfaadi soolasid sisaldavasse töötlusvanni ja töötluse tulemusena tekib terase pinnale kristalliline metall-fosfaat. Fosfaaditud pinnale nakkuvad värvikihid paremini ja pind on ka oluliselt korrosioonikindlam.

Galvaniseeritud terast kasutatakse autotööstuses aina rohkem ja terasplekist autokere galvaaniline katmine tsingiga võib toimuda kahel viisil:

- Valmis kere või kere koosluse galvaaniline katmine uputusvannis
- Kahepoolselt eel-galvaniseeritud pleki kasutamine keredetailide stantsimisel

Eelgalvaniseeritud kereplekk on terasplekk, mis on tootmise käigus kahepoolselt kaetud tsingi-kihiga. Tsink kaitseb terast korrosiooni eest ja seda just tsingikihi ohverdamise hinnaga.
Kui keredetaili tabab näiteks värvkatet läbiv kivilöök, siis tsingikiht hakkab vigastuse kohas oksüdeeruma ja säästab sellega terasplekki roostetamisest. Kaitse toimib seni, kuni kogu tsingikiht on oksüdeerumise tagajärjel hävinenud.

Teraspleki katmiseks tsingiga kasutatakse tavaliselt **elektrolüütilist tsinkimisprotsessi** ja tekkiva tsingikihi paksuseks on 5-10 µm. Sisemiste detailide katmiseks, mida ei värvita, kasutatakse ka kuumtsinkimist. **Kuumtsinkimisel** uputatakse terasest detailid sulatsingi vanni ja pinnale jääb iseloomuliku mustriga, veidi rasvane tsingikiht, mis on ka ilma ülevärvimiseta küllalt vastupidav ilmastikule. Kuumtsingitud pinnale nakkub värv väga halvasti, seetõttu kuumtsingitud terasplekki auto välisdetailide valmistamisel ei kasutata.

Järk-järgult suureneb **alumiiniumi** kasutamine keredetailide ja isegi tervete kerestruktuuride valmistamisel. Alumiiniumi peamine eelis terase ees on tema oluliselt kergem kaal ja hea vastupidavus niiskuse ja abrasiooni mõjudele. Alumiiniumist keredetaile on võimalik, kuigi üsna komplitseeritult, üksteise külge keevitada, seetõttu kasutatakse peamiselt liimimist ja neetimist. Sedasi valmistatud autokere on äärmiselt tugev, vastupidav ilmastikumõjudele ja deformatsioonidele ning korrosioonikindel. Alumiiniumi laialdasemat kasutamist takistab nii materjali enda kui ka alumiiniumkerede valmistamise tehnoloogia kõrge hind.

Alumiiniumkered vajavad enne värvikihtidega katmist eritöötlust, et eemaldada alumiiniumi pinnalt sinna tekkiv, pinda kaitsev, oksiidikiht. Oksiidikiht takistab värvimaterjalide head nakkuvust aluspinnaga.

Mittemetalsed aluspinnad

Mittemetalsed aluspinnad on eri tüüpi plastid ja komposiitmaterjalid.

Plaste kasutatakse tänapäeva autotööstuses üha enam. Peamine põhjus selleks on plastide kaalu ja maksumuse suhe võrreldes metallist valmistatud detailidega. Samuti on eeliseks plastide elastsus, tänu millele ei teki väiksema avarii korral keredetailidele jäävaid vigastusi. Näiteks plastist kaitseraud talub edukalt väiksemat kokkupõrget ilma, et talle tekiks silmaga nähtavaid vigastusi. Plastist saab ka valmistada äärmiselt keerulise kujuga detaile suhteliselt odavalt. Värvikihtide nakkuvus plasti pinnaga tagatakse spetsiaalsete kruntide abil või töötlemisel **plasmaga** enne värvimist.

Plastikute liikidel ja värvimisel peatume põhjalikumalt peatükis 6. Plastide Värvimine

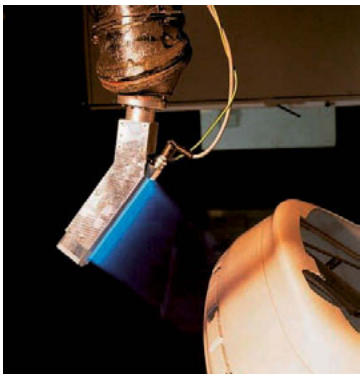


***Foto 40** – Plasti pinna töötlemine plasmaga nakkuvuse parandamiseks*

Komposiitmaterjalid on tuntud oma kerguse ja väga suure tugevuse poolest. Autokerede ehitusel kasutatakse erinevaid komposiite – süsinikkomposiite, klaasplastkomposiite ja plastkomposiite. Komposiitmaterjaid koosnevad kahest eri materjalist – sideainest (näiteks epoksiidvaik või polüester-vaik) ning armeerivast materjalist (näiteks süsinikkiud või klaaskiud). Komposiidist keredetaile ja isegi kerestruktuure kasutavad peamiselt eksklusiivsete sportautode valmistajad ning eesmärgiks on saavutada suur jäikus ja tugevus, tagades samal ajal kerge kaalu. Komposiitmaterjalide kasutamine on, tänu materjalide kõrgetele hindadele ja suhteliselt töömahukale tehnoloogiale, üsna kallis.

Siiski on komposiidid kasutust leidnud ka seeriasõidukite valmistamisel, näiteks tulede, radiaatorite ja kapoti lukusüsteemi hoidvate esipaneelide valmistamisel, mis on keeruka kujuga ning peavad olema tugevad. Samuti kasutatakse komposiite tagaluukide valmistamisel.

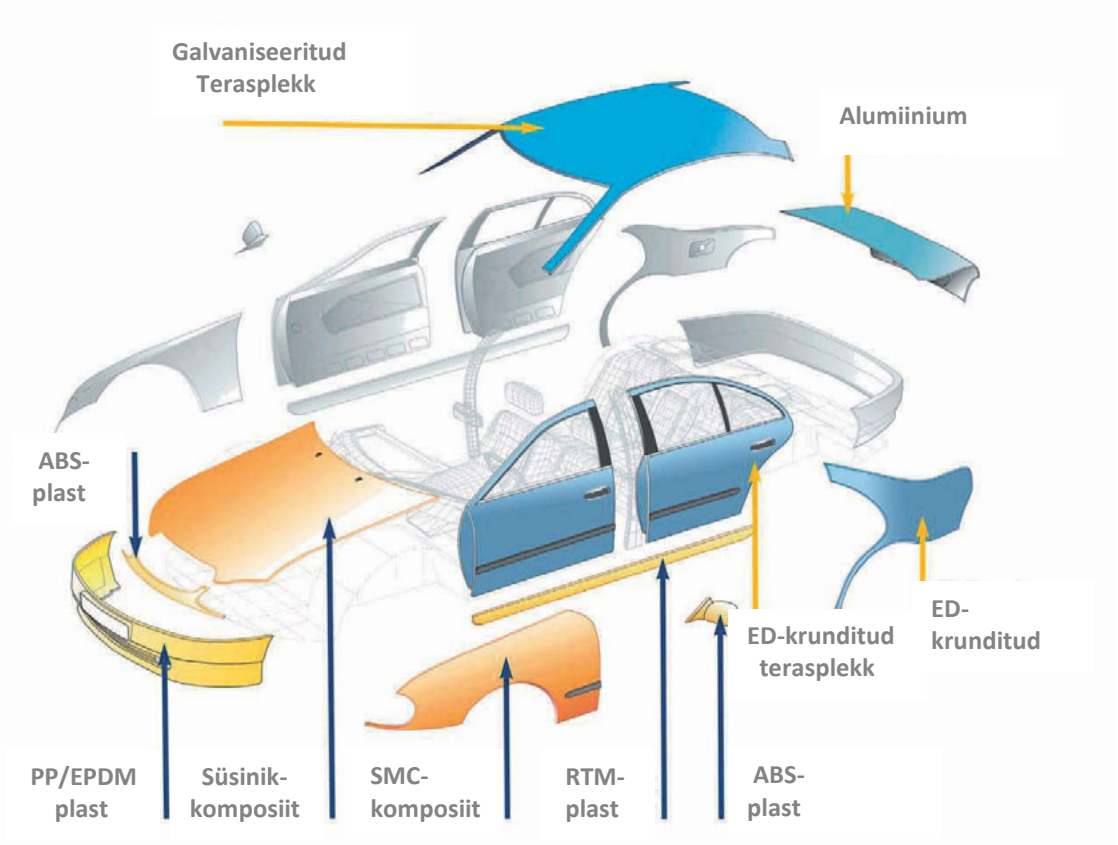
Lihtne moodus aluspinna materjali tuvastamiseks, et saada aru, kas on tegu terase või mõne muu materjaliga, on proovida pinna magnetilisust. Juhul, kui püsimagnet jääb keredetaili pinnale kinni, on tegu terasplekiga. Kui magnet pinnale püsima ei jää, on tegemist mingi mittemagnetilise aluspinnaga, milleks võib olla nii alumiinium, magneesium, plast või ka komposiitmaterjal.

Mitmed autotootjad, näiteks Audi, BMW ja Mercedes-Benz kasutavad autokerede tootmisel auto parema kaalujaotuse tagamiseks kombinatsiooni terasest, alumiiniumist ja erinevatest plastidest.

Sellisel juhul kasutatakse terast ja alumiiniumi kere põhikonstruktsioonide, luukide, tiibade ja uste valmistamisel. Plastist tehakse enamus autode kaitseraudu, iluliiste, iluvõresid, käepidemeid ning pisidetaile.

Laialdaselt kasutatakse järgnevat kombinatsiooni: auto struktuur ja peamised välimised detailid (uksed, katus, tagatiivad) on valmistatud terasest ning esiosa detailid (tiivad ja kapotiluuk) on valmistatud alumiiniumist, kaitserauad ja küljekarpide katted aga plastist.

Esineb ka üleni alumiiniumist keredega autosid (välja arvatud kaitserauad, käepidemed ja iluliistud), tuntumad sellised on näiteks Audi A8 (1994-tänaseni) ja Jaguar XJ6 (2004-2009). Samuti valmistatakse teatud sõidukite esitiivad ja tagaluugid plastist või komposiitmaterjalisest.



Joonis 1 *– Erinevate alusmaterjalide kasutamine autokerede valmistamisel ja materjalide tüüpilised kasutuskohad*

1.3.2 Värvkatte eesmärk

Auto värvkatteks või ka **värvikihiks (*i. coating film*)**, nimetatakse aluspinda katvat kihti, olenemata sellest, mitmest erinevast värvimaterjali kihist see koosneb (näit. krunt, värv, lakk).

Auto värvkattel on kaks peamist eesmärki:

- Kaitsta aluspinda kahjustavate välismõjude eest, nagu näiteks päikesekiirgus, vihm, kõrge ja madal temperatuur, kemikaalid, niiskus jne.
- Visuaalselt esteetilise ja ühtlase mulje saavutamine: värvuse, soovitud läikeastme ja eriefektide tekitamine.

Värvimaterjalid, mida kasutatakse autode tootmisel *(i. OEM-coatings)* on erineva viskoossusega vedelad, poolvedelad või vesidispersioonis olevad tahked ained, mis kantakse pinnale erinevate meetoditega. Värvimaterjalide täieliku kuivamise järel moodustub ühtlane kiht, mis on füüsiliselt tugevalt seotud aluspinnaga, millele värvimaterjal kanti.

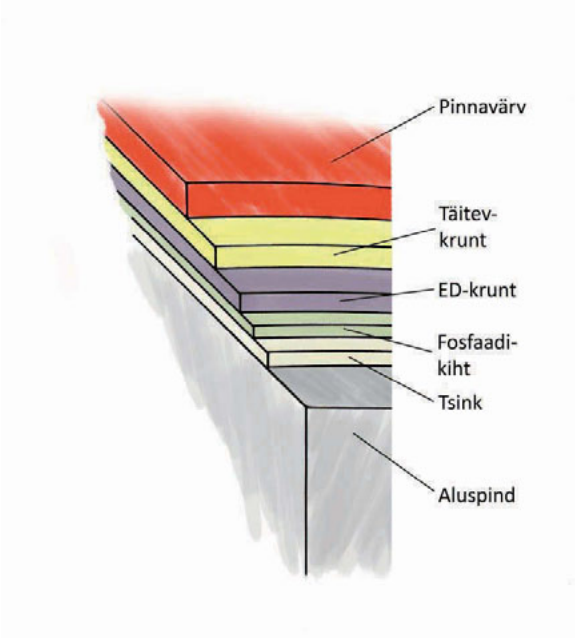
Koos fosfaaditud ja/või galvaanilise pinnakattega moodustab värvikiht aluspinnale kahekordse kaitse ning sellist pinnakattesüsteemi nimetatakse **duplex-süsteemiks.**

Autode originaalvärvkatted liigitatakse kaheks erinevaks värvkatte tüübiks vastavalt sellele, millist tehnoloogilist lahendust kasutatakse visuaalse efekti saavutamiseks:

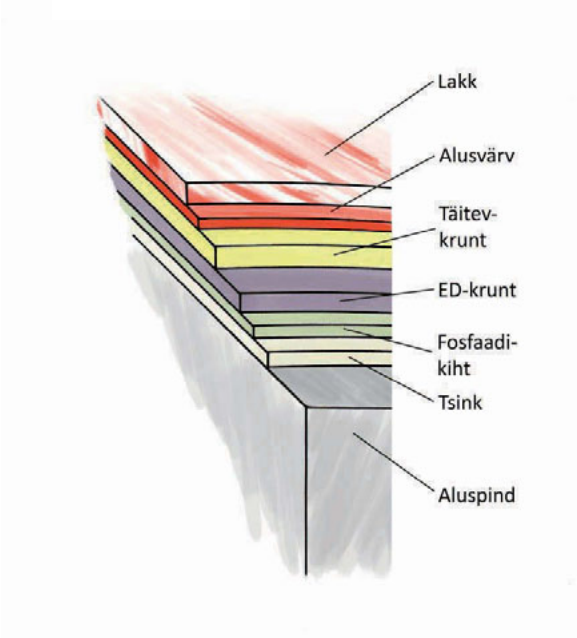
- **Pinnavärvi süsteem**
- **Alusvärvi ja laki süsteem**

Neist esimest, **pinnavärvi süsteemi**, mille korral värvkatte pealmine kiht on segu sideainest ja pigmendist ning mille visuaalne ja kaitsev efekt saavutatakse ühe ja sama värvimaterjali – pinnavärvi abil. Pinnavärvi süsteemi kasutatakse täna peamiselt pakiautode ja veokite värvimiseks.

Alusvärvi ja laki süsteemi korral on alusvärvil ainult dekoratiivne ülesanne, kaitseomadused ja läige saavutatakse alusvärvi peale kantava laki abil. Tänapäeval värvitakse praktiliselt kõik sõiduautod alusvärv/kattelakk-süsteemis.



***Joonis 2** - Pinnavärvi süsteem*



***Joonis 3** - Alusvärvi ja Laki värvisüsteem*

1.3.3 Värvkatte erinevate kihtide iseloomustus ja ülesanded

Nii nagu eelmises peatükis selgeks saime, koosneb auto värvkate mitmetest, erineva otstarbe ja paksusega kihtidest. Milleks siis kõiki neid kihte vaja on?

Allpool vaatleme täpsemalt värvkatte kihtide otstarvet ja nende paksust originaalvärvkatte korral:

Aluspind *(i. base material)* – selleks võib olla metalne või mittemetalne materjal. Käsitlesime aluspindu lähemalt eelmises peatükis.

Tsingikiht *(i. electrozinc)*– aluspinnale galvaaniliselt kantud tsingikiht kaitseb aluspinda korrosiooni eest.

Fosfaadikiht *(i. phosphating)*– passiveerib aluspinna ja sellele kantud tsingikihi ning tagab parima võimaliku nakkuvuse metallipinna ja värvimaterjalide vahel.

Kataforeeskrunt *(i. cataphoresis, dipping primer)* – tavaliselt uputusmeetodil kere pinnale kantav kataforeeskrunt peab tagama parima võimaliku korrosioonikaitse ja aluspinna isoleerimise edasiste värvikihtide eest. Nimetatakse ka ED-krundiks jne.

Täitevkrunt *(i. primer, primer-surfacer)* - täitevkrunt on puhvriks värvi ja aluspinna vahel ning selle ülesanne on kaitsta aluspinda mehaaniliste vigastuste ja keskkonnamõjude eest. Piisav täitevkrundi kihi paksus on eelduseks sellele, et näiteks kivikeste poolt tekitatud vigastused värvipinnas ei ulatuks läbi kõigi värvikihtide aluspinnani, mille tagajärjel võiks tekkida korrosioon metalli pinnal. Autode tootmisprotsessis kasutatav täitevkrunt on tavaliselt vedel või poolvedel värvimaterjal, mis sisaldab suurel hulgal hea täitevõimega tahkeid osakesi ning korrosioonikaitse pigmente.

Pinnavärv *(i. topcoat)* - Pinnavärv on värv, mis sisaldab sideainele lisaks orgaanilisi või sünteetilisi pigmente ja tekitab kuivades ühtlasi nii aluspinda välismõjude eest kaitsva kui ka dekoratiivse ning läikiva kihi (kelme). Pinnavärvi korral saavutatakse värvikihi kaitseomadused ja dekoratiivsed omadused ühe ja sama värvimaterjali abil.
Tehases autode tootmisel kasutatavad pinnavärvid võivad olla nii 1-komponentsed kui 2-komponentsed, lahustipõhised või ka veepõhised värvimaterjalid, mida kantakse pinnale erinevaid meetodeid kasutades.

Alternatiivina pinnavärvi süsteemile kasutab enamus autotootjatest sõiduautode tootmisel viimase pinnakatte kihina peamiselt **alusvärvi ja laki värvisüsteemi**.

Alusvärv, ka baasvärv *(i. basecoat, base paint)* **-** Alusvärvil on ainult dekoratiivne ülesanne, kaitseomadused ja läige saavutatakse alusvärvi peale kantava laki abil. Alusvärv kantakse pinnale tavaliselt kombineeritud elektrostaatilise menetluse ja suruõhu abil.

Lakk, ka kattelakk *(i. clearcoat, clear)* - pinnavärv ja läbipaistev lakk on praktiliselt sama koostisega, erinedes peamiselt selle poolest, et laki korral ei ole värvimaterjali segusse lisatud pigmente ja seetõttu on kuivanud lakikiht täiesti läbipaistev. Tehases lakitakse autod sama meetodiga, mis pinnavärviga värvides. Lisaks kasutavad mõned autotootjad ka pulberlakke *(i. powder-clearcoat)* või poolvedelaid pulberlakke *(i. powder-slurry clearcoat).* Viimastel aastatel on aina enam hakatud kasutama nanotehnoloogial põhinevaid, kriimustuskindlaid lakke ja mattpinnaga lakke.

Vaata lisaks erinevate lakkide kohta peatükist 3.5.1 Värvimise Materjalid

Mittemetalsete aluspindade, nagu plastid ja komposiidid, korral loomulikult tsinkimist ja fosfaatimist ei kasutata, selle asemel kantakse nakkuvuse tagamiseks aluspinnale spetsiaalne krunt, samuti lisatakse kõigile värvkatte osadele enamasti plastifikaatoreid, mis võimaldavad värvimaterjali kihil paisuda, kahaneda ja painduda koos aluspinnaga.

Tagamaks kõik eelpool näidatud ülesanded, peavad originaalvärvkattes olevate **kihtide paksused** mikromeetrites olema alljärgnevad:

- Fosfaadikiht 5-10 µm
- Kataforeeskrunt 15-20 µm
- Täitevkrunt 30-35 µm
- Alusvärv 10-20 µm
- Lakk 40-60 µm

Liites eelpooltoodud keskmised kihipaksused kokku, saame tehase värvkatte minimaalseks kogupaksuseks ca. 100 µm ja maksimaalseks ca. 150 µm. Suures piires just sellised suurused me ka mõõtmisel auto pinnalt saame. Siiski esineb sõidukeid, mille värvikihi paksus tehasest on alla 80 µm, selliste autode korral võib ka tähendada roosteplekkide märksa kiiremat ilmumist värvipinnale, kui üle 100 µm pinnakattega autode korral, seda just kivilöökidest tekitatud täkete juures.

OLULINE! 1 µm = 1/1000 mm. Võrdluseks: inimese juuksekarva paksus on umbes 70 µm.

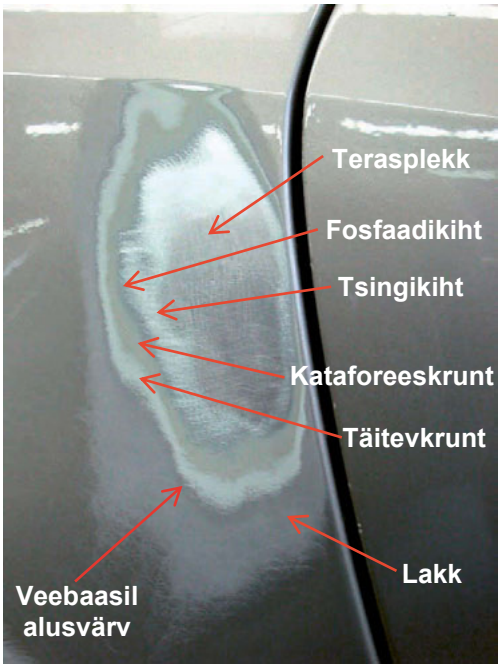


***Foto 41** – Auto originaalvärvkatte (OEM) kihid*

1.4. Värvimise protsessid

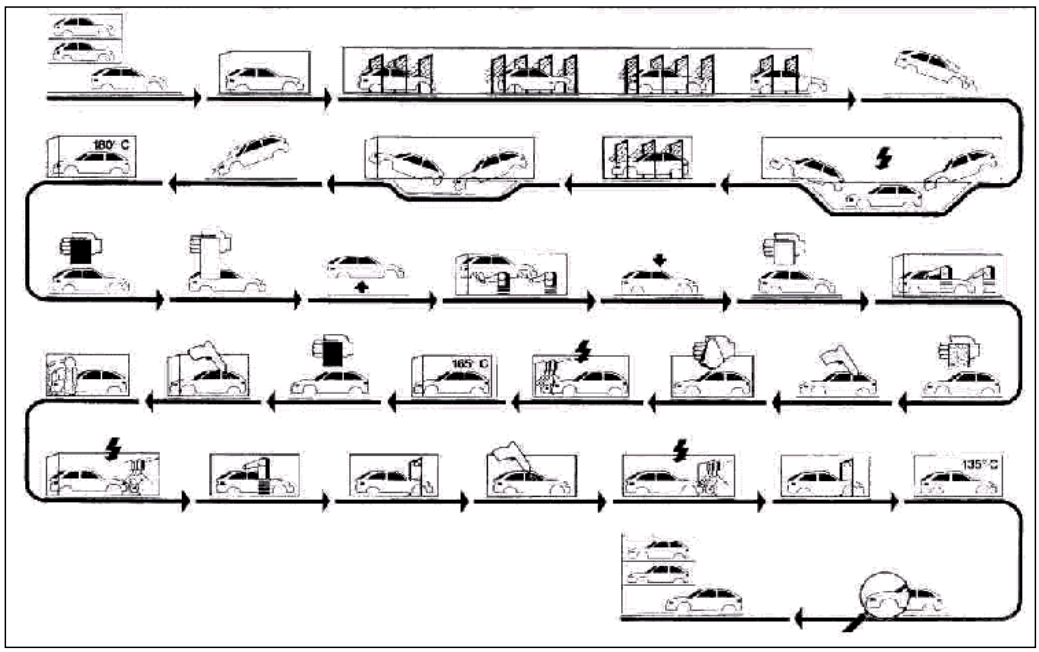
Autode värvimise protsessid tootmises (OEM-värvimine). Autode remontvärvimise protsess (Refinish). Remontvärvimise protsessis kasutatavad värvimaterjalid ja nende ülesanded. Värvisüsteemid ja autotootjate seos remontvärvimisega.

Õpieesmärk: omandada automaalri erialal vajalikud põhiteadmised autode värvimise tehnoloogiast ja protsessidest.

1.4.1 Autode tehasevärvimise protsess (OEM-värvimine)

Peale auto kere koostamist ja detailide ning koosluste ühendamist keevitamise, neetimise ja liimimise teel ootab tulevast autot ees oluline protsess – auto kere ja detailide värvimine. Värvimine autotehastes on keerukas ja kallis protsess – loetud tundide jooksul tuleb toorikkere mitmeid kordi puhastada, kanda pinnale ühtlases kihis erinevaid värvimaterjale ning kogu pinnakate korralikult kuivatada, seejuures ei tohi lõplikule värvipinnale jääda ühtegi nähtavat defekti – ei tolmuosakesi, valgumisi ega liigset struktuuri.

Fotod 42, 43 ja 44 *– Autode värvimise erinevad etapid ja menetlused autovalmistaja värvimisprotsessis.*



Joonis 4 *– Tüüpiline autode tehasevärvimise skeem eri etappide kaupa.*

Erinevad autotehased kasutavad kerede värvimisel erinevaid seadmeid ja tehnoloogiat, siiski on peamised protsessi osad sarnased:

Eelpuhastus – auto toorikkere puhastatakse tootmise käigus tekkinud keevitusräbust, õlist, pinnaroostest ja muudest pinna ebapuhtustest.

Galvaaniline töötlus ja /või passiveerimine – enamik autovalmistajatest katab kerepleki galvaanilise tsingikihiga, et tagada kerele maksimaalne eluiga. Tsingikiht hävineb korrosiooni käigus ja säästab sellega terasplekki, seni kuni tsingi kiht on otsa saanud. Mõned autovalmistajad kasutavad mõlemapoolselt eeltsingitud plekki juba kerede tootmisel ja lisatöötlevad ainult keevitus- ja ühendusliited. Passiveerimine tähendab kerepinna töötlemist kemikaalidega, mille tagajärjel moodustub kõva ja korrosioonikindel (passiivne) pinnakiht – kas fosfaat või kromaat, olenevalt töötlusel kasutatud kemikaalidest. Lisaks tagab selliselt töödeldud pind väga nakkumise kruntmaterjalidega.

Kataforeeskruntimine (ED-krunt) – auto kere krunditakse nii seest kui väljast uputusmeetodil, mille korral kogu autokere uputatakse spetsiaalsesse epoksiidkrundi vesidispersiooniga täidetud vanni ja kere pinnale ühtlase kihi saavutamiseks kasutatakse elektroforeesmenetlust – auto kerele antakse positiivne laeng – sellest tekib anood ja krundi vesidispersioonile negatiivne laeng, nii et värviosakesed on katoodiks. Sellise meetodiga ladestub kindel hulk krundiosakesi pleki pinnale ilma mingite pihustamiskadudeta ja on võimalik saavutada eriti ühtlane pinnakate. Kasutamata jäänud krunt valgub vanni tagasi ja vann on valmis järgmise autokere töötlemiseks. Järgneb ED-krundi kuivatamine.

***Foto 45** – Auto kere katmine ED-krundiga kruntimisvannis*

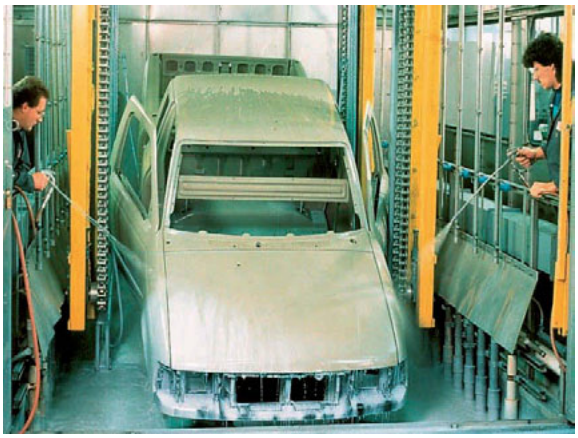


***Foto 46** – Üleliigse krundi maha pesemine kere pinnalt*

Kere tihendamine ja alaosa kaitsmine kiviöökide eest - peale kruntimist uputusvannis ja krundi kuivatamist tihendatakse kõik auto kere praod ja liitekohad ning kantakse vajalikesse kohtadesse kerepinnal kivilöögi- ja müravastased kaitsematerjalid. Toomisel kasutatakse peamiselt PVC mastikseid, mis peavad tagama:

- Auto kere tihenduse ja veekindluse
- Kaitse kivilöökide eest
- Soovitud akustilised omadused ja vajaliku mürasummutuse
- Kõrge korrosioonikindluse kere kriitilistes tsoonides

Peale kere alustöötlust suletakse luugid ja uksed ning tavaliselt fikseeritakse need veidi avatud asendisse. Järgmine pinnatöötluse kiht, täitevkrunt, kantakse tavaliselt ainult autokere välispinnale.

Täitevkruntimine – täitevkrundi ülesanne on tekitada puhverkiht aluspinna ja värvikihi vahel, et kaitsta auto keret kivilöökide ja muude välismõjude eest. Sellel krundikihil võib olla ka muid ülesandeid, nagu näiteks piiratud katvusega värvuse korral värvi parema katvuse tagamine värvilise krundi kasutamise teel. Seeriatootmises kasutatakse vahekrundina peamiselt erinevate sünteetiliste sideainete ja epoksiidsideaine segudel põhinevaid 1K ja 2K krunte.

Krunt kantakse pinnale erinevaid meetodeid kasutades. Järgneb krundikihi kuivatus ja teatud juhul ka krundikihi vahetöötlus ning seejärel on pind valmis värvimiseks.

Alusvärvimine (*baasvärvimine*) – alusvärvil on autode tootmisel dekoratiivne otstarve: see annab autole soovitud värvuse ja efekti. Alusvärv kaetakse lakiga kaitseks välismõjude eest ja läike andmiseks. Tänapäeva sõiduautodel kasutatakse praktiliselt ainult kahekihilisi pinnakatteid – nii metallik/ efektvärvid kui ka mittemetallikvärvid on kaetud lakiga. Selline lahendus tagab värvuse parema püsivuse ja kaitse välismõjude, nagu näiteks päikesekiirgus, eest. Alusvärv on peale kuivamist ja enne lakkimist reeglina matt. Alusvärvid liigituvad peamistes gruppides efektvärvideks ja ühevärvilisteks alusvärvideks, kusjuures efektvärvid omakorda võivad olla metallik-, pärlmutter-, Xirallic- jne. värvid. Esineb ka üha rohkem värve mille puhul kasutatakse mitme eriefektpigmendi segusid.

Alusvärv kantakse tavaliselt pinnale pihustusmeetodil, kusjuures kasutatakse nii kõrgsurveseadmeid, värvimist elektriväljas kui ka tavalist pihustamist suruõhuga. Efektvärvuste korral on oluline metallik-osakeste ühtlane langemine pinnale, sest väiksemagi kõrvalekalde korral võib pind jääda „pilve“ või triibuliseks. Parima tulemuse saavutamiseks kasutavad mitmed autotootjad kombineeritud pihustamist – esimene värvikiht kantakse pinnale elektriväljas, mis võimaldab väga väikeste kadudega pihustamist ja kiiret katvust, kuid ei suuda tagada efekti ühtlust. Seetõttu pihustatakse teine kiht (efektkiht) pinnale, kasutades pihustamist suruõhuga – see on küll suurte kadude tõttu kallim menetlus, kuid võimaldab efektpigmentide ühtlasemat langemist pinnale.

Alusvärv võib moodustuda ka kahest eri värvikihist, mille alumine kiht annab põhitooni ja pealmine kiht, mis on osaliselt läbipaistev, tagab soovitud efekti. Pinna vaatlemisel saavutatakse niiviisi sügav efekt, mida ühes kihis pihustades pole võimalik saavutada. Selliselt värvitud sõidukit nimetatakse **3-kihilise pinnakattega** kaetuks – esimene kiht alusvärv, teine kiht efektalusvärv ja kolmas kiht läbipaistev lakk.

Enamus autotehaseid kasutab alusvärvidena vesipõhiseid värvimaterjale, kusjuures sideained võivad eri tootjatel suuresti erineda. Mõned autotehased kasutavad veel osaliselt lahustipõhiseid alusvärve, kuid nende osakaal langeb pidevalt aina karmistuvate keskkonnanõuete tõttu.

Alusvärvi pinnale kandmisele järgneb jällegi põhjalik kuivatus ja sellele omakorda:

Lakkimine läbipaistva lakiga. Lakk on autokere viimane kattekiht ja selle ülesanne on kaitsta värvipinda keskkonnamõjude ja kulumise eest. Lakid sisaldavad erinevaid lisandaineid, näiteks UV-kaitset, mis annab lakile võime kaitsta alusvärvi edukalt päikesekiirguse hävitava toime eest.

Läbipaistev lakk võib olla nii veepõhine kui ka 1-komponent (1 K) või 2K-komponent (2K) tehnoloogial põhinev lahustipõhine lakk. Autode tehaseliinidel kasutatavad lakid erinevad suuresti remont-värvimisel kasutatavatest, kuna tehases, kui auto kere veel komplekteeritud pole, on võimalik lakipinna kuivatus temperatuuril üle 100^0C. Selline temperatuur võimaldab väga kiiret läbikuivamist ja oluliselt odavamate värvimaterjalide kasutamist, kui hilisemal remontvärvimisel. Remontvärvimisel värvitöökojas saame kasutada olulisemalt madalamat, kuni 70^0C kuivatustemperatuuri ja seetõttu on vajalik tunduvalt kallimal sideainetehnoloogial põhinevate materjalide kasutamine.

Värvimine pinnavärviga on alternatiiv alusvärvi/laki kombinatsioonile ja seda kasutatakse tänapäeval peamiselt kaubikutel ja muudel tarbesõidukitel. Selles protsessis kantakse auto kere pinnale pigmenteeritud pinnavärv, sarnaselt lakiga. Pinnavärvi kihil on nii dekoratiivsed kui ka kaitsvad omadused. Esineb kombinatsioone, mille korral pinnavärv kaetakse tootmises veel ka läbipaistva lakikihiga. Sellist menetlust kasutab näiteks Volkswagen mõnede oma mudelite tootmisel.

Lõppviimistlus ja –kontroll. Peale lakkimist ja laki kuivatust kontrollitakse värvipinna lõplikku kvaliteeti ning vajadusel eemaldatakse ebapuhtused värvipinnalt ja vajadusel pind poleeritakse.

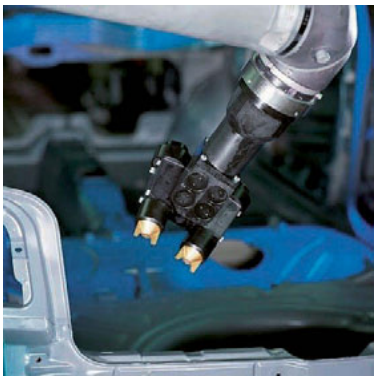


Foto 47 *– Sisepindade värvimine*

Fotod 48 ja 49 *– Kvaliteedi lõppkontroll tehase tootmisliinil*

Peale nende põhiprotsesside viiakse autode värvimisel valmistajatehases läbi arvukalt erinevaid ettevalmistus- ja viimistlusetappe, nagu vahekuivatused, puhastamised, lihvimised ja lõpuks poleerimine, mille käigus eemaldatakse värvimisprotsessis tekkinud defektid.

Nendest protsessidest kokku moodustub tervik - **auto tehasevärvimise protsess** (OEM-värvimine).

Uued innovaatilised värvimisprotsessid

Alates aastast 2007 on välja töötatud mitu uut menetlust autode värvimiseks tootmisliinidel – näiteks on Axalta Automotive Coatings (endine DuPont Automotive Coatings) turule toonud nn. “primerless paint process” tehnoloogia, mille korral on värvimisprotsessist ära jäetud täitevkrunt ja alusvärvile on spetsiaalsete lisanditega antud ka krundi omadused. Selline innovatiivne lähenemine võimaldab värvimisprotsessi oluliselt kiirendada ja saavutada seega selget kokkuhoidu. Kuidas sellised autod karmimates kliimatingimustes vastu peavad, näitab tulevik.

BMW AG kasutab teatud mudelite lakkimisel tehases poolvedelat pulberlakki, mis pinnale kandes on piimjalt matt ja omandab täieliku läbipaistvuse alles peale kuivatamist kõrgel temperatuuril. Sellist tüüpi lakki on lihtne ühtlaselt ja kadudeta pinnale kanda ja peamine eelis ongi materjali kokkuhoid.

Ilmselt saame järgnevatel aastatel näha mitmeid uusi, kõrgtehnoloogilisi lahendusi autode endisest efektiivsemaks ja kvaliteetsemaks tehasevärvimiseks. Kes teab mis meid järgmiseks ees ootab?

1.4.2 Autode remontvärvimine (Refinish)

Autode värvipinna parandusi või üleni värvimist peale auto lahkumist valmistajatehasest nimetatakse **remontvärvimiseks** *(i. refinish)* või taasviimistluseks.

Automaalrid ja autovärvimisega seotud inimesed esitavad tihti kolm korduma kippuvat **küsimust**:

1. Mis on autode tehasevärvimise ja remontvärvimise vahe?
2. Kas protsessid on samad ja kas kasutatavad materjalid on samad?
3. Kas autotehased ja neid sõidukeid hiljem remontivad värvimistöökojad kasutavad samade värvitootjate toodangut?

Vastused on lühidalt alljärgnevad:

1. Autode tehasevärvimise ja remontvärvimise protsessid on oma olemuses sarnased, kusjuures remontvärvimise protsessi peamine ülesanne on kopeerida erinevates oludes tehasevärvimise protsessi ja viimistleda auto vähemalt sama hea kvaliteediga (visuaalne ja tehniline kvaliteet), kui autotehases.
2. Autode tehasevärvimise ja remontvärvimise protsessid on võrreldavad, kuid mitte kõigis punktides samad. Kasutatavad materjalid on suures enamuses täiesti erinevad, selle põhjuseks on asjaolu, et autode remontvärvimisel ei saa kasutada kõrgeid kuivatustemperatuure (üle 100^0C), mida kasutatakse autotehastes toorikkerede värvimisel. Juba komplekteeritud autode plastdetailid ja elektroonikakomponendid ei talu nii kõrget temperatuuri. Kuna remontvärvimisel peavad materjalid kuivama sama vastupidavateks kui tehasest tulnud autol, ja seda oluliselt madalama temperatuuri juures, siis on vajalik mitmeid kordi kallimate materjalide kasutamine kui autotehastes.
3. Autotehased ja värvimistöökojad kasutavad samade värvitootjate toodangut, kuid siinkohal tuleks aru saada, et pea kõik suuremad autotootjad kasutavad kõigi suuremate värvitootjate tooteid, nii et eri värvusega autode värvimiseks võivad autotootjad kasutada erinevate tootjate värvimaterjale, samuti kombineeritakse eri tootjate materjale nii, et näiteks krundi tarnib üks tootja, värvi teine ja laki kolmas. Värvitarnijad valmistavad värvimaterjalid vastavalt autotootjate spetsifikatsioonidele ja soovidele. On ka tavapärane, et sama värvikoodiga värvi toodavad sama autovalmistaja eri maades asuvatele tehastele erinevad värvitootjad.

Kui auto kere **tehases värvitakse**, siis on kõik muud auto agregaadid ja osad alles kere külge kinnitamata ja värvida saab nn. toorikkeret. **Remontvärvimisel** värvitöökojas tuleb aga värvimis-protsessile läheneda erinevalt, kuna pole ju võimalik kõiki osi ja kooslusi auto küljest värvimise ajaks eemaldada. Nii kasutataksegi remontvärvimisel katmist, et kaitsta mittevärvitavaid osi värvitolmu eest.

Autot **tehases värvides** toimub kogu protsess päevast-päeva täpselt sama sisse tõotatud ja täpselt seadistatud süsteemi järgi, mis algab aluspinna puhastamisega ja lõpeb viimase kvaliteedikontrolliga enne komplekteerimise alustamist. Näiteks pihustamismeetodile tundlik metallik-alusvärv kantakse pinnale kindlalt ettenähtud surve, temperatuuri ja õhuniiskuse juures ja täpselt paika reguleeritud kihipaksuses.

Remontvärvimisel sõltub töö tulemus aga suuresti subjektiivsetest teguritest – töökoja tingimustest, kasutatavate materjalide kokkusobivusest, seadmete seisukorrast ja mis peamine – automaalri oskustest ja teadmistest!

Remontvärvimise protsess jaguneb kaheks peamiseks - üksteisele järgnevateks tehnoloogilisteks protsessideks:

- **Autovärvimise eeltöö –** selle käigus eemaldatakse pindade vigastused, tagatakse aluspinna korrosioonikaitse ja korrigeeritakse pindade ebatasasused. Samuti valmistatakse pind ette järgmiseks tööprotsessiks;

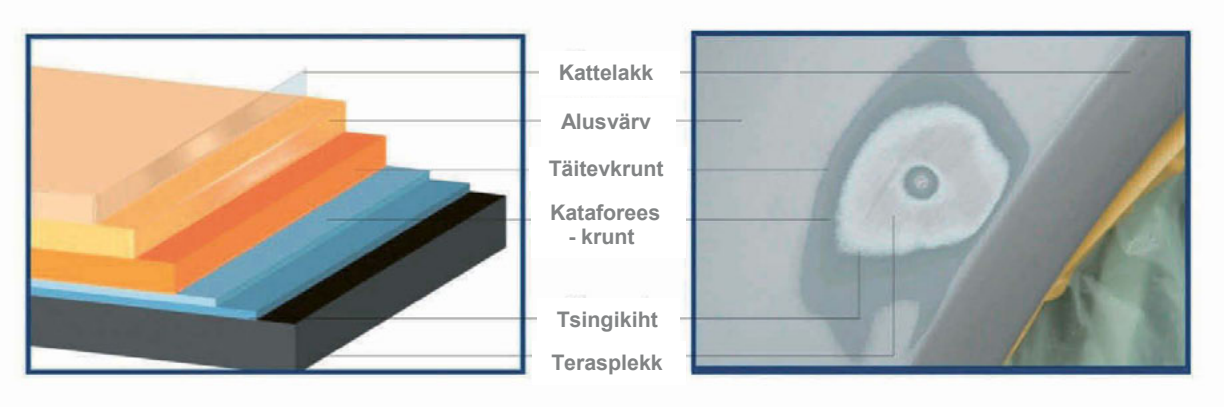
- **Auto värvimine –** selle käigus taastatakse pinda kaitsev värvikiht ja antakse auto remonditud osadele originaaliga sarnane väljanägemine.

Kvaliteetne remontvärvimissüsteem peab tagama, et kõik auto originaalvärvkatte pinnakihid, ka need mis on lihvimisel eemaldatud, oleksid asendatud materjalidega, millel on samad või paremad omadused!

Autode remontvärvimiseks värvitöökojas on lisaks professionaalsete oskustega automaalrile vaja mitmesuguseid seadmeid, tööriistu, tarvikuid ja materjale. Nendega tutvume tööprotsesside järjekorrale vastavalt selle raamatu edasistes peatükkides.

Remontvärvimine on järelturu autoremondi oluline osa nii investeeringute, töömahu kui ka rahalise tulemuse seisukohast ning protsessina üks autoremondi kõige keerukamaid osi.

Vigastatud värvipinnaga auto detaili lihvimisel (vigastuse väljalihvimisel) paljanduvad erinevad originaalvärvkatte kihid, just nii nagu selgitasime eelmises peatükis, ning automaalri tööülesanne on asendada need kihid remontvärvimise käigus analoogse ülesandega värvimaterjalidega.

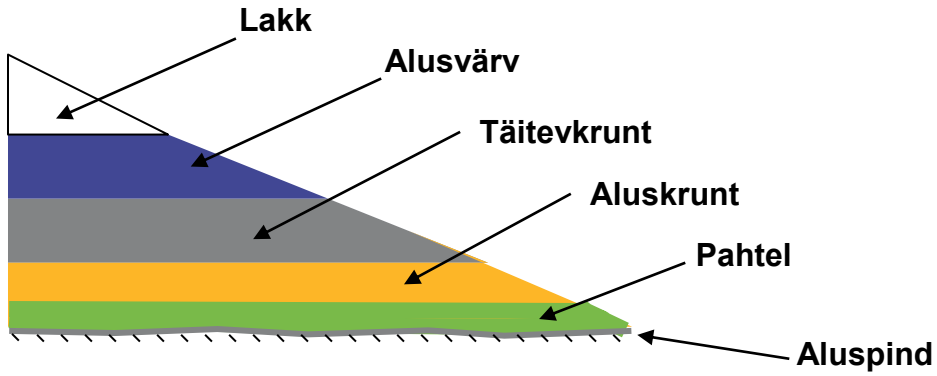


***Joonis 5** – Metallini läbilihvitud, originaalvärvkattega auto detaili pinnal paljanduvad erinevad värvkatte kihid*

Ainult kõikide originaalvärvkattes sisalduvate tehnoloogiliste värvimaterjali kihtide taastamine tagab värvkatte kestvuse ja aluspinna kaitse vastavalt auto tootja garantiinõuetele.

1.4.3 Remontvärvimise protsessis kasutatavate värvimaterjalide ülesanded

Nagu juba mainitud, tuleb remontvärvimisel taastada kõik originaalvärvkatte kihid, seetõttu ei erine värvkatte ülesehitus peale remontvärvimise protsessi oluliselt tehase värvkatte omast.



***Joonis 6** – Peamine erinevus originaalvärvkatte ja remontvärvimisel tekitatava värvkatte vahel on pahtli kasutamises*

Peamised erinevused originaalvärvkatte ja remontvärvimisel saavutatava värvkatte vahel on:

- Remontvärvimisel puudub ED - krundi kiht, seda asendab remontvärvimisel aluskrunt
- Ebatasasuste kõrvaldamiseks aluspinnal kasutatakse remontvärvimise protsessis pahtlit.

1.Pahtel (OEM = puudub, teatud juhul keretina)

***Foto 50** – Pahtli kasutamine ebatasasuste täitmiseks*

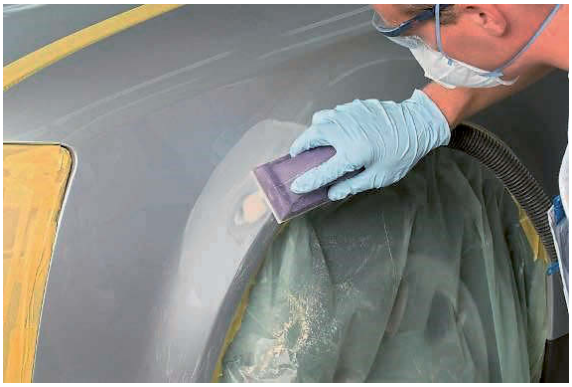


***Foto 51** – Pahtli lihvimine kujusse*

Ülesanne:

- Täita ebatasasused autokere pindadel

Nõutavad omadused:

- Nakkumine kõigi auto kere materjalidega
- Kiire kuivamine
- Lihtne lihvida
- Sile ühtlane pind

2. Aluskrunt (OEM = ED - krunt)

Foto 52 *– Pinna ettevalmistamine kruntimiseks*

Foto 53 *– Halja metalli katmine korrosioonikaitse krundiga*

Ülesanne: Tagada täitevkrundi ja aluspinna nakkumine ning aluspinna korrosioonikindlus.

Nõutavad omadused:

- Hea nakkumine aluspindadega ja korrosioonikaitse võime
- Kiire kuivamine
- Sile ühtlane pind

3. Täitevkrunt (OEM = täitevkrunt)

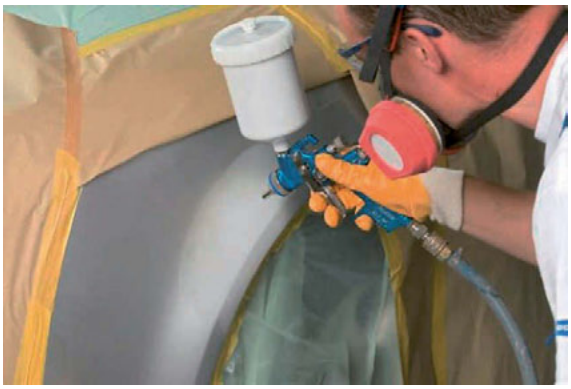


Foto 54 *– Pinna katmine täitevkrundiga*

Foto 55 *– Värvimiseks ettevalmistatud täitevkrundi pind*

Ülesanne: tagada värvkatte elastsus. Täitevkrundi 30-35 µm kiht toimib puhverkihina aluspinna ja kattevärvi vahel. Täitevkrunt hoiab ära kivilöökide poolt tekitatavaid läbivaid vigastusi värvkattes.

Nõutavad omadused:

- Hea nakkumine aluspinnaga
- Kiire läbikuivamine
- Sile pind ja lihtne lihvida
- Väike järelkuivamine

4. Alusvärv (OEM = alusvärv)

Foto 56– *Värvimine metallikefekt-alusvärviga*

Foto 57 *– Alusvärviga kaetud pinna lakkimine*

Ülesanne: annab pinnale vajaliku värvitooni. Alusvärv on 2-kihilise värvkatte esimene kiht, mis vajab kaitseomaduste ja läike saavutamiseks katmist lakiga.

Nõutavad omadused:

- Hea katvus
- Täpne tooni- ja efekti sobivus
- Kiire läbikuivamine
- Lihtne hajutada

4. Kattelakk (OEM = kattelakk)

Ülesanne: annab pinnale vajaliku läikeastme ja kaitseb alusvärvi keemiliste, bioloogiliste ja mehaaniliste välismõjude eest.

Nõutavad omadused:

- Hea mehaaniline ja keemiline vastupidavus
- Hea läige
- UV-kaitse
- Kiire ja täielik läbikuivamine, vähene järelkuivamine
- Keemiliselt tugevalt kinnituv alusvärvi kihile

*** ALTERNATIIV**

Pinnavärv (ei vaja lakkimist) – (OEM = pinnavärv)

Ülesanne: annab pinnale vajaliku värvuse ja kaitseb aluspinda keemiliste, bioloogiliste ja mehaaniliste mõjude eest.

Nõutavad omadused:

- Hea katvus
- Täpne toonisobivus
- Kiire ja täielik läbikuivamine
- Hea mehaaniline ja keemiline vastupidavus
- Hea läige
- UV-kaitse

1.4.4 Värvisüsteemid ja autotootjate seos remontvärvimisega

Enamasti valmistavad värvimaterjale autode tehases värvimiseks ja remontvärvimiseks samad ettevõtted. Siiski on maailmas ka mitmeid originaalvärvide tootjaid, kes remontvärvimaterjale ei tooda – tuntumad neist on Jaapani firmad *Kansai Paint* ja *Nippon Paint*, samuti mitmed väiksemad tootjad Saksamaal, Itaalias ja Ameerika Ühendriikides.

Remontvärvimise korral ei ole tööprotsessi parameetrid alati ühesugused või kontrollitavad ja seetõttu on tavapärane, et värvitöökoda kasutab autode remontvärvimisel ühe valmistaja tooteid.

Ühe tootja poolt valmistatud, omavahel protsessina toimivate värvimaterjalide kooslust nimetatakse **värvisüsteemiks**.

Ühe värvisüsteemi kasutamisel tagab värvimaterjalide tootja nende omavahelise sobivuse ka muutlike kasutustingimuste korral. Värvitöökojal endal puuduvad võimalused ja oskused hinnata erinevate keemiliste komponentide kokkusobivust ja nii võibki eri valmistajate materjalide kombineerimise tagajärjeks olla näiteks laki koorumine alusvärvilt.

OLULINE! Remontvärvimisel värvitöökojas tuleks alati kasutada kõikides töö etappides sama valmistaja värvimaterjale ehk värvisüsteemi.

Remontvärvimise värvimaterjale valmistavad firmad võib põhiosas jagada kolmeks:

Esimesed neist on samad ettevõtted, kes toodavad värvimaterjale ka autode tehaseliinidel värvimiseks (OEM). Kõigi nende remontvärvisüsteemid on enamiku autotootjate poolt ka täielikult katsetatud ja heaks kiidetud vastavat marki autode remontvärvimiseks (ka garantiiremondil), autoriseeritud värvitöökodades.

Peamised värvisüsteemide valmistajad (nii OEM- kui remontvärvisüsteemid) – nn. „suur nelik“:

AXALTA Coatings (end. DuPont Performance Coatings)	Standox, Spies-Hecker, Cromax, Nason
BASF Coatings	Glasurit, RM
PPG Industries	PPG, Nexa (endine ICI), Max Mayer
AKZO Nobel Coatings	Sikkens, Lesonal

Teiseks, suured värvitootjad, kes ei tooda originaalvärve autotööstusele või teevad seda vähesel määral ja kelle remontvärvitoodetel pole autotootjate autoriseeringut, peamised neist:

Sherwin-Williams Company	Sherwin Williams, Martin Senour
Valspar Corporation	Valspar, DeBeer, House of Color, Octoral
Mipa	
Lechler	Refinish, Stoppani

Kolmandaks, nn. „hobikasutuseks“ mõeldud või poolprofessionaalsete toodete valmistajad, kes peamiselt kopeerivad turul olevate kvaliteetvalmistajate tooteid ja tavaliselt ei oma täielikku värvisüsteemi, vaid ainult mingit osa remontvärvimise protsessis vajaminevatest toodetest. Autovalmistajate autoriseeringud nendel toodetel puuduvad. Mõned näited:

Mobihel
Novol
Spectral
Globo

Lisaks viimati nimetatutele on kümneid kohalikke tootjaid nii Ameerikas, Euroopas kui Aasias.

Automaalril on kindlasti huvitav teada, et lokaalselt on autovalmistajatel kasutusel ka nn. „oma“ remontvärvisüsteemid, mille puhul turustavad autovalmistajad „oma“ pakendis lepingu alusel tuntud värvisüsteemide valmistajate remontvärvisüsteeme ja kontrollivad sellega ka oma turustusketi kereremondi- ja värvitöökodade varustamist. Tuntuimad näited:

BMW Color System	Euroopas Glasurit, Ameerikas Standox
Renault Ixell	Standox/Spies-Hecker
Volkswagen	ainult Saksmaal, Standox/Spies-Hecker
Toyota Co-Branded	Standox/Spies-Hecker, lõpetatud 2012 aasta lõpus

Ühelt poolt on näha sellise tegevuse hoogustumist, teisalt aga ei ole sellised, läbi autofirmade turustatavad värvisüsteemid olulist populaarsust leidnud.

Pigem on viimasel ajal on olulisemaks trendiks muutunud raamlepingud autovalmistaja ja värvisüsteemi tootja vahel, millega reglementeeritakse ainult piiratud arvu värvitootjate ligipääs autovalmistaja järelturu võrgu värvitöökodadele, mis tavaliselt hõlmavad ulatuslikke arendustegevuse, koolituse ja tehnilise toe kokkuleppeid. Tuntuimad näited:

Toyota Motor Europe	Axalta Coatings (Standox, Spies-Hecker, Cromax) ja AKZO Nobel (Sikkens, Lesonal).
BMW AG	Axalta Coatings (Standox ja Spies-Hecker) ja BASF Coatings (Glasurit ja RM).
Daimler AG (Mercedes)	Axalta Coatings (Standox ja Spies-Hecker), BASF Coatings (Glasurit ja RM) ning PPG Industries.

Enamus autovalmistajaid on siiski autoriseerinud kõik värvitootjate „suure neliku“ tootesüsteemid.

MOODUL 1. Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks

1. Millega värviti autode keresid enne värvipüstolite kasutuselevõttu?
2. Milliseid värve kasutati Fordi mudel T värvimisel?
3. Millisel 20-sajandi kümnendikul said populaarseks kahevärvilised auto?
4. Millal võeti esmakordselt kasutusele autode tootmisel 2-komponentsed polüuretaanvärvid?
5. Mida tähendab „OEM-värvimine“?
6. Milline oli populaarseim värv sõiduautodel aastal 2012?
7. Milliseid materjale kasutatakse auto keredetailide valmistamiseks?
8. Millistest materjalide valmisatud keredetailide kombinatsioone kasutatakse autode valmistamisel?
9. Kirjelda auto originaal-värvkatte ülesehitust?
10. Milline on täitevkrundi peamine ülesanne auto värvkatte osana?
11. Millist värvkatte osa, mida kasutatakse remontvärvimise korral, ei kasutata autotehastes?
12. Mida tähendab „värvisüsteem“?
13. Mis võib juhtuda kui ühe värvivalmistaja alusvärvi peale kanda teise värvivalmistaja lakk?

MOODUL 1. Praktilised ülesanded

1. Võtke originaalvärviga kaetud auto terasplekist detail ning lihvige ekstsentriklihvijaga värvkattest puhtaks peopesa suurune ala. Nimetage ja kirjeldage paljastunud värvimaterjali kihte.
2. Tehke näidisauto peal, võimaluste piires kindlaks, millisest materjalist on selle keredetailid valmistatud. Selgitage, milliste faktide alusel te erinevad alusmaterjalid kindlaks tegite.
3. Mõõtke värvikihi paksuse mõõtjaga erinevate autode värvkatte paksust külgedel, mootorikattel ja katusel, kirjeldage tulemusi ja võrrelge neid omavahel.

MOODUL 1. Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Fotod

Arturs Apśitis *(Riia, Läti) foto - 9, 10*

Peeter N. Sarevet *foto - 27, 29, 30*

Peeter N.Sarevet´i *trükiste kogust – 4, 28, 32*

Tõnu Tammist *foto - 41*

Standox GmbH. *(Axalta Coatings), Wuppertal, Saksa foto - 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57*

Meguiar´s Company*, California, USA (Benefit AS) foto - 38*

Daimler AG*, Stuttgart, Saksa foto - 39*

Joonised

Tõnu Tammist *skeemid- 6*

William Sarevet *illustratsioonid– 2, 3*

Standox GmbH. (Axalta Coatings), *Wuppertal, Saksamaa illustratsioonid ja skeemid– 1, 4, 5*

Kõik skeemid ja fotod, mida ei ole nummerdatud, on pärit õpiku autorite arhiivist.

MOODUL 1. Kasutatud kirjandus ja materjalid

Standox GmbH. (Axalta Coatings) tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Glasurit (BASF AG) tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Meguiar´s tehnilised – ja koolitusmaterjalid 2011-2014

PPG Industries tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

„Materjalitehnika seletav sõnaraamat“, TTÜ Kirjastus 2013

„Kemikaaliohutus Autohoolduses“, Töötervishoiu keskus 2003

„Õpilase teadusentsüklopeedia“ – Kingfisher Publications 2004

„Tehnikaleksikon“ - Tallinn 1981

„Eesti Keele Sõnaraamat“ – Eesti Keele Instituut 1999

„Painting , self study program“- Volkswagen AG, 2010

„Toyota Painting Workbook“, Jaapan 2011

„Dailer Chronicle“, Steidl & Daimler AG Stuttgart, 2011

Mercedes-Benz Classic Archives

Wikipedia, Eesti, Inglise ja Saksa

Autorite isiklikud märkmed ja läbitud koolitustelt ning seminaridelt saadud materjalid

Kõik skeemid ja fotod, mida ei ole nummerdatud, on pärit õpiku autorite arhiivist.

Raamatu autorid on andnud endast parima, et tuvastada kõigi kasutatud materjalide autorlust. Juhul, kui sellele vaatamata leiab keegi, et temale kuuluvaid materjale on kasutatud autoriõiguste vastaselt või kui materjalide kasutamise kohta on küsimusi, palume võtta ühendust raamatu autoritega.

ÕPPEMOODUL 2: AUTOMAALRI TÖÖRIISTAD JA SEADMED, TÖÖOHUTUS

2.1 Tööohutus autode remontvärvimistöödel

Riskid ja ohud, nende vältimine

Õpiväljund: Õpilane omab ülevaadet automaalri tööga kaasnevatest terviseriskidest ja ohtudest ning oskab neid igapäevases töös vältida või vähendada miinimumini.

Automaalri töös puutume kokku paljude kemikaalidega, mis on tervisele ohtlikud, näiteks lahustid, vedeldid, kõvendid, polüesterpahtlid, peroksiidkõvendid jne. Seetõttu on oluline neid ohte arvesse võtta, et pikaajaline töö valitud erialal töötajate tervisele negatiivselt ei mõjuks.

Inimese organismil on suurepärane võime oma n.ö. „sisemise puhvri“ abil siluda töös ette tulevaid väiksemaid kemikaalimürgitusi ning seetõttu tavaliselt otseseid mürgitusnähte kohe ei teki. Kahjuks võib tänu sellele jääda mulje, et kemikaalid polegi tervisele ohtlikud. Paraku on sellel „puhvril“ oma limiit ning kui see limiit täis saab, siis toimuvad muutused inimese tervislikus seisundis väga kiiresti ja suures ulatuses. Ohud, mis automaalri töö endaga kaasa toob, on näiteks silikoos (krooniline kopsuhaigus), allergiad, silmade ja naha ärritused, ülitundlikkus. Seetõttu on oluline igapäevaselt ja nõuetekohaselt kasutada isikukaitsevahendeid, et vältida terviseriske tulevikus.

Lisaks terviseriskidele puutuvad automaalrid oma töös kokku ka muude ohtudega, näiteks tuleohtlikest värvimaterjalidest tingitud tule- ja plahvatusoht, töös olevate ja töökojas seisvate autode paakides oleva kütuse plahvatusoht ning ohud, mis lähtuvad elektriseadmete kasutamisest jne.

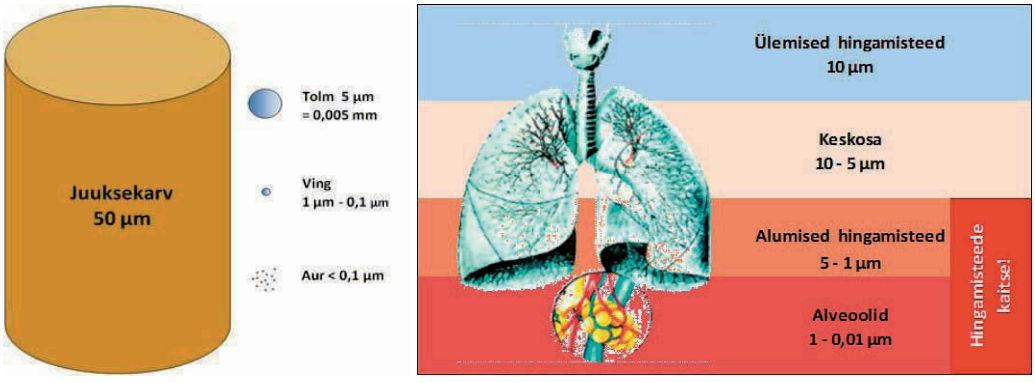
Vaatleme allpool lähemalt peamisi ohuliike ja nende vältimist.

2.1.1. Peamised riskid autode remontvärvimisel

1. Tolmu sissehingamine – pahtli, kruntide ja värvkatte lihvimisel.

Kõigepealt teeme selgeks, milline tolm täpsemalt endast ohtu kujutab. Lihvimistööde käigus tekkiva tolmu saab jagada suures plaanis kaheks – **jäme tolm**, mille osakeste suurus on üle 5 µm (1 µm = 0,001 mm) ja **peenike tolm**, mille osakeste suurus on alla 5 µm. Meie ülemistes hingamisteedes paiknevad organismi looduslikud kaitsevahendid - ninakarvakeste ja viburitega kaetud hingetoru näol, mis suudavad piiratud koguses takistada jämeda tolmu sattumist meie kopsudesse, kuid peenem tolm liigub sellest kaitsebarjäärist läbi. Seepärast kujutab suurimat ohtu meie tervisele just peenike tolm, mida me silmaga ei näe, kuid mis püsib õhus jämedast tolmust oluliselt kauem.

Näide: tolmuosakeste suurus võrreldуna inimese juuksekarvaga:



***Joonis 1** – Tolmuosakeste mõju hingamisteedele on erinev, olenevalt tolmuosakeste suurusest*

2. Värviaurude sissehingamine – värvimaterjalide pihustamisel tekivad piisakesed suurusega alla 0,1 µm, millest moodustub **värviaur** ja, sarnaselt eelmises punktis toodule, ei suuda organism takistada nii peenikeste osakeste jõudmist kopsu.

3. Lahustiaurude sissehingamine – lahustiaurud tekivad näiteks pinna puhastamisel puhastusainega (silikoonieemaldiga), värvide segamisel ja samuti värvide pihustamisel.

4. Vahetu kontakt kemikaalidega – näiteks polüesterpahtli pinnale kandmisel palja näpuga, ilma kindaid kasutamata, värvikomponentide pritsmete sattumisel nahale, töövahendite pesul lahustiga ilma kaitsekinnasteta, poleerpasta sattumisel silma või suhu.

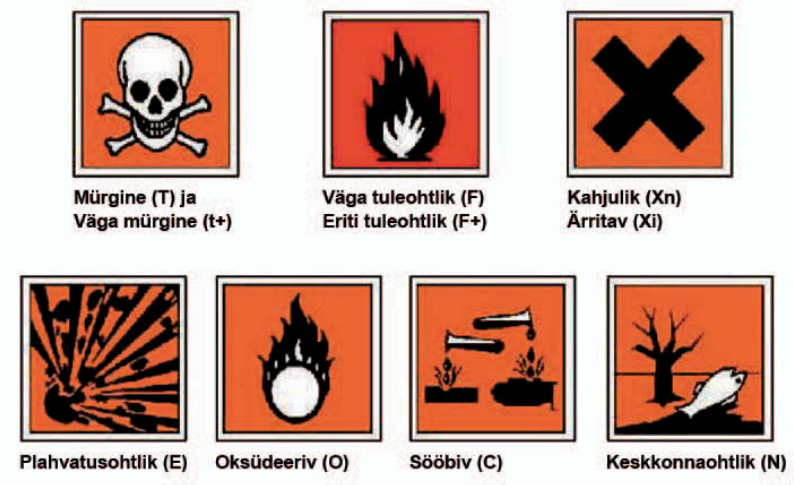
5. Tuleoht – kõik lenduvaid orgaanilisi ühendeid (lahusteid) sisaldavad materjalid on suuremal või vähemal määral tuleohtlikud otsese kokkupuute korral lahtise tule või sädemetega. Lahustiaurud võivad teatud kontsentratsiooni korral olla isegi plahvatusohtlikud.

2.1.2. Terviseriskide vältimine ja tööohutus

Terviseriskide vältimiseks tuleb kõigepealt:

- välja selgitada, millised on ohtlikud ained
- tutvuda toote pakendil olevate ohutuskirjetega ja neid järgida
- tutvuda toodete kasutus- ja ohutusjuhenditega
- töötada hästi ventileeritud ruumis
- kanda ohule vastavaid isikukaitsevahendeid

Inimesele või keskkonnale ohtlike ainete märgistamiseks kasutatakse pakenditel ja toodete märgistuses järgmisi ohusümboleid:



Neid sümboleid pakendil märgates tuleb kasutus- ja ohutusjuhendit eriti hoolikalt lugeda.

Tööohutuse tagamine

Lisaks tervisega seotud riskidele tuleb värvimistöökojas pöörata tähelepanu ka muudele ohtudele, näiteks tule- ja plahvatusoht ning keskkonna saastamise oht. Samuti võivad plahvatusohtu endas kujutada lahustiaurud teatud kontsentratsiooni juures. Seepärast tuleb töökeskkonnas ohutuse tagamiseks järgida järgmisi ohutusnõudeid:

- Kasutage lahusteid sisaldavate ainete segamiseks ainult selleks ettenähtud kohti (nt. värvilabor või äratõmbeventilatsiooniga varustatud töökoht).
- Pihustage lahusteid sisaldavaid aineid ainult selleks ettenähtud kohas (nt. värvikamber või ventileeritav krundiala).
- Vältige lahusteid sisaldavate ainete kasutamist tuleohtlike tööde vahetus lähetuses (nt. keevitustööd, metalli lõikamine, käiamine).
- Vältige värvimaterjalide ja lahusteid sisaldavate ainete sattumist kanalisatsiooni. Kõik jäägid tuleb koguda vastavatesse konteineritesse ja utiliseerida.

OLULINE! Sädeme- ja tuleohu vältimiseks autode värvimisel on värvikambris keelatud:

- Sõita värvikambrisse autoga, millel on aku lahti ühendamata – sädemeoht!
- Sõita värvikambrisse autoga, millel on gaasiseade (LGP) ja see on demonteerimata – plahvatusoht!
- Värvida autot, mille kütusepaagi kork on värvimise ajaks eemaldamata – plahvatusoht!
- Värvida siis, kui värvikambri uksed on avatud.
- Värvida, kui värvikambri ventilaatorid ei tööta.
- Suitsetada värvikambris – plahvatusoht!
- Valmistada või segada värvimaterjale värvikambris.
- Kasutada kambris seadmeid või vahendeid, mis võivad tekitada sädemeid.

Kokkuvõtteks

Automaalri tööga seotud riskide ja ohtude vältimiseks tuleb alati järgida alljärgnevaid üldisi põhimõtteid:

- Tutvuge alati toodete kasutus- ja ohutusjuhenditega
- Töötage hästiventileeritud ruumis
- Järgige tuleohutuse eeskirju ja -reegleid
- Järgige sisekorra eeskirju

2.2. Isikukaitsevahendid

Hingamiselundite kaitsevahendid. Kaitseriietus. Kindad. Kaitseprillid. Turvajalanõud.

Õpiväljund: Õpilane omab ülevaadet automaalri tööks vajalikest isikukaitsevahenditest ja nende toimepõhimõtetest. Oskab turul saadaolevatest toodetest valida oma tööks sobiliku kaitseklassiga isikukaitsevahendid ja neid õieti kasutada.

Eelmises punktis toodud terviseriskide vältimiseks kasutatavad isikukaitsevahendid jagunevad hingamise kaitsevahenditeks, kaitseriietuseks, -kinnasteks, -prillideks ja turvajalanõudeks.

2.2.1. Hingamiselundite kaitsevahendid

Automaalri kõige olulisemad kaitsevahendid on hingamiseelundite kaitsevahendid e. hingamis-kaitsevahendid, mis kaitsevad bronhe, hingamistoru ja kopse nii kahjuliku tolmu, pritsmete kui ka lahustiauru eest. Hingamiskaitsevahendeid nimetatakse ka **respiraatoriteks.** Lähtuvalt oma kaitseomadustest jagunevad autovärvimistöökojas kasutatavad respiraatorid kaheks: **tolmurespiraatorid ja värvimisrespiraatorid**. Tolmurespiraatorite ülesanne on takistada tervisele kahjuliku tolmu (nt. lihvimistolm) sissehingamist, värvimisrespiraatori ülesanne on lisaks tolmule kaitsta maalrit ka lahusti- ja värviaurude eest.

1. Tolmurespiraatorid

Tolmurespiraatoreid on aegade jooksul valmistatud erinevatest materjalidest, alates mitmekihilisest kootud kangast kuni poroloonini välja. Sellised respiraatorid toimivad sõela põhimõttel ja selleks, et nad paremini tolmuosakesi õhust välja „sõeluksid“, tuleks teha sõela silm kas väiksem või lisada rohkem kihte. Paraku väheneb seeläbi õhu läbivool respiraatorist ja seega muutub hingamine läbi sellise respiraatori väga raskeks. Seetõttu on tänapäevastes tolmurespiraatorites kasutusele võetud teistsugused tehnoloogiad, mis võimaldavad küll hingatavast õhust eraldada üha väiksemaid osakesi, kuid hingamistakistus seeläbi oluliselt ei suurene. Selliste respiraatorite filtermaterjal on valmistatud sünteetilistest kiududest, mis paiknevate korrapäratult avatud struktuurina.

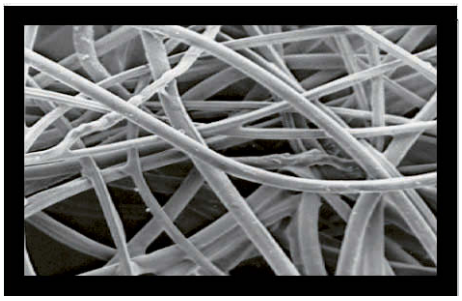
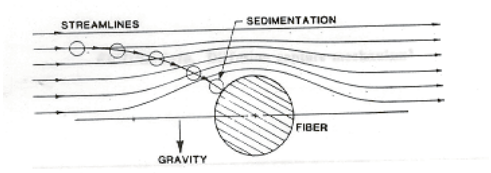


***Foto 1** – respiraatori filtermaterjali suurendus*

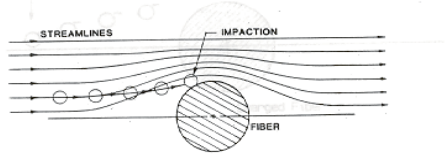
Respiraatorite filtermaterjaliks olevad sünteetilised kiud püüavad osakesi kinni neljal erineval meetodil:

Sadestumise meetod - sellisel meetodil püütakse kinni suuremad kui 2 µm osakesed. Need osakesed liiguvad aeglasemalt ning langevad raskusjõu toimel filtris olevatele kiududele.



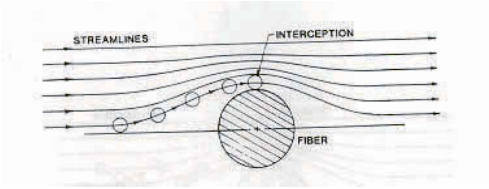
***Joonis 2** – Sadestumismeetodi toimemehhanism*

Kokkupõrke meetod - osakesed suurusega 0,5-2 µm põrkuvad filtrit läbides tänu oma inertsile vastu filtri kiude ja jäävad sinna pidama.



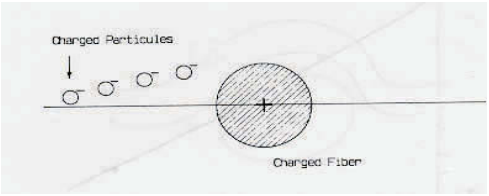
***Joonis 3** – Kokkupõrkemeetodi toimemehhanism*

Haakimise meetod - osakesed suurusega 0,05-0,5 µm läbivad filtri suurel kiirusel ja ei pruugi otseselt kiududega kokku põrgata, kuid kiududest lähedalt möödudes püütakse nad kinni ja haagitakse kiule.



***Joonis 4** – Haakimise meetodi toimemehhanism*

Elektrostaatiline meetod - seda meetodit kasutatakse õhutakistuse vähendamiseks ja efektiivsuse suurendamiseks. Sellisel meetodil valmistatud filtri kiud on elektrostaatikaga laetud ning osakesed ei haagita kiududele mehaaniliselt vaid tõmmatakse kiududele staatika poolt tekitatud magnetvälja abil. Elektrostaatilised filtrid eemaldavad sissehingatavast õhust osakesi suurusega 0,01-2 µm.



***Joonis 5** – Elektrostaatilise meetodi toimemehhanism*

Lisaks elektrostaatilisele filtrile muudab respiraatori kasutamist mugavamaks väljahingamisklapi olemasolu. Läbi filterkanga sisse-välja hingates muutub filter väljahingatavas õhus sisalduvast niiskusest märjaks, misläbi tema efektiivsus langeb ning õhutakistus suureneb. See muudab hingamise raskemaks ning respiraatori all kerkiv temperatuur teeb respiraatori kandmise eba-mugavaks.

Väljahingamisklapiga mudelitel juhitakse väljahingatav niiske õhk otse välja ning tänu sellele on filtri efektiivsus pikaajalisem ning respiraatori kandmine mugavam.

<u>Näide: 3M P2 klassi tolmurespiraator väljahingamisklapiga.</u>

***Fotod 2,3,4** – P2 klassi väljahingamisklapiga respiraator. Teisel pildil respiraatori korrektne ja kolmandal vale kasutamine*

Tolmurespiraatoreid valmistatakse vastavalt kasutusotstarbele kolmes kaitseklassis, mida vastavalt **Euroopa standardile EN 149** tähistatakse: **P1**, **P2** ja **P3**. Kaitseklass näitab respiraatori efektiivsust ümbritseva õhu puhastamisel:

Kaitseklass	Efektiivsus (ümbritsevast õhust eemaldatavate tolmuosakeste %)	Mitu korda ületab kaitsevõime OEL* limiiti
P1	78	4 x
P2	92	12 x
P3	98	50 x

*OEL (*Occupational Exposure Limit*) – töökeskkonnas lubatud maksimaalne saasteainete kontsentratsioon 8-tunnise tööpäeva jooksul.

NÕUANNE! Eeltöö teostamisel kasutage alati vähemalt P2 klassi tolmurespiraatorit.

OLULINE! Tolmurespiraatorid on ühekordse kasutusega, mis tähendab, et sõltuvalt töökeskkonna saastatusest tuleb tolmurespiraatorid iga päev või vajadusel ka mitu korda päevas välja vahetada.

2. Värvimisrespiraatorid

Värvimisrespiraatori ülesanne on kaitsta automaalrit sissehingatava lahustiauru ja värvitolmu eest. Värvimisrespiraatoreid on kahte liiki: **negatiivse rõhuga** respiraatorid, kus õhk liigub läbi filtrite kopsu poolt maski alla tekitatud negatiivse rõhu (vaakumi) toimel, ja **positiivse rõhuga** respiraatorid, kus õhk suunatakse maski alla välise jõu toimel (suruõhk, mootor). Viimaseid nimetatakse ka **hingamis-seadmeteks.**

Negatiivse rõhuga värvimisrespiraatorid

Negatiivse rõhuga värvimisrespiraatorid on respiraatorid, mille all tekib sissehingamisel negatiivne rõhk, mis tõmbab välise õhu läbi filtrite sisse. Sellised respiraatorid koosnevad maskiosast ja tavaliselt kaheosalisest filtrist: **eelfiltrist**, mille ülesanne on kinni püüda värvitolm ja kaitsta respiraatori põhifiltrit ummistumise eest, ning **põhifiltrist**, mille ülesanne on teha kahjutuks gaasilised ained (lahustiaur).

Eelfilter kujutab endast sisuliselt tolmufiltrit, mida kasutatakse ka tolmurespiraatorites.

Põhifilter sisaldab aktiivsütt ja teisi komponente, mis neutraliseerivad sissehingatavas õhus sisalduvad kahjulikud ained. Maskiosa võib olla poolmaski või täismaski kujul, millest viimase puhul on kaetud ka silmad. Maskiosa on valmistatud kas silikoonist või pehmest kummist ning ta on varustatud väljahingamisklapiga.

<u>Värvimisrespiraatori ehitus:</u>

***Foto 5** – Värvimisrespiraatori ehitus*

***Foto 6** – Värvimisrespiraatori kasutamine kruntimistöödel*

Värvimisrespiraatoreid on kahte tüüpi – **ühekordsed** ja **vahetatavate filtritega**. Ühekordsetel respiraatoritel on söefiltrid ehitatud maskiosa sisse ja pole vahetatavad, seega tuleb filtri kasutusea lõppemisel välja vahetada kogu respiraator. Vahetatavate filtritega respiraatoril on söe- ja tolmufiltrid vahetatavad ning maskiosa korduvkasutatav.

***Foto 7** – Ühekordne (hooldusvaba) värvimisrespiraator*

***Foto 8** -Vahetatavate filtritega, poolmaskiga värvimisrespiraator*

***Foto 9** - Vahetatavate filtritega, täismaskiga värvimisrespiraator*

Värvimisrespiraatoris kasutatavad gaasi/-auru söefiltrid on **jagatud klassidesse** vastavalt nende kasutusalale ja ainetele, mida nad suudavad neutraliseerida. Järgnevas tabelis on ära toodud aktiivsöefiltrite tähistus, neutraliseeritavad ained ja respiraatori kasutusalad.

Filter	Saasteaine	Kasutusalad
A1 **A2**	Orgaanilised aurud	Värvimistööd (sõltuvalt ainetest) Autotööstus Lennukitööstus Vaigu valmistamine ja kasutamine Laevatööstus Tindi ja värvainete tootmine ja kasutamine Liimitoodete kasutamine Värvi- ja lakitööstus
K1	Ammoniaak	Jahutusseadmete valmistamine ja hooldamine Põllumajanduskemikaalid
ABE1	Orgaanilised aurud, anorgaanilised ja happelised gaasid	Elektrolüüsi protsessid Hapetega puhastamine Metallis söövitamine Metalli töötlemine Kõik A1/A2 filtrile lubatud tööd
ABEK1	Orgaanilised aurud, anorgaanilised, happelised gaasid ja ammoniaak	Kõik ABE1/K1 filtrile lubatud tööd
A1 **+formaldehüüd**	Orgaanilised aurud, formaldehüüd 10xoel	Haiglad (desinfitseerimistööd) Farmaatsia ja laboratooriumid

*söefiltreid tohib kasutada konsentratsiooni piirmäärani 10 x OEL,
ehk konsentratsioon ei tohi olla suurem, kui kümnekordne lubatud piirmäär
Üle selle konsentratsiooni peab kasutama isoleeritud puhta õhu toitega respiraatoreid
*negatiivse rõhuga respiraatoreid ei tohi kasutada ka gaaside/aurude korral, millel on märgatavad hoiatavad omadused (lõhn või maitse). Keemistemperatuur peab olema üle 65 ^{0}C

OLULINE! Värvimisrespiraatoreid ja nende filtreid tuleb vahetada regulaarselt, sõltuvalt kasutusel olnud töötundidest. Kui läbi respiraatori on tunda lahusti lõhna või suus imelikku maitset, siis tuleb respiraatori filtrid koheselt välja vahetada.

Positiivse rõhuga värvimisrespiraatorid

Negatiivse rõhuga respiraatorite kasutamisel pole kasutaja alati 100%-liselt kaitstud, sest kaitse sõltub filtrite seisukorrast, maski tihedusest näol, väljahingamisklapi tihedusest ja kaitseprillide kasutamisest. Näiteks filtrite ummistumise korral hakkab saastunud õhk lekkima maski alla näo ja maski vahelt.

Sellise olukorra vältimiseks on välja töötatud nn. positiivse rõhuga respiraatorid, kus maski alla suunatakse puhas õhk kas suruõhusüsteemist või motoriseeritud filtritest ning seeläbi tekitatakse maski alla ülesurve, mis takistab saastunud õhu sattumist maski alla ja organismi. Selliseid respiraatoreid kutsutakse ka puhta õhu toitega kaitsemaskideks või hingamissüsteemideks.

OLULINE! Puhta õhu toitega kaitsemaski saavad edukalt kasutada ka habeme ja vuntside kandjad.

***Foto 10** – Poolmaskiga puhta õhu toitega respiraator*

***Foto 11** – Täismaskiga puhta õhu toitega respiraator*

2.2.2. Kaitseriietus

Tööriietus ei ole pelgalt iluasi või kuuluvuse tunnus firmariietuse näol. Automaalri tööriietusel on ennekõike otsene ülesanne kaitsta meid kahjuliku tolmu, lahustiaurude ja vahetu kokkupuute eest kemikaalidega ehk kasutatav riietus on **kaitseriietus**.

Automaalri tööriietus jaguneb kaheks:

- Eeltöö riietus
- Värvimis- (pihustamis) riietus.

Eeltöö riietus peab kaitsma meid tolmu ja pritsmete eest, olles seejuures piisavalt hingav, sest füüsiline töö põhjustab higistamist ning läbihigistatuna on ebameeldiv nii ise tööd teha kui ka teistel sellise töötaja läheduses viibida. Eeltöö riietuseks sobivad tavalised tööriiete poes saadaolevad traksidega püksid või tööülikonnad. Ainus erinevus, mida tuleks silmas pidada, on nööbid-trukid-lukud – need peaksid olema kas liistu taha peidetud või tasapinnalised, et kogemata auto pinnale toetudes ei kriimustaks metalltrukid/lukud või –nööbid auto värvkatet.

Rebenenud riietus tuleb parandada või välja vahetada, sest suureneb oht riietega kuhugi kinni jääda - näiteks auto lükkamisel värvimiskambrisse võib auto serva taha haakunud riietus kiiluda teid auto ja kambriukse vahele, mis lõpeb tõsisemate tagajärgedega pigem inimesele.

Näited eeltöö kaitseriietuse kohta:

Fotod 12,13,14,15 *– Erinevad variandid eeltöö tegemisel kasutatavast tööriietusest*

Värvimisriietus on reeglina vaid värvimiskambrisse sisenemiseks selga pandav riietus, mida hoitakse tolmuvabas kapis või pakendis eeltöö riietest eraldi ning selle ülesanne on takistada tööriietele sadestunud tolmu sattumist värskele värvile pihustamise käigus ning kaitsta maalrit ennast värvitolmu ja pritsmete eest.

Värvimisriietuseks sobib töökombinesooni vormis antistaatiline, pritsmekindel ja ebemetevaba kaitseriietus - värvimisülikond. Soovitatavalt võiks värvimisülikonnal olla kapuuts, et kaitsta juukseid värvitolmu eest ja värsket värvipinda omakorda juuste eest. Värvimisülikondi valmistatakse tavaliselt nailonist või paberisarnasest materjalist (nt. Tyvek™) kuid ka muudest kunstmaterjalidest.
Enamik kunstmaterjalist värvimisülikonnad on pestavad, samas kui Tyvek™-i sarnasest materjalist värvimisülikonnad on ühekordsed, mis tähendab, et neid pole võimalik pesta ja määrdumise korral vahetatakse nad uue vastu välja.

Soovitavalt võiks värvimisriietus olla hele ja monokroomses toonis (valgest hallini), et värvimisülikonna peegeldus värvitavalt pinnalt maalrit värvuse seisukohalt segadusse ei ajaks.

Näited värvimisriietuse kohta:

Fotod 16,17,18 *– Erinevad variandid kruntimisel ja värvimisel kasutatavast tööriietusest*

2.2.3. Kindad

Maalritöös kasutatavad kindad jagunevad töökinnasteks ja kaitsekinnasteks.

Töökindad

Tavalised töökindad - kasutatakse komplekteerimis- ja üldiste tööde teostamisel. Tavalise töökinda ülesanne on kaitsta käenahka kulumise ja teravate servade lõigete eest. Eeltööks sellised kindad ei sobi, sest käega pinna sileduse kontrollimiseks on tarvis pinda vahetumalt tunnetada. Palja käega on tunnetus parem, kuid pahtlipind kulutab käenahka tublisti ja tulemuseks võib olla „ülitundlik“ käsi, mille iga puudutus valu valmistab, sest marrasnahk on õhukeseks kulunud.

Eeltöökindad – kasutatakse lihvimistöödel. Eeltöökindad, mis kujutavad endast õhukese polüuretaankattega nailonkindaid, pakuvad kaitset lihvimistööde käigus, kui on tarvis kontrollida pinna siledust käega üle pinna libistades. Eeltöökinda tunnetus on lähedane palja käe omale, kuid käe marrasnahk on kulumise eest kaitstud.

***Foto 19** – Tavalised töökindad*

***Foto 20** – Maalri eeltöökindad*

***Foto 21** – Eeltöökinnaste kasutamine*

Kaitsekindad

Ühekordsed kaitsekindad (kummikindad) – kasutatakse pahteldamisel, värvide-kruntide segamisel ja pihustamisel.

Ühekordsed kaitsekindad on valmistatud kas lateksist või nitriilist. Selliseid kindaid on soovitatav kasutada nii pahteldamise juures kui ka kruntimis- ja värvimistööde teostamisel tänu suhtelisele lahustikindlusele. Kaitsevad käsi vahetu kokkupuute eest maalritöö käigus kasutatavate kemikaalidega (kõvendi, lahustid, värv, lakk). Kindad sobivad kasutamiseks ka lihvimistööde käigus.

Kaitsekindaid valmistatakse erineva paksusega ja vastupidavusega lahustite suhtes. Allpool toodud piltidel näha olevad sinised nitriil-kaitsekindad on mõeldud tavakasutuseks ja mustad nitriilkindad nõudlikumate tööde jaoks, kus kokkupuude lahustitega on suurem.

***Foto 22** – Kaitsekinnaste jagaja*

***Foto 23** – Kaitsekindad pahteldamisel*

***Foto 24** – Kaitsekindad puhastamisel*

Lahustikindlad nitriilkindad – kasutatakse töövahendite pesemisel lahustitega ja eriti nõudlike puhastustööde korral, samuti värvi eemaldamisel värvieemaldusvahendiga.

Peale värvimistööde lõppu on vaja kõik töövahendid ka kohe puhtaks pesta: nii pahtlilabidad, värvipüstolid kui ka näiteks värvisegamispulgad. Kuna pesemine toimub lahustitega, siis tuleb selleks kasutada lahustikindlaid nitriilkindaid, mis on paksemad kui ühekordsed kindad ning pikaajaliselt lahustikindlad.

***Foto 25** – Lahustikindlad nitriilkindad*

2.2.4. Kaitseprillid

Kaitseprillid on mõeldud silmade kaitsmiseks pritsmete ja värvi/lihvimistolmu eest. Kaitseprille kasutatakse koos tolmu- või värvimisrespiraatoriga. Saadaval on nii **kinnised kaitseprillid** kui ka **lahtised kaitseprillid**. Kinnistel prillidel on klaaside ümber silikoonkummist näotihendused, tänu millele ei pääse värvipritsmed kaitseprillide külgede vahelt silma. Kaitseprille valmistatakse erineva tumeduse ja värvusega, näiteks läbipaistavaid, halle ja kollaseid.

Kaitseprillide klaasidel on reeglina ka UV-kaitse omadused.

***Foto 26** – Kaitseprillide kasutamine*

***Foto 27** – Lahtised kaitseprillid*

***Foto 28** – kinnised kaitseprillid*

2.2.5. Turvajalanõud

Maalri tööjalatsid peavad olema tugevdatud turvaninaga ning antistaatilise, õli- ja lahustikindla ning läbiastumiskaitset omava tallaga. Kõvast materjalist turvanina kaitseb varbaid mistahes jalale kukkuda võivate esemete eest, antistaatiline tald aga staatilisest laengust tingitud elektrilöögi eest, mis võib tekkida kõndimise ja lihvimistöö käigus inimese ja põranda vahel.

NÕUANNE. Automaalri turvajalanõud peaks vastama vähemalt klassile S1P.

Näited turvajalatsite mudelitest ja turvajalatsite klassifikatsioonist.

Kõrge mudel

Madal mudel

Poolavatud mudel

Foto 29 *– Autode remontvärvimisel kasutatavate turvajalatsite eri tüübid*

Turvajalatsite klassid:

	SB	S1	S1P	S2	S3	S4	S5
Varvastekaitse (200 J / 15000 N)	•	•	•	•	•	•	•
Kinnine kannaosa		•	•	•	•	•	•
Antistaatiline (100KW - 1000 MW)		•	•	•	•	•	•
Kannaosa löögisummutus		•	•	•	•	•	•
Veekindel nahk				•	•		
Naeltõke (1100 N)			•		•		•
Materjal kummi/PU/PVC						•	•

2.3. Materjalide pinnale kandmise vahendid

Pahtlilabidad. Värvipüstolid. Kivikaitse- ja korrosioonikaitsematerjalide püstolid.

Õpiväljund: Õpilane omab ülevaadet eeltöös ja värvimisel kasutatavate materjalide pinnale kandmise vahenditest ja nende toimepõhimõtetest. Oskab valida oma tööks sobilikud vahendid vastavalt töökeskkonnale ja töö iseloomule.

Materjale, mida autode värvimistööde juures tuleb pinnale kanda, on mitmeid: vedelad värvimaterjalid nagu krundid, värvid ja lakid ning poolvedelad materjalid, nagu pahtlid, mastiksid ja hermeetikud. Järgnevalt tutvumegi nende vahenditega, millega erinevad materjalid pinnale kantakse.

2.3.1. Pahtlilabidad

Nagu nimetuski ütleb, kasutatakse neid tööriistu pahtli pinnale kandmiseks. Pahtlilabidaid valmistatakse erineva suuruse ja kujuga ning erinevatest materjalidest. Peamised tüübid:

Terasest pahtlilabidad – need on enamasti valmistatud õhukesest, 0,3-0,4 mm roostevabast terasplekist. Sellised pahtlilabidad on elastsed ja neid valmistatakse väga erineva laiusega alates 50 mm kuni 400 mm välja. Pahtlilabidad võivad olla käepidemetega või ilma ning nende nurgad on reeglina kas täis- või teravnurksed. Veidi paksemast terasest suuremaid pahtlilabidaid kasutatakse sageli pahtli segamisalusena ja pika käepidemega kitsaid pahtlilabidaid pahtli ammutamiseks pahtlipurgist.

Plastikust pahtlilabidad - võivad olla väga pehmed või keskmiselt elastsed. Valmistatakse laiustes 50-400 mm. Plastikust pahtlilabidaid kasutatakse sarnaselt metallist pahtlilabidatele, kuid neid on lihtne vajadusel lõigata sobivasse kujusse eriliste kujuga pindade pahteldamiseks.

Kummist pahtlilabidad – on väga elastsed ja kergesti painduvad. Nendega on lihtne töödelda nõgusaid ja kaarjaid pindu, näiteks põrkerauad, spoilerid jne. Kummist pahtlilabidaid kasutavad osavad automaalrid ka üldiselt pahteldatud pinna viimaseks silumiseks, et viia lihvimistööd miinimumuini.

***Foto 30** – Komplekt pahtlilabidad autode pahteldamiseks*

***Foto 31** – pahtlilabida kasutamine siledal pinnal*

2.3.2. Värvipüstolid

Värvipüstol on automaalri kõige olulisem tööriist, sest värvimistöö lõpptulemuse vormistamine toimub värvi pinnalekandmise teel ja selle pinnale pihustamiseks kasutatakse just värvipüstolit.

Värvimaterjalide pihustamise seadmeid nimetatakse **värvipüstoliteks**, kuna nende kuju meenutab relva (püstoli) kuju ja neil on isegi päästik, nagu päris relval. Tõsi, kuuli asemel lendab värvipüstolist välja vaid värv...

Värvipüstoleid toodetakse väga erineva spetsifikatsiooniga, selle raamatu mahus tutvustame vaid autode remontvärvimisel igapäevaselt kasutatavaid värvipüstoleid.

Ülaanumaga värvipüstolid (i. *gravity feed spraygun)*

Ülaanumaga värvipüstolid on enimlevinud värvipüstolid värvitöökojas. Neid iseloomustab värvianuma (paagi) paiknemine värvipüstoli peal ja värvimaterjal valgub pihustussüsteemi gravitatsiooni mõjul.

Sellise värvipüstoli peamine eelis on kogu anumas oleva materjali ärakasutamine. Värvianuma maht jääb tavaliselt vahemikku 0,6-0,75 L.

***Fotod 32, 33, 34, 35** – valik ülaanumaga värvipüstoleid – (SATAjet 4000, SATAjet KL, IWATA SuperNova, DeVilbiss Gti)*

Alumise anumaga värvipüstol (i. *suction feed spraygun)*

Alumise anumaga värvipüstolite värvianum asub püstoli all ning materjal imetakse pihustamisotsikusse suruõhu mõjul tekitatud hõrenduse jõul. Selliseid püstoleid kasutatakse peamiselt suurte vertikaalpindade värvimiseks tänu oma suuremale anumale > 1L. Tänapäeval kasutatakse seda tüüpi värvipüstoleid autode remontvärvimisel väga vähe.

***Foto 36,37** – alumise värvianumaga värvipüstolid (SATA ja Anest Iwata-Air Gunza)*

Survestatud anumaga ja survetoitega värvipüstolid (i. *pressure feed spraygun)*

Survestatud anumaga värvipüstolite värvianum asetseb värvipüstoli peal ja sinna sisse tekitatakse rõhk, mis surub läbi värvidüüsi rohkem materjali, kui see isevalgumise teel võimalik oleks.
Survetoitega värvipüstoli puhul suunatakse värv püstolisse surve all, kuid surveanum või värvipump asetseb eraldi ning värv juhitakse püstolisse läbi vooliku. Selliseid püstoleid kasutatakse põhiliselt suurte pindade ja tööstusliku värvimiste korral, nt. busside värvimisel.

Fotod 38 ja 39 *– survestatud anumaga ja survetoiitega värvipüstolid (SATA)*

Aerograafid

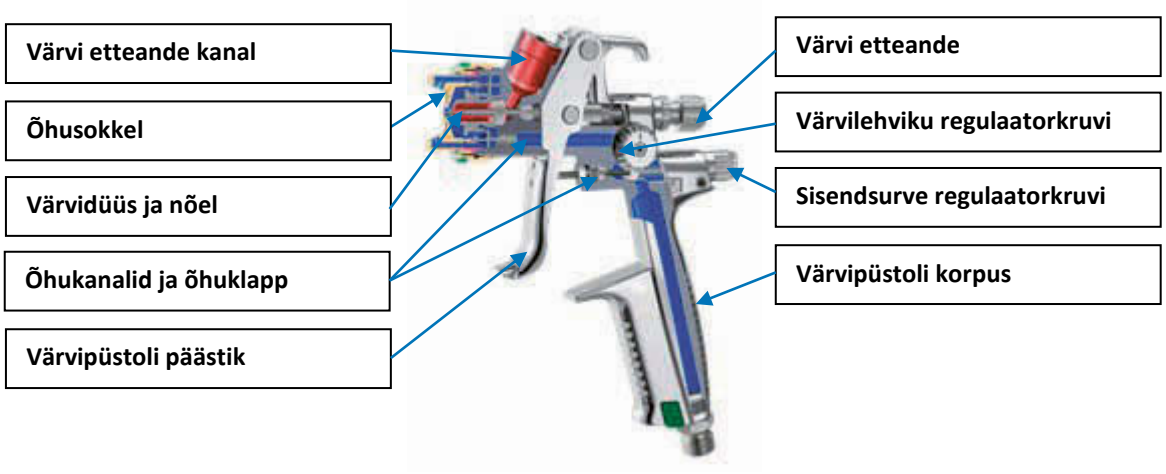
Aerograafid on väga väikesed värvipüstolid, mida kasutatakse automaalingute ja imeväikeste värviparanduste tegemisel (nt. nahkistmete defektide remondil). Selliste värvipüstolite pihustamisotsikud on kõigest 0,1-0,5 mm suuruse värvidüüsiga ning värvitav pind on tõesti väike.

Fotod 40,41,42 *– erineva suuruse ja otstarbega aerograafid (Iwata-Medea)*

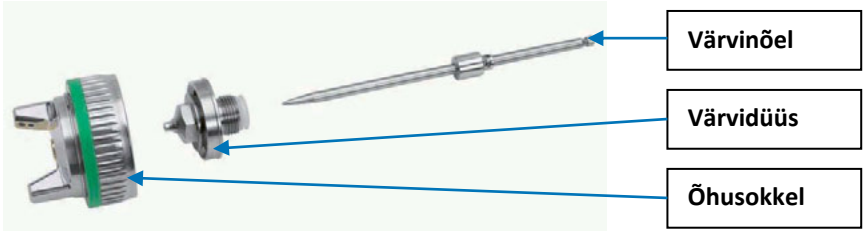
Vaatamata eelpool tutvustatud värvipüstolite välisele erinevusele on nende kõigi tööpõhimõte sama – suruõhu abil pihustatakse vedel värvimaterjal imepisikesteks tilkadeks, mis siis õhujoas pinnani kantakse. Seda efekti nimetatakse **atomiseerimiseks.**

<u>Värvipüstoli põhikomponendid on:</u>

- Pihustamisotsik – komplekt värvidüüsist, värvinõelast ja õhusoklist
- Värvidüüs – selle abil doseeritakse värvi hulka pihustamiseks
- Värvinõel – selle abil on avatakse ja suletakse värvidüüsi
- Õhusokkel – selles asuvad õhudüüsid pihustavad värvidüüsist väljuva värvi värvijoaks
- Värvilehviku regulaatorkruvi – selle abil on võimalik reguleerida õhu pealevoolu õhusokli erinevatesse düüsidesse
- Värvi etteande regulaatorkruvi – mille abil on võimalik piirata värvinõela käiku
- Sisendsurve regulaatorkruvi – selle abil on võimalik piirata püstolisse siseneva õhu survet
- Päästik – sellega avatakse õhuklapp ja värvidüüs
- Värvianum – sellesse valatakse pihustamiseks valmis värv
- Korpus – selle sees asuvad õhukanalid ja klapid ning selle küljes on kõik muud detailid



Joonis 6 *– Värvipüstoli läbilõige ja osade kirjeldus (SATA)*

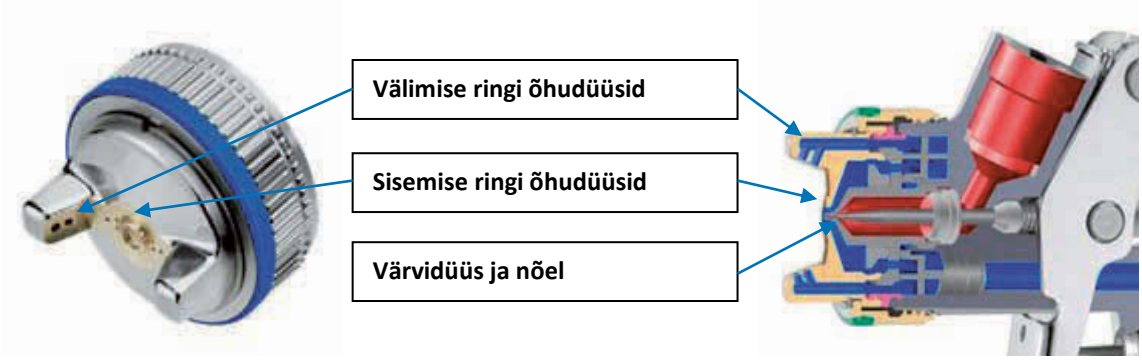


Joonis 7 *– Värvipüstoli pihustamisotsik ja selle osad (SATA)*

Värvipüstoli tööpõhimõte

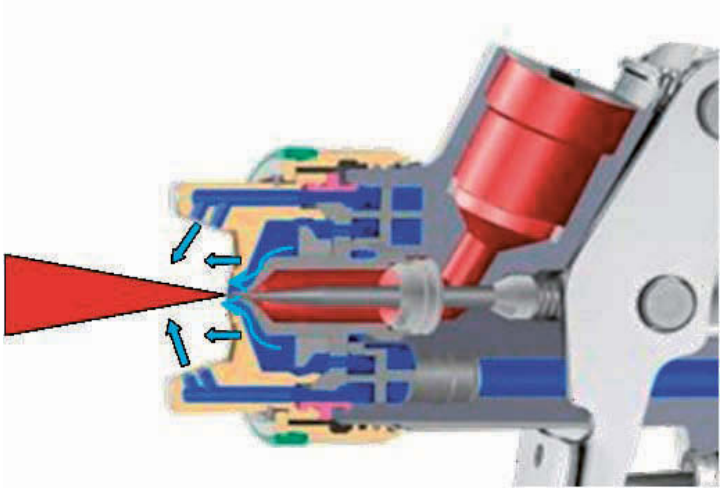
Värvipüstol pihustab värvi suruõhu abil, mis värvi imepeenikesteks tilgakesteks atomiseerib.

Selleks avab püstoli päästik kõigepealt suruõhu klapi ning õhk pääseb läbi korpuses olevate kanalite õhusoklisse. Õhusoklil on 2 ringi – sisemine ja välimine ring. Sisemise ringi düüside abil atomiseeritakse värv ja välimise ringi düüside abil vormitakse tekkinud värvijuga piklikuks või ovaalseks, vastavalt kasutusotstarbele.



Joonis 8 *– Värvipüstoli pihustamisotsiku õhudüüsi ehitus ja selle osad (SATA)*

Päästiku edasisel liikumisel tõmmatakse tagasi värvinõel, mis avab värvidüüsi ja värv valgub läbi düüsi välja. Värvidüüsi ümbritsev õhujuga segab värvi õhuga ja hakkab seda peenemaks pihustama. Seejärel liigub värvijuga edasi ning õhusokli sisemise ringi düüsid pihustavad selle peeneks uduks.

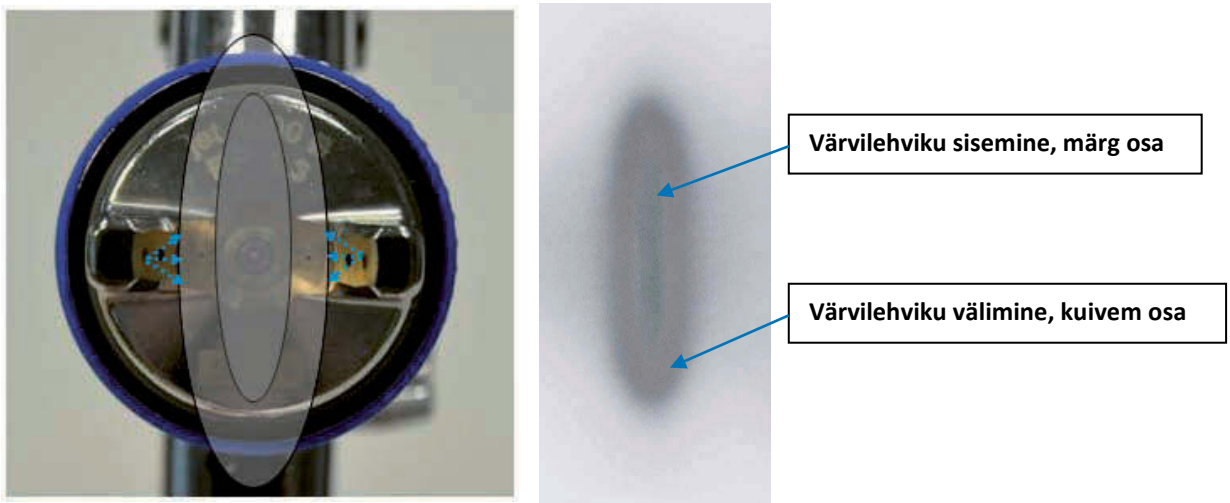


***Joonis 9** – Värvi pihustamise põhimõte ja skeem (SATA)*

Edasi vormitakse pihustatud värvijoast välimise ringi düüsidest puhutava õhu abil ovaalne värvilehvik ning selle ümber tekkinud õhukardin ei lase joal enne pinnani jõudmist hajuda. Pinnani jõudes moodustab värvilehvik pinnale ovaalse või pikliku jälje, mille keskmine osa on „märg“ ja seda ümbritseb kuivem, õhem osa.

Pinnale jõudvast värvimaterjalist kleepub osa pinnale, teine osa aga põrkub koos õhujoaga tagasi ning hajub värvimiskambris laiali ning eemaldatakse ruumist ventilatsiooni abil, seda osa nimetatakse **ülepihustuseks** (*overspray*). Protsenti kogu väljapihustatud värvist, mis jääb värvitavale pinnale, nimetatakse värvipüstoli **efektiivsuseks** ehk kasuteguriks.

Värvilehviku moodustumine:



***Joonis 10** – Värvilehviku moodustumine ja lehviku osad (SATA)*

Pihustamisotsikute ja värvidüüside valik

Eksisteerib kahte tüüpi värvipüstoleid – selliseid, millel kasutatakse erinevate värvidüüside puhul ühte ja sama õhudüüsi (näiteks IWATA) ja selliseid, millel vahetades värvidüüsi ja nõela, tuleb alati vahetada ka eelmistega kokku kuuluv õhudüüs. Viimasel juhul võime rääkida **pihustamisotsiku** valikust.

Värvidüüside ava diameetrid võivad olla väga erinevad ning sobiliku ava suurus sõltub pihustatava värvimaterjali viskoossusest. Reeglina on värvidüüsi läbimõõt ära toodud värvimaterjali tehnilises infos ja seda on kvaliteetse tulemuse saavutamiseks soovitav järgida. Üldiselt on kruntmaterjalide puhul soovitatud kasutada 1,4-1,7 mm, alusvärvide korral 1,2-1,3 mm ja lakkide ning pinnavärvide pihustamisel 1,3-1,5 mm avaga düüse. Polüester-pritspahtlite pihustamisel kasutatakse 2.5 mm düüsi.

Lisaks düüsidele kasutatakse värvide pihustamiseks püstolites erinevat töösurvet (pihustusrõhku) ja selle alusel jagunevad värvipüstolid järgmistesse kategooriatesse:

Kesksurve värvipüstolid (i. *conventional)*- kesksurve värvipüstolite sisendrõhk on vahemikus 4-6 bar ja pihustusrõhk on põhimõtteliselt sama. Kesksurve värvipüstolite puhul tekib märkimisväärne värvimaterjalide kadu seoses suure ülepihustusega. Seda tüüpi värvipüstolite kasutegur jääb vahemikku 30-50%.

Madaldatud survega värvipüstolid *(i. reduced pressure - RP)* – madaldatud survega värvipüstolite sisendrõhk on vahemikus 2,5 - 3,5 bar ja pihustusrõhk on 1,5-2,0 bar. Kasutegur jääb vahemikku 50-65%.

Madalsurve värvipüstolid (*HVLP)-* madalsurve värvipüstolite sisendrõhk on vahemikus 2,0-2,5 bar ja pihustusrõhk ca. 0,7 bar. Seda tüüpi värvipüstolite kasutegur jääb vahemikku 65-80%.
Lühend HVLP (i. *high volume low pressure*) tähendab, et selliste püstolite puhul kasutatakse „palju õhku väikse rõhu juures“. Tänu väiksemale pihustamissurvele on värvipüstolist väljuva värvijoa kiirus väiksem, kui kõigil teist tüüpi värvipüstolitel ja tänu sellele põrkub vähem värvi pinnalt tagasi – ülepihustus on väiksem ning tänu sellele hoitakse kokku olulisel määral värvimaterjali.

Survetoitega värvipüstolid *(i. pressure feed)* - survetoitega värvipüstolite puhul survestatakse anumas olev materjal, mistõttu surutakse läbi düüsi rohkem värvimaterjali, kui see isevoolu teel võimalik oleks ja seejärel toimub materjali pihustamine suruõhuga. Materjali rõhk on vahemikus 1,5-2,0 bar ja püstoli sisendrõhk 2,0-2,5 bar. Survetoitega süsteemi kasutatakse peamiselt tööstuses suurte pindade ja/või viskoossemate materjalidega värvimisel.

Kõrgsurve värvipüstolid *(i. airless, airmix)* – kõrgsurve värvipüstolite puhul survestatakse materjal kolb- või membraanpumba abil ning pihustamine toimub surve teel. Suruõhku kasutatakse ainult kolb- või membraanpumba käitamiseks ja pihustusjoa modelleerimiseks (airmix süsteemis).

***Airless –** õhuvaba kõrgsurvepihustus, kus materjal surutakse läbi pihustusdüüsi rõhul 90-400 bar. Seda meetodit kasutakse tööstusvärvimisel kõige sagedamini, kuna võimaldab kiiresti värvida suuri pindu ja pihustada väga erineva viskoossusega materjale. Kasutusvaldkonnad: metallkonstruktsioonid, agregaadid, mahutid.

***Airmix -** õhu kaasabil toimiv värvipihustus tööpõhimõte on sarnane airless süsteemile, põhiline erinevus seisneb suruõhu lisamisel pihustusprotsessi, tänu millele saavutatakse värvimaterjali peenem pihustus. Materjal surutakse läbi pihustusdüüsi rõhul 30-150 bar ja lisatav suruõhk on 0,5-2,0 bar. Meetodit kasutatakse peamiselt tööstuses kus on vajalik kvaliteetsem pinnaviimistlus võrreldes airless süsteemiga.

NB! Kõrgsurve värvimissüsteeme tänapäevastes autovärvitöökodades ei kasutata.

OLULINE! Värvipüstol on üks olulisemaid automaalri töövahendeid! Peale pihustamistööde lõpetamist peske värvipüstol alati hoolikalt puhtaks, sest töövahendite korrektsest hooldusest sõltub töö kvaliteet!

2.3.3. Kivikaitse- ja korrosioonikaitsematerjalide püstolid

Lisaks värvidele tuleb automaalril pinnale kanda ka erineva viskoossusega kivikaitse- ja korrosioonikaitse mastikseid. Need materjalid on värvimaterjalidest tunduvalt viskoossemad ning nende pinnalekandmiseks on seetõttu vaja kasutada spetsiaalseid püstoleid.

Kivikaitsepüstolid on suhteliselt lihtsa konstruktsiooniga ning tavaliselt saab neil reguleerida vaid materjali pealevoolu, mille abil saavutatakse sobiva struktuuriga pind. Sellised püstolid on mõeldud otse 1 liitrise mastiksipudeli peale kinnitamiseks.

On olemas ka täiuslikumaid püstoleid, mille puhul asetatakse mastiksipudel püstoli küljes olevasse hermeetilisse anumasse, mis survestatakse. Sellisel juhul on ka reguleerimisvõimalusi oluliselt rohkem ja see võimaldab jäljendada erinevaid pinnastruktuure palju täpsemalt.

***Fotod 43, 44** – Vasakul lihtsa ehitusega ja paremal täiuslikum kivikaitsepüstol*

Korrosioonikaitse materjalide püstolid on mõeldud korrosioonkaitsevahade pihustamiseks auto kere suletud õõnsustesse, nt. uksed ja lävekarbid. Korrosioonikaitse materjalide püstolid võivad olla varustatud erinevate sondide ja düüsidega, mis võimaldavad pihustada ka nurkade taha ja ümberringi suletud karbi sees, et töödelda ka kõige raskemini ligipääsetavad kohad.

***Fotod 45, 46, 47** – Professionaalseks kasutamiseks mõeldud korrosioonikaitse materjalide püstol (SATA)*

2.3.4. Hermeetiku- ja liimipüstolid

Hermeetikute ja liimide pinnale kandmiseks kasutatakse mehaanilisi, pneumaatilisi ja elektrilisi **hermeetikupüstoleid**. Sõltuvalt otsikutest on nende abil võimalik saavutada väga erineva kujuga hermeetikuribasid ja pihustatavate hermeetikute puhul ka erinevaid pinnastruktuure.

Hermeetikupüstol koosneb korpusest, otsikust ja kolvist, mis on ühendatud surumissüsteemiga, mida käitab kas käsi, suruõhk või elektriajam. Kolvi abil surutakse hermeetik või liim läbi otsiku välju. Kolbe on kahte tüüpi – kas ainult jäigas kestas 310 ml tuubide jaoks või ka koos pehmes fooliumpakendis hermeetikutega kasutamiseks mõeldud.

Mehaaniline hermeetikupüstol - toimib käe jõul ja seetõttu ei pruugi jääda sellega pinnale kantav hermeetiku riba nii ühtlane kui elektrilise või pneumaatilise püstoliga. Mehaanilist püstolit saab edukalt kasutada ka 310 ml tuubidesse pakendatud liimide pinnalekandmiseks (nt. klaasiliim, 1K kereliim)

***Foto 48** – Mehaaniline hermeetikupüstol (STAKU)*

Elektrilised hermeetikupüstolid - kasutavad kolvi liigutamiseks akul töötavat elektriajamit. Sellise püstoliga on mugav kanda pinnale ka paksema konsistentsiga liime ja hermeetikuid.

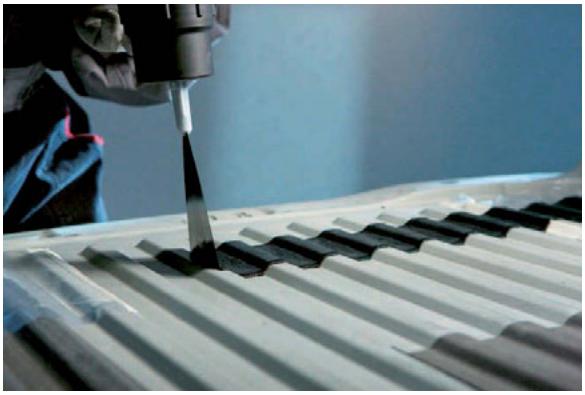
***Foto 49** – Elektriline hermeetikupüstol*

Suruõhul töötavad hermeetikupüstolid - kasutavad kolvi liigutamiseks suruõhku ja nende abil on võimalik lisaks tavalistele hermeetikutele pinnale kanda ka nn. pihustatavaid hermeetikuid, mille abil kaetakse suuremaid pindu. Enamasti kasutatakse autovärvitöökodades just seda tüüpi püstoleid.

***Foto 50** – Suruõhu hermeetikupüstol (3M)*

***Foto 51** – Pihustatavate hermeetikute püstol (Teroson)*

Suruõhu hermeetikupüstolite kasutamine:



Fotod 52 ja 53 –

Pihustatavate hermeetikute pinnale kandmine

Fotod 54 ja 55 –

Klaasiliimi ja tavalise hermeetiku pinnale kandmine

2.4. Lihvimisseadmed ja -vahendid

Lihvklotsid ja lihvimishöövlid. Pneumaatilised ja elektrilised lihvimismasinad. Tolmueemaldus-süsteemid.

Õpiväljund: Õpilane omab ülevaadet automaalri töös kasutatavatest lihvimisseadmetest ja lihvimis-vahenditest ja nende tööpõhimõtetest. Oskab valida oma tööks sobilikud vahendid vastavalt töökeskkonnale ja töö iseloomule.

Värvimistöö nõuab mitmetes tööetappides kvaliteetset pindade ettevalmistust, mille käigus on tarvis erinevaid aluspindu ja alusmaterjalide kihte korduvalt lihvida. Lihvida saab nii käsitsi kui ka erinevate lihvimismasinatega. Millisel moel mingit pinda lihvida, sõltub oluliselt selle parameetritest - suurusest, asukohast, kujust ja kasutatavate abrasiivide karedusest.

Käesolevas peatükis tutvume põhiliste töövahenditega lihvimistööde teostamiseks.

2.4.1. Käsilihvklotsid

Käsitsi lihvimiseks mõeldud lihvklotsid on valmistatud kas täisplastist või kombinatsioonina puidust käepideme ja alumiiniumist/komposiitmaterjalist tallaga. Abrasiivide kinnitamiseks klotsidele on nende tallad kaetud kas sileda kummiga, mis sobib liimitavatele lihvmaterjalidele või „takjatallaga“, mis sobib „krõpskinnitusega“ (*velcro*) lihvmaterjalidele.

Plastist lihvklotsid on tänapäeval enamasti seest õõnsad ning varustatud tolmueemaldussüsteemiga, mis koosneb tallas olevatest aukudest ja äratõmbevooliku ühenduskohast.

Lihvklotse valmistatakse erineva mõõdu ja kujuga, standardseteks mõõtudeks on laiused 70, 80 ja 115 mm ning pikkused, mis on ligilähedased 125, 195 ja 400 mm-le.

Olenevalt lihvitava töö eripärast, on lihvklotsid ka erineva tallakujuga: kumerad, nõgusad ja sirged.

***Foto 56** – Tolmueemaldusega lihvhöövel ja -klots (3M)*

***Foto 57** – Vahetatavate tallakumerustega lihvklots (MIRKA)*

***Foto 58** – Käsilihvalus lihvketastele*

***Foto 59** – Käsitald*

***Foto 60** – Painduv lihvhöövel (Hamach)*

***Foto 61** – Valik alumiinium/puit konstruktsiooniga klotse*

***Foto 62** – Puitkäepidemega, kumera alustallaga lihvklots*

Lihvklotsi valik sõltub töödeldava pinna kujust ja asukohast. Suurte sirgete pindade puhul kasutatakse kõige pikemat lihvimisalust, mida kutsutakse ka **lihvhöövliks**. Mida pikemale pinnale lihvklots toetub, seda lihtsam on saavutada sirge pind.

Kui on aga tegemist väikse vigastatud alaga, siis on mõistlik valida väiksem **lihvklots**, et mitte vigastada kõrvalolevat töötlemist mittevajavat pinda.

Kasutatakse ka **painduvaid** või **reguleeritava kumerusega** lihvhöövleid, mille abil on võimalik töödelda kerge kumerusega suuri pindu, näiteks kapotid ja katused. Lisaks jäikadele lihvklotsidele kasutatakse ka **pehmeid lihvimisaluseid**, mis on vajalikud väiksel ala kumerate või nõgusate pindade töötlemiseks.

Värvidefektide eemaldamiseks sobivad hästi spetsiaalsed väikesed lihvklotsid, mis on oma kujult ümarad ja diameetriga ca.32 mm.

***Foto 63** – Värvidefektide eemaldamiseks mõeldud lihvklotsid*

***Foto 64** – Klotsi kasutamine*

2.4.2 Lihvimismasinad

Enamuse autovärvimistöökojas teostatavate lihvimistööde korral kasutatakse töö kiirendamiseks ja ühtlase kvaliteedi saavutamiseks lihvimismasinaid. Lihvimismasinaid nimetatakse ka **lihvmasinateks**. Lihvmasinaid on kolme põhilist tüüpi: rotatsioon ehk pöördlihvmasinad, lineaarlihvmasinad ja ekstsentrik-lihvmasinad.

Rotatsioonlihvmasin (*i. rotary sander*) on lihvmasin, mille tald pöörleb ühes suunas ümber oma telje. Tüüpiliseks rotatsioonlihvjaks on näiteks nurklihvija ja ka poleermasin.

Lineaarlihvmasin (*i. linear sander*) on tavaliselt kandilise tallaga lihvmasin, mille tald liigub ühes suunas edasi-tagasi. Näiteks teatud tüüpi pika alustallaga suruõhuhöövlid.

Ekstsentriklihvija (*i. eccentric sander*) on lihvmasin, mille tald liigub ringiratast, kuid mitte sirgelt ringjoont mööda vaid võnkudes, kuna alustalla keskkoht pöörleb tsentrist väljapool e. ekstsentriliselt. Tänu ekstsentrikule liigub masina alustald samaaegselt mööda kahte erinevat raadiust ning ei korda oma teekonda kunagi, seepärast on ekstsentriklihvmasinaga lihvitud pind reeglina kõige ühtlasema viimistlusega.

Automaalri töös kasutatakse peamiselt just ekstsentriklihvmasinaid, mis omakorda jagunevad:

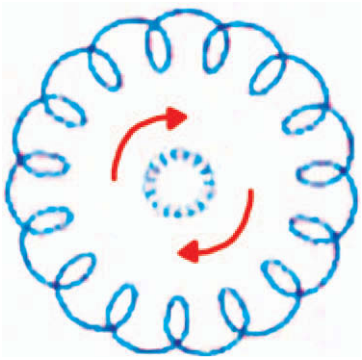
- Orbitaallihvmasinateks
- Planetaarlihvmasinateks

Nende kahe tüübi vahe seisneb peamiselt ekstsentrilise liikumise joones.

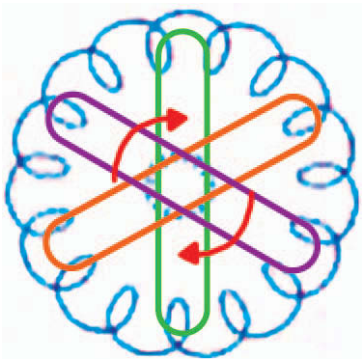
Orbitaalllihvmasinate *(i. radom orbital sander või dual action sander - DA)* puhul on tegemist n.ö „vabakäigu“ ekstsentrikutega, mis tähendab, et pöörlev ja võnkuv liikumine pole omavahel fikseeritud ja lihvtald liigub mõlemas suunas vabalt.

Planetaarlihvmasinate (*i. planetary sander või fixed dual action sander - FDA*) puhul on ekstsentrik-liikumine fikseeritud ja liigub mööda kindlat joont – planetaarselt. Sellise lihvmasina tald ei pöörle vabalt.

Orbitaal- ja planetaarlihvmasinate tööpõhimõtte erinevus:



***Joonis 11** – Planetaarlihvmasina jälg*



***Joonis 12** – Orbitaallihvmasina jälg*

Automaalrite kõnepruugis nimetatakse neid lihvmasinaid järgmiselt:

- *Orbitaallihvmasin –* ***vibra, ümara tallaga vibra***
- *Planetaarlihvmasin –* ***kinnise tallaga vibra, plekksepa vibra***

Ekstsentriklihvmasinad

Ekstsentriklihvmasinat e. **ekstsentriklihvijat** võib pidada automaalri põhiliseks ja kõige rohkem kasutuses olevaks lihvimistööriistaks. Ekstsentriklihvijaid saab kasutada alates vana värvi eemaldamisest ja pinna karestamisest kuni värvipinna poleerimiseks ettevalmistamiseni välja (ja isegi poleerimiseks).

Ekstsentriklihvijaid valmistatakse erineva väliskuju, erineva suuruse ja kujuga lihvtallaga ning erineva võnkeamplituudiga. Oluliseks parameetriks, mida automaaler peab silmas pidama, ongi just masina talla võnkeamplituud – see võib olla vahemikus 2,5 mm – 10 mm.

Võnkeamplituud näitab, kui palju on lihvtalla keskkoht teda käitava turbiini või elektrimootori keskmest väljapoole toodud. Erinevates tööetappides kasutatakse erineva amplituudiga lihvijaid.

Soovituslikud võnkeamplituudid:

- Vana värvi eemaldamine 5-10 mm
- Pahtli lihvimine 5-7 mm
- Krundi lihvimine 2,5-4 mm
- Ettevalmistus poleerimiseks 2,5-3 mm

Vana värvi eemaldamiseks sobivad planetaar- või orbitaallihvijad, mille talla diameeter on 150 mm:

***Foto 65** – RUPES planetaarlihvija*

***Foto 66** – FESTO planetaarlihvija*

***Foto 67** – MIRKA planetaarlihvija*

Pahtli ja krundi lihvimiseks sobivad erineva suurusega ja kujuga orbitaallihvijad:

75 mm lihvtallaga

***Foto 68** – FESTO orbitaallihvija*

150 mm lihvtallaga

***Foto 69** – MIRKA CEROS orbitaallihvija*

150 mm lihvtallaga elektriline

***Foto 70** – MIRKA DEROS orbitaallihvija*

200 mm ümara lihvtallaga

***Foto 71** – HAMACH orbitaallihvija*

70x400 mm lihvtallaga

***Foto 72** – FESTOOL ekstsentriklihvija*

70x198 mm lihvtallaga

***Foto 73** – MIRKA ekstsentriklihvija*

Värvidefektide eemaldamiseks sobivad kõige paremini 32 mm lihvtallaga ekstsentriklihvmasinad:

***Foto 74** – 32 mm orbitaallihvija töös*

***Foto 75** – MIRKA 32mm orbitaallihvija töös*

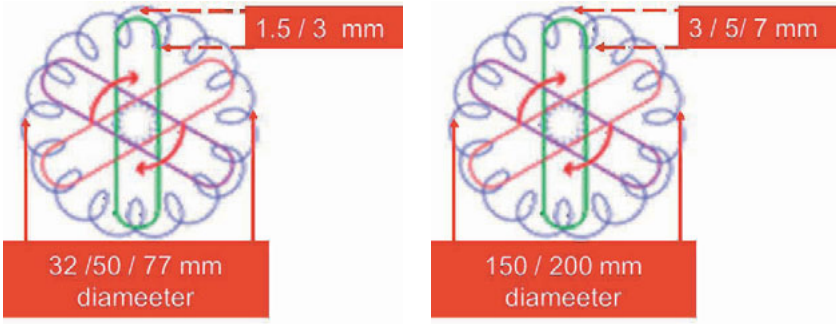
***Foto 76** – Micro-orbitaallihvija töös*

Orbitaallihvijate võnke amplituudi mõju lihvimisjäljele

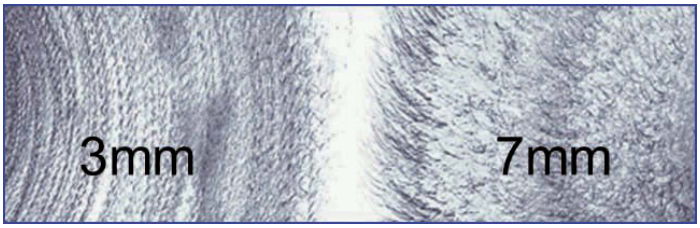
Tihti küsitakse – miks ma ei võiks kasutada viimistluslihvimiseks 7 mm võnkega orbitaallihvijat? Saaks ju töö kiiremini valmis!

Tegelikult jätavad erinevate võnkeamplituudidega lihvmasinad aluspinnale oluliselt erineva jälje ja 7 mm jälg on selgelt liiga suure raadiusega ning võib peale värvi ja laki kuivamist välja paistma hakata.

Vaadake erinevust allpool:



***Joonis 13** – Erineva võnkeamplituudi ja alustalla suuruste seosed*



***Joonis 14** – 3 mm ja 7 mm võnkeamplituudiga lihvmasinate jälje erinevus*

2.4.3. Tolmueemaldussüsteemid

Iga lihvimistöö käigus tekib suuremal või vähemal määral lihvimistolmu. Tolmune keskkond on aga kahjulik inimese tervisele ning põhjustab probleeme ka auto värvimise seisukohalt.

Tolmu vältimiseks või vähendamiseks on soovitatav kasutada tolmuimemis- ja ärastussüsteeme. Korralik tolmueemaldus pikendab lisaks ka lihvimispaberite kasutusiga ning tagab kvaliteetse aluspinna värvimiseks.

Enamik lihvklotse/höövleid ja ekstsentriklihvijaid on juba varustatud tolmuärastussüsteemi ühendusega, seega on tarvis nad vaid tolmueemaldussüsteemiga ühendada.

Tolmueemaldussüsteeme lahendatakse mitmel viisil: kas lokaalselt, kasutades mobiilset tolmuimejat, ühe või mitme töökoha tarbeks statsionaarse tolmuimeja abil või tsentraalselt ühe kesktolmuimeja ja statsionaarse tolmutrassi näol.

Mobiilne tolmuimemissüsteem koosneb ratastel liigutatavast tolmuimejast, mille külge saab voolikutega ühendada 1-2 lihvimismasinat. Tavaliselt on sellistel tolmuimejatel olemas ka automaatlülitus – lihvimismasina käivitamisel käivitub ka tolmuimeja ning lihvimise lõppedes lülitub ise välja. Selline lahendus on sobiv väiksemale töökojale või töökojale, kus töökohad pole kindalt määratud ning lihvimistööd tuleb teostada erinevates kohtades.

Mobiilsed tolmuimemissüsteemid:

***Foto 77** – FESTO-süsteem*

***Foto 78** - PWS-süsteem*

Statsionaarsete tolmuimemissüsteemide puhul kasutatakse seinale kinnitatud tolmuimejat ja pöördkonsoole, mille kaudu ühendatakse tolmuärastusvoolikud tolmuimejaga.

Konsoolide pikkus on 5-6 m ja tavaliselt lahendatakse need keskelt liigendiga, see võimaldab töötada kogu perimeetri ulatuses. 6 m pikkuse konsooli ja 5 m tolmuvoolikuga lihvmasina taga on võimalik töötada kokku umbes 190 m² suurusel alal. Konsool kinnitatakse seinale ja selle kaugemas otsas on terminal väljavõtetega tööriistade ühendamiseks suruõhu-, elektri- ja tolmueemaldus-süsteemiga. Konsooli seinapoolses osas asuvad ühendused trassidega ja väljavõte statsionaarse tolmuimeja jaoks. Sama ühendust saab kasutada ka konsooli tsentraalse tolmutrassiga ühendamiseks.

Statsionaarne tolmuimeja paigutatakse kas seinale või põrandale. Sellisele statsionaarsele tolmuimejaga on võimalik ühendada kuni kaks konsooli ja need suudavad teenindada korraga 2-4 lihvmasinat, olenevalt tolmuimeja võimsusest.

Näide: Pöördkonsoolid koos statsionaarse tolmuimemisturbiiniga

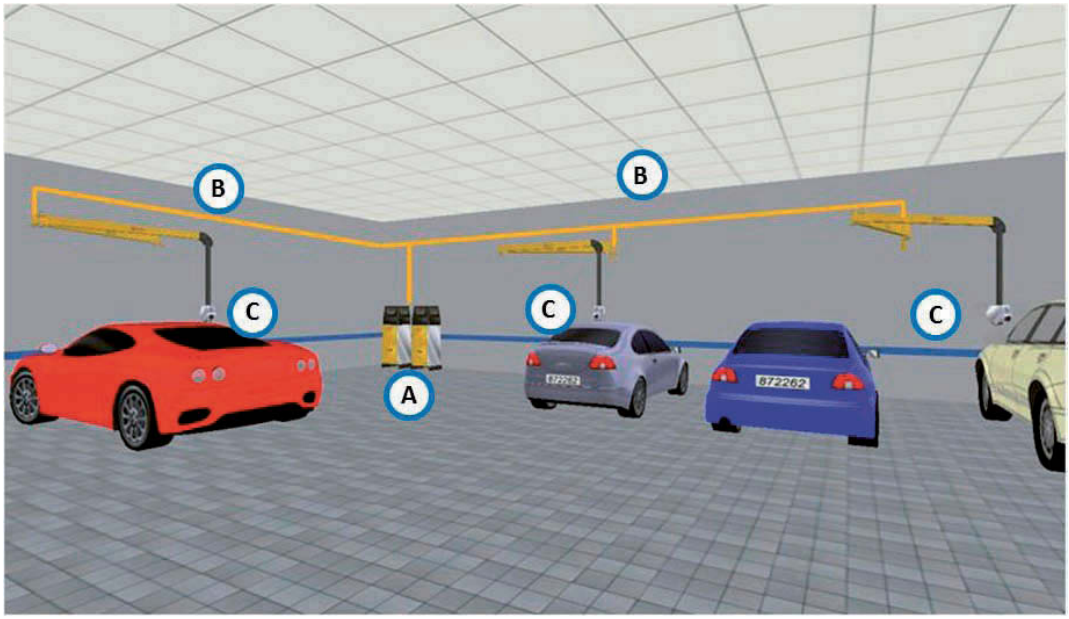
***Foto 79** – HERKULES Hexacomb-süsteem*

***Foto 80** – Hamach pöördkonsool*

Kesktolmuimemissüsteemid

Suuremates töökodades lahendatakse tolmueemaldussüsteem tavaliselt tsentraalselt ühe tolmuimeja baasil, kasutades tolmu kogumiseks tsentraalset tolmutrassi. Kesktolmuimemissüsteemi südameks on **turbiintolmuimeja**, mis on ühendatud tolmutrassiga. **Tolmutrass** on omakorda ühendatud pöördkonsoolidega, mille külge ühendatakse lihvimismasinad. Olenevalt tolmuimeja võimsusest võimaldab ta üheaegselt kasutada kuni 15 lihvimisseadet.

Kesktolmuimemissüsteemi ülesehitus:



***Joonis 15** – Kesktolmuimemissüsteemi põhimõte ja erinevate komponentide paiknemine*

A – tsentraaltolmuimeja
B – tolmutrass
C – terminalid lihvmasinate väljavõtetega

Tsentraaltolmuimejate näited:

Foto 81 *– RUPES Kesktolmuimemissüsteem*

Foto 82 *– Hamach Kesktolmuimeja*

2.5. Suruõhusüsteemid autode kere- ja värvitöökojas

Kompressorid, suruõhu kuivatusseadmed, suruõhutrassid, nende ülesehitus, vee- ja õlieemaldid.

Õpiväljund: Õpilane omab ülevaadet suruõhusüsteemi ülesehitusest, saab aru suruõhu puhtuse tähtsusest töö tulemusele ja oskab suruõhusüsteemi oma tööks vastavalt seadistada.

Tehniliselt puhas suruõhk on nii kere- kui ka värvitöökojas üks olulisemaid komponente. Suruõhuga töötab enamus värvitöökoja tööriistu ja seadmeid ning mis kõige olulisem - värvi pihustamine toimub samuti suruõhu abil.

Kui tööriistade puhul viib ebakvaliteetne suruõhk masina enneaegse kulumiseni või kinnijäämiseni, siis värvi pihustamisel puhutakse õhk koos värviga vastu värvitavat pinda. Suruõhus sisalduvad mehaanilised osakesed kleepuvad seejuures koos värviga pinnale, rikkudes värvimistulemuse. Suruõhus sisalduvad õliosakesed ja kondensaatvesi omakorda põhjustavad **silikoonikraatreid** värvi või laki pinnas ning alusmetalli korrosiooni.

Tüüpilised värvipinna defektid, mis on põhjustatud ebapuhtast õhust:

Silikoonikraatrid

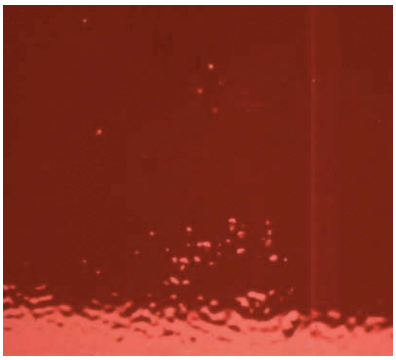


***Foto 83** – Silikoonikraatrid värvipinnal*

Tolmuosakesed

***Foto 84** – tolm värvipinna sees*

Rooste

***Foto 85** – Tekkiv rooste värvi all*

Eelpool toodud probleemide vältimiseks tuleb värvimistööde teostamiseks kasutada nn. tehniliselt puhast õhku. Tehniliselt puhas õhk tähendab seda, et suruõhus puuduvad nii mehaanilised osakesed, õli kui ka kondensaat. Kuidas saavutada tehniliselt puhas õhk ja ehitada suruõhutrass üles selliselt, et minimeerida nii kondensaadi teket kui ka selle jõudmist tööriistadesse või värvipüstolisse, sellest alljärgnevalt lähemalt.

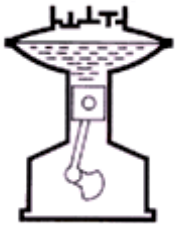
2.5.1. Kompressorid

Suruõhk saab alguse kompressorist, mis imeb endasse ümbritsevat õhku, surub selle kokku ning sellest saabki suruõhk. Seejärel suunatakse kokkusurutud õhk suruõhu mahutisse e. ressiiverisse. Ressiiver on vajalik suruõhu „kogumiseks“ ehk tagavara loomiseks juhuks, kui korraga lülitub trassi taha palju tarbijaid ning kompressori tootlikkus ei suuda kõiki tarbijaid vajaliku õhukogusega varustada. Samuti aitab ressiiverisse kogutud õhk ühtlustada rõhku suruõhutrassis ning vältida järske rõhulangusi.

Suruõhu toomiseks kasutatakse kompressorites erinevaid tehnilisi lahendusi ja selle järgi jagunevad enamlevinud **suruõhukompressorid** alljärgnevad:

- Membraankompressorid
- Kolbkompressorid
- Kruvikompressorid
- Lamellkompressorid

Membraan- ehk diafragmakompressorid *(i. membran compressor)*

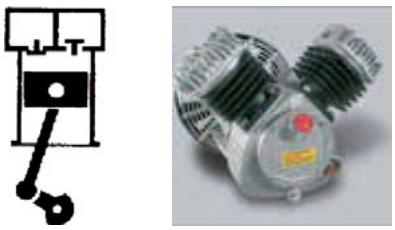


Joonis 16 *– Membraankonpressori tööpõhimõte*

Membraankompressori tööpõhimõtteks on surve tekitamine membraani abil. Õhukindla membraani ühel pool on kolb, mis liigutab membraani korpuses edasi-tagasi, teisel pool membraani asuvad aga sisse- ja väljalaskeklapp. Kui membraan liigub klappidest kaugemale, siis avaneb sisselaskeklapp ja õhk imetakse membraani peal olevasse kambrisse. Membraani liikumisel klappide suunas tekib ülerõhk, mis suleb sisselaskeklapi ning avab väljalaskeklapi. Väljalaskeklapist liigub see osa õhku edasi suruõhusüsteemi trassi või siis otse tarbijani. Membraani tagastamisel sulgub väljalaskeklapp ning tsükkel kordub.

Membraankompressorit iseloomustab suhteliselt väike tootlikkus, kuid samas toodab ta õlivaba suruõhku. Tema peamine kasutusala on väikese õhutarbimusega tööriistad, näiteks aerograafid.

Kolbkompressorid *(i. piston compressor)*



Joonis 17 *– Kolbkompressori tööpõhimõte*

Kolbkompressor töötab sarnasel põhimõttel, kui automootor, ainult et jõud on suunatud vastupidises suunas – kui automootoris tekitatakse põlemise abil silindris ülesurve, mis suunab jõu kolvilt üle kepsu väntvõllile, siis kolbkompressoris käitab elektrimootor väntvõlli, mis liigutab kolbi üles-alla tekitades sel moel kolvi peale ülesurve. Silindris üles-alla liikuv kolb koostöös sisse- ja väljalaskeklappidega töötavad „õhupumbana“ samal põhimõttel, kui membraankompressori puhul.

Kolbkompressorit iseloomustab keskmine tootlikkus ja selle langus kulumise käigus. Võib esineda mõningast õli sattumist suruõhku, sest sarnaselt automootoriga õlitatakse silindri pindu kulumise vältimiseks ning kolvirõngaste vahelt lekib mingi kogus õli suruõhu poolele. Kasutatakse väikse või keskmise suruõhu tarbimisega töökodades.

Kruvikompressor (i. *screw compressor*)

***Joonis 18** – Kruvikompressori tööpõhimõte*

Kruvikompressori töö põhimõte meenutab automootori õlipumpa, kus kaks teineteisega tihedalt haakuvat hammasratast suruvad mööda kambri välisseinu õli teisele poole. Kolbkompressoris surutakse samal põhimõttel edasi õhku.

Kruvikompressorit iseloomustab suur tootlikkus, pikaealisus ja madal müratase, kuid ka tema puhul kandub mingi osa kruvielemendi määrimiseks kasutatavast õlist õhusüsteemi. Õli eemaldatakse kaheosalise **separeerimise** teel, kuid kompressori ülekuumenemisel võib separeerimissüsteemide tõhusus langeda ja väike kogus õli võib jõuda suruõhusüsteemi, kus selle kinnipüüdmise eest vastutavad **suruõhu filtrid.** Kruvikompressorit kasutatakse suuremates süsteemides ja sageli koos sagedusmuunduriga, mis võimaldab mootori pöördeid muutes hoida väljundsurvet sõltuvalt tarbimisest konstantses piiris.

Kruvikompressorid on täna värvitöökodades enimkasutatud kompressori liik.

Kruvikompressori tööpõhimõtet vaata http://www.youtube.com/watch?v=stjvbAO_6JQ.

Lamellkompressor (i. *Rotary vane compressor*)

***Joonis 19** – Lamellkompressori tööpõhimõte*

Lamellkompressor on oma olemuselt mahtrotatsioonkompressor, mis koosneb rootorist ja staatorist. Rootori pikiuuretes paiknevad labad ehk lamellid, mis pöörlemisel surutakse tsentrifugaaljõu mõjul vastu staatori siseseina. Kuna rootor paikneb staatori telje suhtes ekstsentriliselt siis pöörlemisel lamellidevaheline ruumala rootori ja staatori vahel väheneb ning õhk surutakse kokku. Täpselt doseeritud õli tihendab ja jahutab kõiki tööpindasid ja detaile. Õhu leke kompressoribloki sees survepoolelt imemispoolele on praktiliselt olematu.

Lamellkompressori tööpõhimõtet vaata: http://www.youtube.com/watch?v=YT5HCpGIxZA.

OLULINE! Et kompressor saaks oma tööd korralikult teha, tuleks kompressorite ruumi paigutamisel silmas pidada järgmisi nõudeid:

- Kompressoriruumi peab pääsema piisavas koguses puhast õhku, millest kompressor valmistab suruõhku.
- Kompressorit ei sobi paigutada tolmusesse ruumi.
- Kompressoriruumil peab olema jahutusventilatsioon, et vältida kompressori ülekuumenemist.

Kompressori valikuks vajaliku võimsuse arvutamine

Kompressoreid on saadaval erinevate tehniliste näitajatega, millest enim pööratakse tähelepanu maksimaalsele rõhule (bar) ja vähem kompressori tootlikkusele (l/min). Kui värvipüstolid tarvitavad keskmiselt survet 2-3,5 bar, siis ca. 8 bar survet suudavad toota ka väiksed, kantavad, 20 L paagiga kompressorid. Värvimistöö seisukohalt on olulisem pöörata tähelepanu just **tootlikkusele**, mis sellise väikse kompressori puhul võib olla ainult 150 l/min.

Värvipüstolite õhutarve on keskmiselt vahemikus 220-350 l/min. Kujutage ette, mis juhtub 1 minut peale värvipüstoli päästikule vajutamist, kasutades näites toodud kompressorit. 20 L paagist on kogu 8 bar rõhul kogutud õhk ära kulutatud ja värvipüstol nõuab vähemalt 220 l/min juurde. Kui kompressor seda ei suuda, siis langeb rõhk värvipüstolis olematuks ning pihustamise asemel hakkab värvipüstol materjali paremal juhul piserdama. Rõhu kõikumine avaldab omakorda mõju värvipinna kvaliteedile.

Sobiva kompressori valimiseks võib eelnevalt kokku liita kõikide suruõhutööriistade ja –seadmete õhutarbe ning arvestada sellest kolmandikuga (33,33%), kui reaalse vajadusega, sest kõik suruõhu tarbijad ei tööta samaaegselt. Seejärel lisatakse saadud tulemusele 30-40% reservi.

Näide: Kompressori vajaliku tootlikkuse arvutamine

Suruõhuseade	tk	Õhutarve l/min	
		tk	kokku
Suruõhupüstol	2	150	**300**
Lihvmasin	2	350	**700**
Krundipüstol	2	250	**500**
Värvipüstol	1	220	**220**
Lakipüstol	1	350	**350**
Suruõhutoitega respiraator	1	170	**170**
Kogu õhutarve			**2240**
33,33% kogutarbest, arvestades mitteüheaegset tööd			**746**
Varuvõimsus 30% võimalike kadude ja			**970**
võimalike lisatööriistade tarbeks kokku			

***Joonis 20** – Kompressori valiku arvutus*

2.5.2. Suruõhu trassid

Kompressoris toodetud suruõhk viiakse tarbijani, näiteks lihvmasina või värvipüstolini, mööda suruõhutrassi. Suruõhutrassi ehitamise juures on olulisteks parameetriteks trassi läbimõõt ja pikkus. Mida suurem õhukogus on tarvis transportida ja mida pikem on trass, seda suurem peab olema trassi sisediameeter.

Liiga väikse diameetriga trassi puhul tekivad aga õhukaod.

Näiteks, kui ehitada trass sisediameetriga 1“ ja panna sinna vahele 1 m pikkune osa ¼“ toru, siis on trassi õhu edastamise võime võrdne ¼“ toru omale. Trassi läbimõõdu peaks valima vastavalt järgmisele tabelile:

Õhu kogus l/min	Minimaalne peamagistraali läbimõõt vastavalt trassi pikkusele xxx m			
		Kuni 50 m	Kuni 150 m	Üle 150 m
500	➔	¾“	1“	**Vastavalt suurem**
1000	➔	1“	1 ¼“	
1500	➔	1“	1 ½“	
2000	➔	1 ¼“	2“	
3000	➔	1 ½“	2“	

***Joonis 21** – Suruõhutrasside valimine*

Tabelis toodud väärtused kehtivad 6 bar surve korral. Suruõhutrassid peavad vastu pidama kuni 15 bar survele.

Liintrass ja ringtrass

Suruõhutrasse on kahte tüüpi: liintrass ja ringtrass.

Liintrassi puhul algab trass kompressorist/**ressiiverist** ja kulgeb ühe või harunenud liinidena tarbijateni. Liintrassi puhul võib esineda rõhu langust trassi lõpus olevatel tarbijatel.

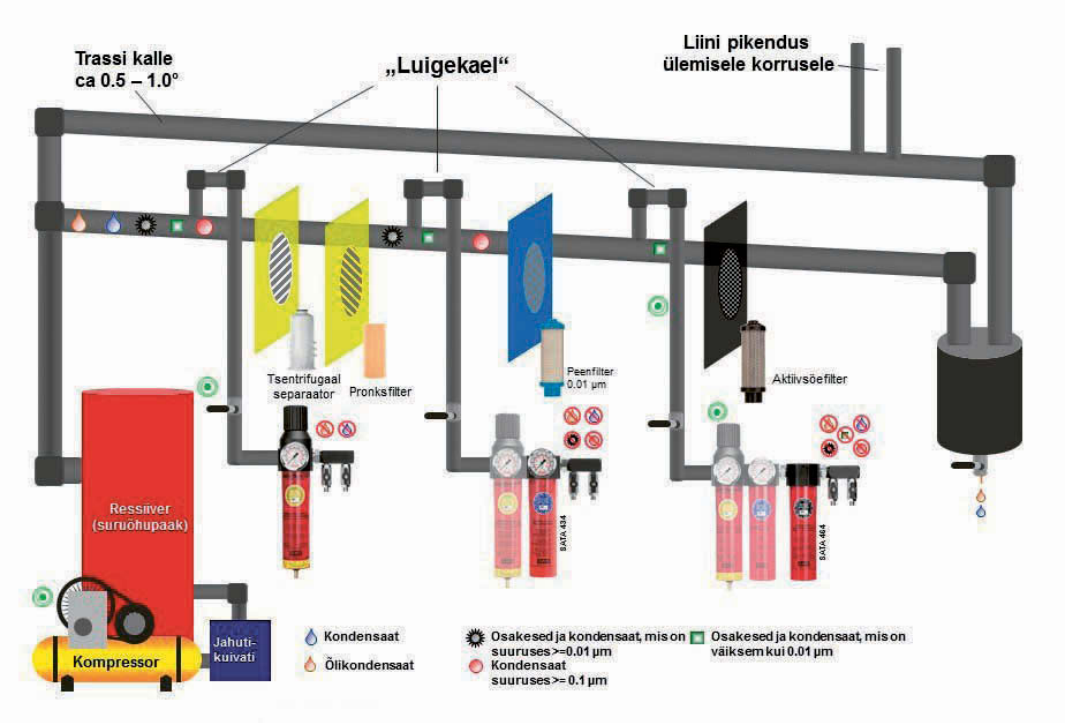
Ringtrass tähendab peamagistraali paigutamist ruumi seintele selliselt, et trassi algus ja lõpp on omavahel kokku viidud. Selline ülesehitus tagab parema ja ühtlasema õhu liikumise tarbijani.

Suruõhutrassid kulgevad seintel tihtilugu erineva temperatuuriga pindadel ja selline temperatuuri vaheldumine põhjustab kondensvee tekkimist trassis. Selle tarbijani sattumise vältimiseks paigutatakse suruõhutrassid seintele väikese kalde all, nii et kondensvesi või trassi sattunud õli saaks valguda mööda trassi peatoru põhja kõige madalama kohani, kuhu paigaldatakse kondensaadi väljutamiseks kraanid või ujuk-klapp.

Suruõhu väljavõtted peaksid olema tehtud peatrassist alati suunaga üles ja alles seejärel keeratakse need alla - nn. „luigekael“-väljavõte. Selline lahendus väldib trassi põhjas liikuva kondensaadi valgumist läbi suruõhu väljavõtte tarbijani.

Suruõhutrasse võib ehitada erinevatest materjalidest, näiteks alumiinium-, tsingitud teras- või plasttorust. Trassi ei sobi ehitada kummivoolikutest, sest kummivooliku väike diameeter ei lase läbi piisavas koguses õhku ning kummivoolikusse sattunud õlikondensaat hakkab lagundama vooliku sisepinda, mistõttu hakkavas sealt eralduma väikesed kummiosakesed.

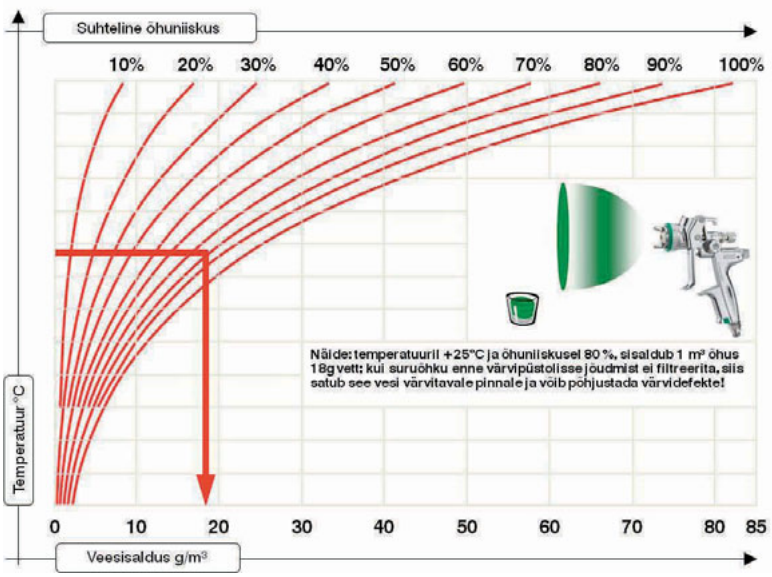
Suruõhusüsteemi ülesehitus (ringtrass)



***Joonis 22** – Suruõhusüsteemi ülesehitus - põhimõtteskeem*

2.5.3. Suruõhu filtrid ja -kuivatid

Kõiki eelpooltoodud abinõusid kasutusele võttes pole siiski võimalik veel tehniliselt puhast õhku saavutada, sest kompressorisse imetav õhk sisaldab nii mehaanilisi osakesi kui ka loomulikku õhuniiskust. Mida niiskem on välisõhk, seda suurem protsent vett satub ka suruõhku. Vee hulka, mis sisaldub niiskuse kujul õhus, demonstreerib alljärgnev tabel:



***Joonis 23** – Suruõhu veesisalduse arvutamise graafik*

Näide: 25°C õhutemperatuuri ja 80% õhuniiskuse juures sisaldub 1 m³ õhus 18g vett.

Niiskuse ja osakeste eraldamiseks suruõhust kasutatakse kolme meetodit: tsentrifugaal-, jahutus- ja filtermeetodit.

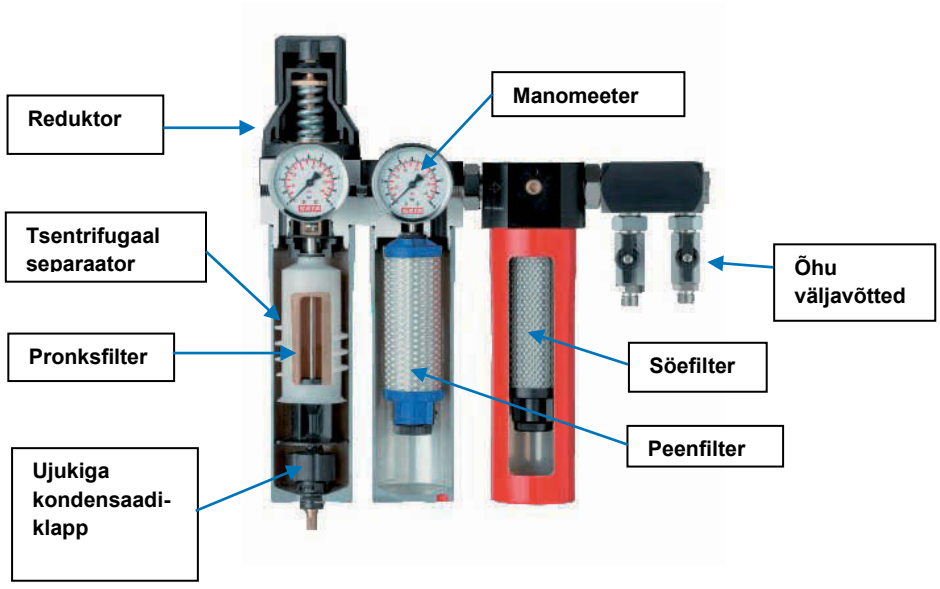
Jahutusmeetod põhineb füüsikatunnist tuntud printsiibil, et külm õhk mahutab liitri kohta vähem niiskust, kui soe. Jahutid-kuivatid töötavad sarnaselt konditsioneerile, kus õhk jahutatakse ja kondenseerunud vesi eraldatakse. Seejärel juhitakse õhk edasi kinnises süsteemis, kus puudub niiskuse ligipääs. Õhu soojenemisel selles kinnises süsteemis ta paisub ning niiskusesisaldus mahu kohta väheneb veelgi.

Tsentrifugaalmeetodi puhul pannake õhk õhufiltris suurel kiirusel pöörlema ja veeosakesed paisatakse vastu filtri välisseina, kust nad valguvad filtri põhja. Sellistel filtritel on põhjas ujukklapp, mis tõuseb kondensaadi kogunemisel üles, avades väljutusklapi.

Filtermeetod. Lisaks niiskusele on tarvis õhust eraldada ka kõik mehhaanilised osakesed ja seda tehakse vastavalt nõutavale puhastusklassile kas ühe- või mitmeastmelise filtriga. Tööriistade jaoks sobiv õhk puhastatakse mehaanilistest osakestest, mis on suuremad, kui 19 µm. Tööriistade jaoks lisatakse õhufiltrile lisaks õliti, mis lisab õhule piisava koguse õli tööriista turbiini määrimiseks. Sellistest õlititega filtritest ei tohi aga võtta õhku maalritöökojas, sest õhus sisalduv õli põhjustab silikoonidefekte värvitaval pinnal.

Eeltööks ja kruntimiseks loetakse piisavaks 0,1 µm elemendiga filtrit, värvimistöödeks aga 0,01 µm. Selline puhastusaste saavutatakse läbi mitmeastmelise puhastuse, nt. kõigepealt läbi pronks- või keraamilise filtri, mille puhastusaste on ca. 5 µm ning seejärel peenfilter mis puhastab õhu 0,01 µm.

Kui filtrit kasutatakse koos suruõhutoitega hingamiskaitsevahenditega, siis lisatakse eelpooltoodud filtri elementidele aktiivsöega element, mis eemaldab suruõhust õli jm tehnilised lõhnad.



***Joonis 24** – Suruõhu filtri läbilõige ja osade kirjeldused (SATA)*

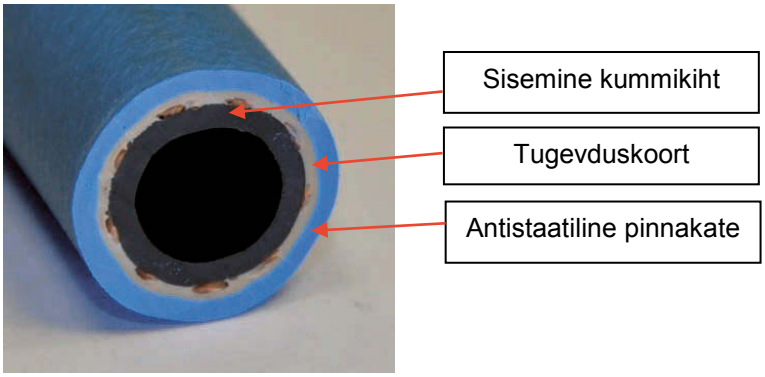
Suruõhufiltrid on varustatud ka regulaatori ja manomeetriga, et oleks võimalik tarbijasse suunatav rõhk reguleerida madalamaks, vastavalt nõutud tasemele. Kui trassi rõhk on automaalri töökojas tavaliselt ca. 7 bar, siis paljud suruõhutööriistad võivad seda kasutada ilma rõhku alandamata, kuid värvipüstolid nõuavad tunduvalt väiksemat sisendrõhku – vahemikus 1,5-4,5 bar, vastavalt tootja nõuetele.

Suruõhufiltri reduktor võimaldab rõhku vastavalt alandada. Seejuures tuleb reduktori rõhu reguleerimisel arvesse võtta seda, et õhufiltri ja värvipüstoli vahelise kummivooliku väike sise-diameeter kujutab endast takistust suruõhu läbivoolule, mis väljendub rõhukaos.

Rõhukadu sõltub kahest faktorist – vooliku sisediameetrist ja tema pikkusest. Seega on õige kontrollida värvipüstolisse minevat rõhku vahetult püstoli sisendi juures või kontrollida rõhukadu voolikus ja seada suruõhufiltri näit vastavalt suuremaks.

Soovitatav on kasutada kuni 10 m pikkuse vooliku korral sisediameetrit minimaalselt 9 mm ja üle 10 m voolikute korral vähemalt 13 mm.

Värvimistöödeks sobiv õhuvoolik koosneb reeglina 3-st kihist: sisemine silikoonivaba kummikiht, vahepealne koort ehk tugevduskiht ning antistaatiline pinnakate.



***Joonis 25** – Suruõhuvooliku läbilõige*

Filtrite tüübid ja nende hooldusvälbad:

keraamiline filter, puhastus iga 6 kuu tagant

peenfilter vahetus, iga 6 kuu tagant

söefilter, vahetus iga 3 kuu tagant

2.6. Kruntimiskambrid ja ventileeritud tööalad

Üldehitus, tööpõhimõte, hooldus ja kasutamine.

Õpieesmärk: Õpilane omab vajalikke põhiteadmisi autode värvimisel kasutatavatest kruntimis-kambritest ja eeltööaladest, nende ehitusest. Oskab neid kasutada ja hooldada.

Eeltööalad ja kruntimiskambrid on kohad, kus toimub autode ning auto detailide pahteldamine, lihvimine, kruntimine ning ettevalmistus värvimiseks värvimiskambris. Eeltöö ja kruntimine moodustavad tänapäeval automaalri tööst hinnanguliselt kuni 80%, seega on keskkonnal, milles neid töid sooritatakse väga suur tähtsus. Töö kvaliteedi ja töötaja tervise seisukohast on oluline, et kruntimiskambrite ja eeltööalade tehnilised kriteeriumid, nagu õhuvahetus, valgustus, õige töötemperatuur ning puhtus, oleksid nõutaval tasemel ja vastaksid Eestis kehtivatele nõuetele.

***Foto 86** - Mitmekohaline kruntimiskamber koos töökohtade vahel asuvate kardinatega (Blowtherm S.p.a.)*

Eeltöö protsessi toimumise järgi saab värvitöökojad liigitada kaheks:

1. Töökojad, kus kogu eeltöö etapp – puhastamine, pahteldamine, lihvimine, kruntimine ning krundi lihvimine toimub ühel ja samal töökohal. Sellisel juhul toimub kogu töö enne värvimist eraldatud ventilatsiooniga kruntimisalal, kus on igal töökohal tagatud vajalik valgustus, õhuvahetus ning temperatuur. Kruntimisaladel on töökohad üksteisest eraldatud spetsiaalsete kaitsekardinatega.
2. Töökojas, kus auto liigub läbi erinevate töötsoonide – ventileeritud eeltööalal tehakse puhastus, pahteldus ja lihvimistööd ning kruntimistöödeks (krundi pihustamiseks) lükatakse auto spetsiaalsesse kruntimiskambrisse, mida töökojas on üks või mitu. Kruntimiskamber võib olla kas moodulseinaga, nagu värvimiskamber, või eraldatud ülejäänud töökoja ruumist spetsiaalsete kaitsekardinatega.

Kruntmaterjalide pihustamine avatud eeltööalades ei ole lubatud, kuna pole võimalik ideaalselt kontrollida õhu liikumise suunda ja kogust, seetõttu on oht, et tervistkahjustavate materjalide pihustustolm satub väljapoole tööala.

2.6.1 Avatud eeltööala üldine kirjeldus ja tööpõhimõte

Avatud eeltööala koosneb töökohtadest, millel on olemas äratõmme, mille abil eemaldatakse tööalast orgaaniliste lahustite gaasid ja tolm.

Tavaliselt on **äratõmme** lahendatud ühe või mitme äratõmbeventilaatoriga ning õhu äratõmme tööalalt toimub läbi filtripaneelide kas: a) tööala taha paigaldatud filtrikastide kaudu või b) täiuslikuma lahenduse korral läbi põrandarestide. Viimasel juhul on äratõmbe-filtrid paigutatud põrandarestide alla.

Õhu **pealepuhe** või äratõmmatava õhu kompensatsioon lahendatakse kas üldventilatsiooni sisse-puhke suurendamise abil või eraldi agregaadiga, mille ülesanne on õhu puhastamine ja vajaliku töötemperatuuri hoidmine.

Avatud eeltööala korral ei ole õhu liikumist võimalik töökohtade vahel täpselt juhtida ning õhku eel-puhastada vahetult enne tööalasse puhumist. Oluline on üldise õhuvahetuse tagamine kogu eeltööalal ning õhu puhastamine töö käigus tekkivast tolmust. Seetõttu ei ole avatud eeltööalades lubatud sooritada kruntimistöid v.a. kohtkruntimised ühekomponentsete spray -kruntidega.

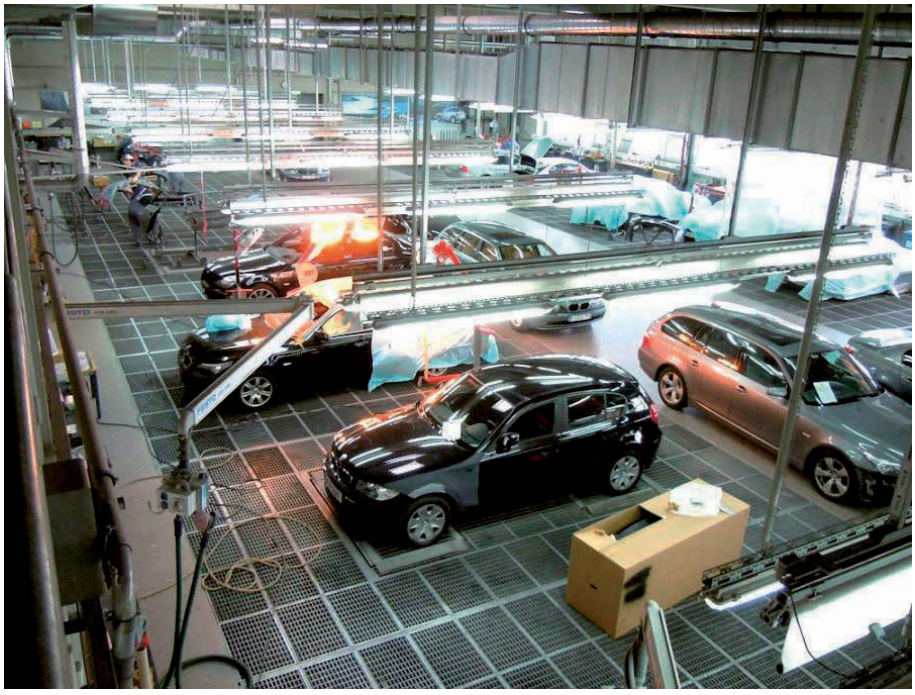


***Foto 87** – Avatud kruntimisala WOLF, BMW Niederlassung, München*

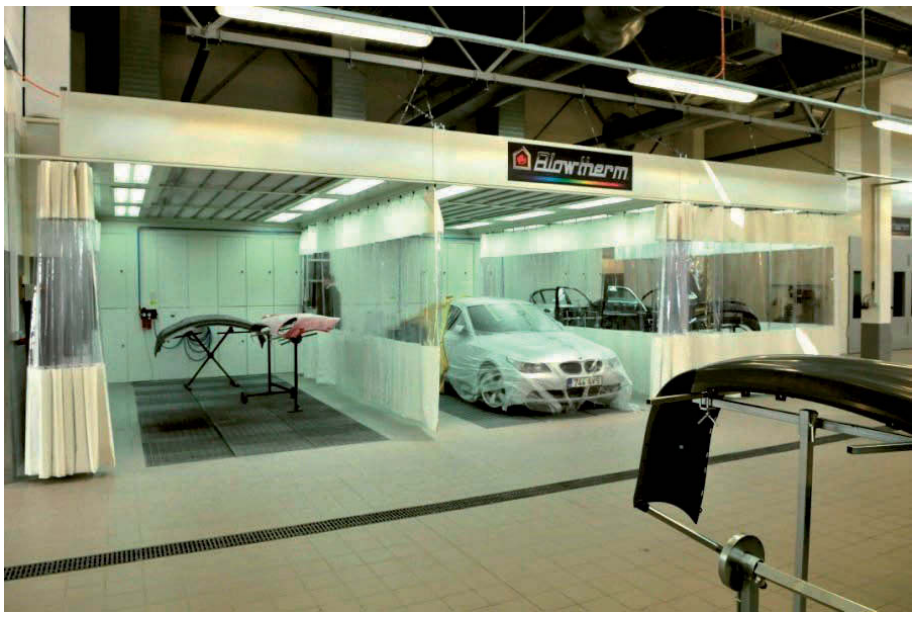
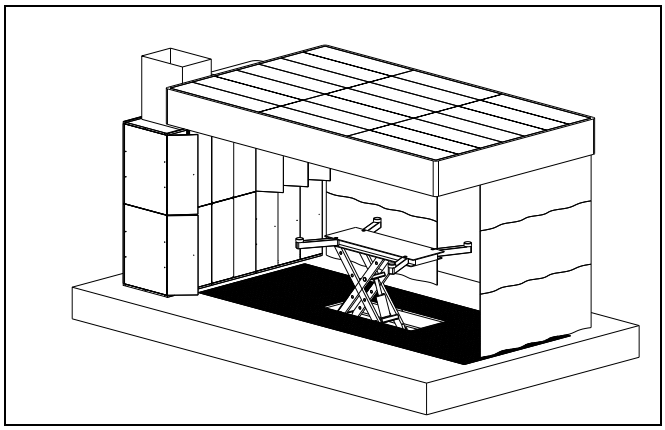


***Foto 88** – Kolme töökohaga kruntimiskamber, United Motors AS, Tallinn*

2.6.2 Kruntimiskambri üldine kirjeldus ja tööpõhimõte

Kruntimiskamber koosneb eraldatud ventilatsiooniga laest, läbi mille suunatakse õhu pealevool, selles asuvad filtrid ning tavaliselt on paigutatud sellesse ka valgustid. Laeosad riputatakse kas hoone laekonstruktsioonide külge või toetatakse postide abil põrandale. **Äratõmme** on kruntimiskambris kas läbi filtripaneelide tööala taha paigaldatud filtrikastide või täiuslikuma lahenduse korral läbi põrandarestidega kaetud tööala, mille alla on paigutatud äratõmbefiltrid. Põhimõtteliselt meenutab kruntimiskamber oma ehituselt värvimiskambrit, kuid selle vahega, et puuduvad seinad ning uksed - nende asemel on kas käsitsi või elektriliselt liikuvad kaitsekardinad.



***Joonis 26** – Kruntimiskambri põhimõtteskeem (Blowtherm)*

Kruntimiskambri oluline tehnoloogiline osa on **ventilatsiooniagregaat,** mis võib sisaldada ka kütteosa ning **juhtimis- ja ohutussüsteeme**. Kruntimiskambri ventilatsiooniagregaadi põhiülesanne on filtreerida ja eelsoojendada (juhul kui on varustatud kütteosaga) kambrisse puhutavat õhku ning hoida õhu kogus ja temperatuur etteantud parameetritele võimalikult lähedal. Tavaliselt kruntimiskambri ventilatsiooniseade kütteosa ei sisalda ning vajalik lisasoojus saadakse eraldi paigaldatud üldisest kütte-ventilatsiooniagregaadist. Siiski on viimastel aastatel hakatud kasutama täiesti autonoomseid kruntimiskambrid, millel on oma kütte-ventilatsiooniseade ning sisse- ja väljatõmbeventilaatorid. Selline kruntimiskamber võimaldab iga töökoha täiesti autonoomset kasutamist ning on tänu sellele paindlik ja ökonoomne lahendus.

Kuna tööprotsesside käigus vajaminev õhuvahetuse kogus on küllalt suur, siis on majanduslikult otstarbekas töötsüklite jagamine eeltöö- ja pihustamistsükliks:

- **Eeltöötsükkel** – tööprotsessi osa, mille käigus remonditavad pinnad puhastatakse, lihvitakse, pahteldatakse ja valmistatakse ette kruntimiseks. Eeltöötsüklis on võimalik väiksema õhuvahetuse kasutamine (kui kambri seade seda võimaldab) ja/või õhu suures osas retsirkuleerimine, kuna ei toimu materjalide pihustamist.

  Õhuvahetust vähendatakse sagedusmuunduritega mootorite pöördeid (ja seega õhukogust) vähendades. Õhu retsirkuleerimiseks muudetakse õhu juhtklapi asendit ning äratõmmatud õhk juhitakse läbi agregaadifiltrite tagasi laeossa ja sealtkaudu läbi laefiltrite uuesti tööalasse. Töötemperatuuriks on 20-22°C.

- **Pihustamistsükkel** – pihustamistsüklis vajatakse kogu õhuvahetuse võimsust, et tagada pihustustolmu ja lahustiaurude võimalikult kiire eemaldamine kruntimiskambri tööalast. Pihustamistsüklis võetakse kasutatav õhk kas hoone seest või hoonest väljastpoolt (kütteagregaadi olemasolul) ning tööalasse sisenev õhk läbib esmalt seadmes asuvad

eelfiltrid, mis eemaldavad õhust suuremad osakesed ning seejärel siseneb õhk tööalasse läbi laefiltrite, mis peavad tagama tehniliselt täiesti puhta õhu pealevoolu ja tolmuvaba töökeskkonna. Õhk liigub tööalas ülevalt alla või tagaseinatõmbe korral diagonaalselt ja imetakse kambrist välja väljatõmbeventilaatori(te) abil läbi **põrandafiltrite,** mille ülesandeks on püüda kinni pihustustolm.

Väljatõmbeventilaatori(te) labade kaitseks paigaldatakse tavaliselt nende ette ka **järelpuhastusfiltrid**, mis eemaldavad põrandafiltreid läbinud õhust ka väiksemad tolmuosad - vältimaks nende ladestumist ventilaatori(te) labadele või sattumist välisõhku. Pihustamistsüklis tuleb automaalrile tagada optimaalsed töötingimused – etteantud temperatuuril eelpuhastatud õhk ning tolmuvaba ja hästi valgustatud töökeskkond. Pihustamistsüklis on töötemperatuuriks 20-22°C.

2.6.3 Kruntimiskambri ja selle sõlmede tehniline kirjeldus

1. Seinad ja uksed

Kruntimiskambritel tavaliselt seinad ja uksed puuduvad, neid asendavad käsitsi või elektriliselt liigutatavad kaitsekardinad, mille keskel on läbipaistev osa, et säiliks nähtavus ka suletud kardinate korral. Kruntimiskambril võivad olla ka seinad nagu värvimiskambril, kuid ukse aset täidab kaitsekardin.

***Foto 89** - Avatud seintega Blowtherm kruntimiskamber AK Autoteenindus OÜ, Rakveres*

Tüüpilise kahekohalise kruntimiskambri peamised detailid

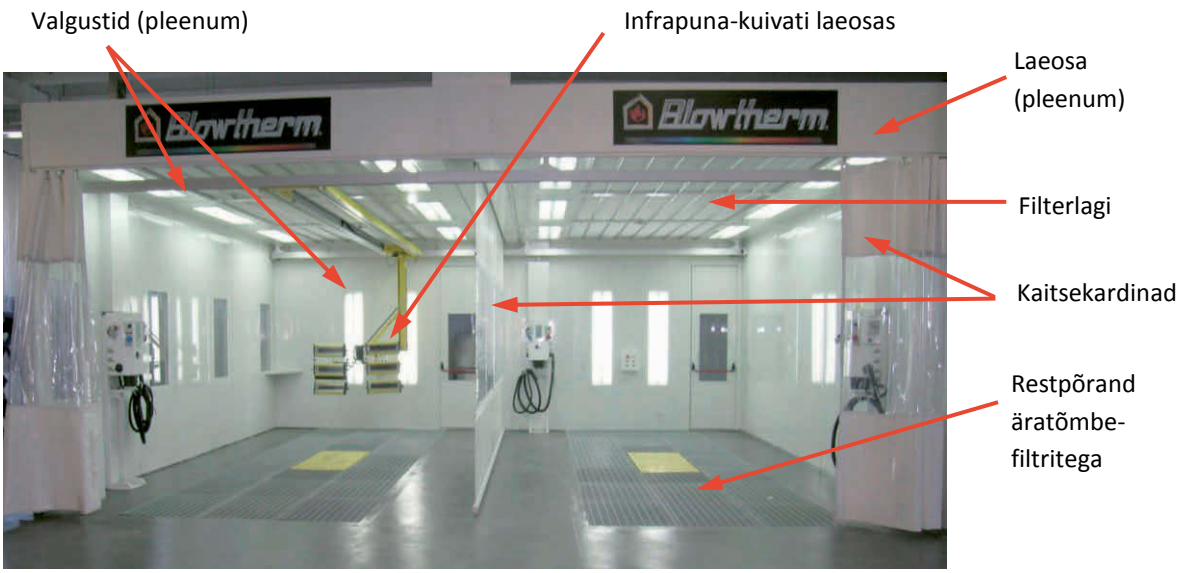


***Foto 90** – Kahekohalise kruntimiskambri ehitus ja peamised detailid*

2. Kruntimiskambri laeosa (pleenum)

Kruntimiskambri laeosa (pleenumi) ülesanne on ühtlustada kambrisse sisenev õhuvool enne lae-filtritesse juhtimist. Laeosa kõrgus on tavaliselt 500-800 mm, pikkus 6000-7000 mm ning laius 2400-4000 mm. Laeosas võivad paikneda ka lisaseadmed – näiteks muutuva konfiguratsiooniga laerestid, mis suunavad õhuvoolu eri töötsüklites erinevalt, difuusor õhuvoolu lõhkumiseks ja ühtlaselt jagamiseks laeosa kõikide punktide vahel või ka infrapuna-kuivatussüsteemid.

3. Filterlagi

Filterlagi on mõeldud õhu optimaalseks puhastamiseks ja laialijaotamiseks enne sisenemist kruntimiskambrisse.

Filterlagi koosneb:

- Galvaniseeritud ja värvitud terasplekist või alumiiniumist raamidest, mis toetavad ja kannavad laefiltri paneele. Filterlae ehitus peab olema võimalikult tolmukindel, et tolmuosakesed ei pääseks töötsooni filterkangast läbimata.
- Progressiivse tihedusega termiliselt ühendatud polüesterkiust filterkangas, efektiivsusklassiga vähemalt F5 (vastavalt to DIN EN 779) ja keskmise gravimeetrilise efektiivsusega 99 % AFI.

4. Kaitsekardinad

Seadme avatud küljed ja esi/tagaosa on varustatud täiskõrguses kaitsekardinatega spetsiaalsest tolmuhülgavast ja antistaatilisest PVC-materjalist. Kardinad on varustatud ohutuse ja töömugavuse seisukohast vajaliku läbipaistva keskosaga.

5. **Äratõmbeosa (tagaseina- või põrandaäratõmbega)**

Kruntimiskambrite äratõmbeosad on sarnased värvimiskambrite äratõmbeosadega nii oma ehituselt kui ka tööpõhimõttelt. Kruntimiskambri äratõmbefiltrid võivad asetseda nii kambri tagaseinas kui ka kambri põrandas. Paremaks lahenduseks tuleb pidada põranda äratõmbega kruntimiskambreid, sest nende korral liigub õhk kambris ühtlaselt ülevalt alla ning see tagab ideaalilähedased töötingimused.

Äratõmbeosa tüübi järgi liigitatakse kruntimiskambreid:

- **Täisrestpõrandaga kruntimiskamber** – kogu kambri tööala põrandaosa on kaetud tsingitud terasrestidega ja selle all asetsevate filtrikandurite, õhusuunajate ning filtritega. Kvaliteedi ja mugavuse seisukohast parim lahendus.

- **Osalise restpõrandaga kruntimiskamber** – kambri põrandaosa on kaetud tsingitud terasrestidega ja selle all asetsevate filtrikandurite, õhusuunajate ning filtritega ainult osaliselt, tavaliselt autost veidi suurem ala põranda keskel. Kõige levinum lahendus kruntimiskambrite korral.

- **Diagonaalse õhuliikumisega kruntimiskambrid –** siin asetsevad äratõmbefiltrid ja -kanalid kas kambri külgseintes või tagaseinas. Sellise lahenduse puuduseks on õhu ebaühtlane liikumine kambri eri osades võrreldes eelnevate lahendustega. Eeliseks on võimalus paigaldada selline kamber olemasoleva põranda peale, mis sobib hästi rendiruumides kasutamiseks.

6. Ventilatsiooniagregaat

Kruntimiskambrite korral kasutatakse tavaliselt ühe või kahe mootoriga ventilatsiooniagregaati ilma kütteseadmeta või koos sellega. Kruntimiskambrite ventilatsiooniagregaatide toimimispõhimõte on sarnane värvimiskambrite kütte-ventilatsiooniseadmetele või on nad värvikambrite seadmetega analoogsed. Suurimaks erinevuseks värvimiskambrite seadmetest on vahekuivatus- ja kuivatustsükli puudumine, kuna avatud ehituse tõttu pole mõeldav temperatuuri tõstmine antud alal.

Tänapäevaste autovärvitehnoloogiate kasutamine esitab kruntimiskambri õhuvahetusele kõrged nõuded, suur õhukogus on ühelt poolt vajalik kiireks ja efektiivseks kruntimiseks ning teiselt poolt selleks, et mitte ühelgi ajahetkel ei saaks tekkida kruntimiskambris plahvatusohtlikku õhu-lahustiauru segu. Euroopa Liidu Standardiga **EN 13355:2004** on määratud, et õhu liikumise kiirus kruntimis-kambris materjalide pihustamise ajal peab olema vähemalt 0,3 m/sek. See nõudmine tähendab, et olenevalt töötsooni mõõtudest peaks kruntimiskambri ventilatsiooniseadme poolt antav õhukogus olema vahemikus **18-24.000 m3/h.**

Kruntimiskambrite kasutamine ja ohutus

1. Üldine ohutus

Kruntimiskamber on ohutu ainult juhul kui keskkond, kuhu ta paigaldatakse, on selleks ette nähtud ja ohutu. Sellest tulenevalt peab ala, kuhu kruntimiskamber paigaldatakse, vastama kõigile antud tegevusele ette nähtud ohutusnõuetele, mis kehtivad värvmistöökodadele või sarnastele tegevustele. Seadmete kasutamine muudeks otstarveteks on keelatud ilma seadme valmistaja vastava eriloata.

Autode eeltöö/kruntimisalad on mõeldud järgmiste remontvärvimisprotsessi osade läbiviimiseks:

- sõidukite ja nende osade
- rongide ja nende osade
- veesõidukite ja nende osade
- õhusõidukite ja nende osade
- metallitööstuse ja/või puidutööstuse detailide ettevalmistuseks, kruntimiseks, lihvimiseks ja puhastamiseks

Eeltöö/kruntimisprotsess tähendab järgmisi töövõtteid:

- Värvitava objekti eelpuhastus
- Pahteldamine
- Kruntimine (ainult VOC-normile vastavate madala lahustisisaldusega kruntidega)
- Lihvimine ja pinna ettevalmistus värvimiseks, kivikaitsematerjalide pihustamine
- Katmine värvimiseks

2. Kruntimiskambri kasutus- ja ohutusjuhend

Kruntimisala on õige kasutamise ja hoolduse korral pikaajaline ning tõrgeteta töötav seade. Kui aga ei jälgita vajalikke kasutuseeskirju ja seadme käsitsemise reegleid võib isegi tehniliselt korras värvikamber olla ohu allikaks. Sellepärast on vajalik järgida järgmisi reegleid:

Kruntimisala kasutamisel tuleb silmas pidada:

- Töö kruntimisalas ja materjalide pihustamine peab toimuma ainult töötava ventilatsiooniga ning seadme juhtpaneel peab olema väljatõmbetsükli asendis (Exhaust Mode) ning kardinad kruntimisala ümber peavad olema kinni.
- Ettevalmistatud auto peab olema enne pihustamist maandatud kambri põrandarestide külge.
- Filtrid tuleb vahetada enne kui need muutuvad ebaefektiivseteks ning vähendavad oluliselt kruntimisalas liikuva õhu hulka.
- Iga nädal peab kasutaja puhastama kardinate, uste ja seinte pinnad ning valgustite klaasid tolmust ning pihustuspritsmetest, et vältida üleliigset tolmu kogunemist. Alternatiivselt võib statsionaarsed seinad katta tolmu siduva materjaliga.
- Kruntimisala põhjarestid tuleb hoida värvijääkidest puhtad ja vajadusel puhastada regulaarselt.
- Jälgige igapäevaselt värvikambri töötavaid komponente, et olla kindel järgmises:
  - mootor ja ventilaator töötavad normaalselt, ilma vibratsiooni ja liigse mürata
  - valgustus toimib korrektselt
  - elektrilised ja pneumaatilised lülitused toimivad korrektselt
  - elektriseadmete toimimises ei esine häireid

Keelatud on:

- Sõita kruntimisala restidele autoga, mis ületab lubatud massi/ratta kohta.
- Suitsetada kruntimisalas.
- Valmistada, segada või ladustada värvimaterjale kruntimisalas suuremas koguses kui on vaja konkreetse töö sooritamiseks.
- Pihustada ja segada värvimaterjale kruntimisalas kui:
  - Ventilatsioon ei tööta
  - Kardinad ümber kruntimisala on osaliselt või täielikult avatud
  - Kasutatava materjali kogus ületab riskianalüüsis kindlaksmääratud piirkoguse, millest edasi muutub kruntimisala plahvatusohtlikuks alaks
  - Kasutatava materjali kogus ületab riskianalüüsis kindlaksmääratud piirkoguse, millest edasi muutub kruntimisala töötaja tervist võimalikult kahjustavaks alaks
- Ladustada või hoida tööriideid, jalanõusid, kattepabereid või muid tarvikuid kruntimisalas.
- Kasutada kruntimisalas seadmeid või vahendeid, mis võivad tekitada sädemeid.
- Kasutada elektriseadmeid, mis pole spetsiaalselt tehtud kasutamiseks värvikambrites.
- Hoida toitu või süüa kruntimisalas.

3. Kruntimiskambri riketest tingitud ohud

Ebapiisav puhastus ja hooldus ning purunenud komponendid võivad tekitada järgmised ohud:

Keemiline saastatus kruntimiskambris, sest:

- üks või mitu filtriblokki on ummistunud
- mõni ventilatsioonikanalitest on ummistunud või on sinna sattunud võõrkeha
- retsirkulatsiooniklapi vale asend
- ventilaatori vale liikumissuund
- pihustatakse korraga rohkem materjali kui lubatud
- materjale pihustatakse kruntimiskambris, kus ventilatsiooniagregaat ei tööta (OFF-position)
- värvi pihustatakse täielikult retsirkuleeriva seadme korral

Keemiline saastatus väljapool kruntimiskambrit:

- Põhjafiltrite puudumine või purunemine
- Täitunud põhjafiltrid

Tuleoht:

- põlev sigaretituhk
- seadmete või esemete kasutamine, mis võivad põhjustada sädemeid
- lühiühendus elektriseadmetes või ventilatsiooniseadmes
- staatiline laeng
- välk
- ventilaatori archimedese kruvi hõõrdumine korpuse vastu
- valgustuse purunemine

Need rikked võivad tekitada tuleohtliku olukorra ainult siis, kui seadmeid ei ole korrektselt hooldatud.

OLULINE! Erilist tähelepanu tuleb pöörata põrandafiltrite õigeaegsele vahetamisele ning tolmu kogunemisele kambri laeosasse või torustiku seintele!

Plahvatusoht:

Plahvatus kruntimiskambris võib tekkida tänu eelmises peatükis mainitud põhjustele, kui nendest põhjustest tekkinud keemiline saastatus suureneb teatud piirini. Seepärast ei tohi kunagi:

- Pihustada värvimaterjale, kui kruntimiskamber ei tööta (OFF-position).
- Pihustada värvimaterjale täielikult retsirkuleeriva seadme korral.

Ebaõigetest töövõtetest ja käitumisest tingitud ohud:

Avatud lahusti/puhastusaine kanistrite või nende materjalidega immutatud kaltsude jätmine kambrisse, mis ei tööta, võib põhjustada tule- või plahvatusohtliku olukorra.

Kruntimiskambri juhtpaneeli käsitsemisest tingitud ohud:

Sellised ohud, mis ilmneksid kasutusvigade tagajärjel (vale nupp juhtpaneelis) puuduvad.

4. Tervisekaitse meetmed

Kambri kasutaja peab värvimistsüklis kandma isotsüanaadiga töötamiseks mõeldud eraldatud õhutusega respiraatorsüsteemi, spetsiaalset antistaatilist värvimiskostüümi ja nitriilkindaid, et kaitsta hingamisorganeid, silmi ja nahka ärritavate ja mürgiste aurude ning pihustustolmu eest.

2.6.5 Kruntimiskambrite ja eeltööalade hooldus

Kruntimisalade korrektse töö tagamiseks on tarvis neid regulaarselt hooldada. Kui hooldusgraafiku järgseid süsteemihooldusi võivad teostada vaid seadme volitatud hooldajad, siis igapäevaseid puhastamistöid ja kontrolli teostab seadme kasutaja.

Üldine väline puhastus - kõiki kruntimiskambri välimisi osi on tarvis regulaarselt puhastada. Siia alla kuuluvad seinapaneelide, kardinate, juhtimispaneeli ja klaaside puhastamine värvitolmust ja –pritsmetest.

Perioodiline filtrite hooldus ja vahetus

Äratõmbefiltrite hooldus - äraõmbefiltrite osa koosneb tavaliselt komplektist horisontaalsetest filtritest, mis on paigaldatud sirgelt restide all asuvate filtrikandurite/ õhuregulaatorite peale ja on valmistatud progresseeruva ehitusega klaaskiust. Seda tüüpi filtritel on väga hea võime püüda kinni kuiv värvitolm. Nende efektiivsus säilib kõrgena kuni vasturõhu tekkimiseni mille korral seadme rõhunäidik näitab rõhkude erinevust enne ja peale filtreid 100 ÷ 150 Pa (0,39 ÷ 0,59 in H2O). Kui see väärtus ületatakse on vajalik kohene filtrite vahetus. Põhjafiltreid ei saa puhastada.

Sissepuhke laefiltrite hooldus - sissepuhke laefiltrite süsteem koosneb komplektist filtripaneelidest, mis on paigaldatud horisontaalselt laeosa allosa külge filtriraamidele ja need filtrid on valmistatud akrüülkiust.

Seda tüüpi filtritel on eriti hea võime eraldada filtrit läbivast õhust kõik ebapuhtused ning seetõttu siseneb tööalasse läbi filtrite tehniliselt täiesti tolmuvaba õhk. Nende efektiivsus säilib kõrgena kuni vasturõhu tekkimiseni mille korral seadme rõhunäidik näitab rõhkude erinevust enne ja peale filtreid 100 ÷ 150 Pa. Kui see väärtus ületatakse on vajalik filtrite vahetus. Laefiltreid ei saa puhastada.

Ventilatsiooniseadme filtrite hooldus - ventilatsiooniseadme filtrisüsteem koosneb komplektist kott- või plaatfiltritest, mille ülesanne on õhu eelpuhastamine enne laefiltrile suunamist või järelpuhastus enne ventilaatorisse jõudmist. Need filtrid on valmistud erineva läbilaskevõimega akrüülkiust. Seda tüüpi filtritel on keskmine võime eraldada filtrit läbivast õhust kuiv värvi- või välisõhus sisalduv tolm. Neid filtreid kontrollitakse ja vahetatakse koos äratõmbefiltritega.

Näide: Tavahoolduse välbad

	TÖÖTUNNID																			
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
Põhjafiltrid				X				X				X				X				X
laefiltrid										X										X
Kott-järelfiltrid		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Eelfiltrid				X				X				X				X				X
Põhjarestid						X						X						X		
Üldine puhastus										X										X
Tsükliklappide kontroll										X										X

Peale igat 1000 töötundi algab hooldusvälpade tabel otsast peale.

2.7. Värvimis- ja kuivatuskambrid

Üldehitus, tööpõhimõte, hooldus ja kasutamine

Õpieesmärk: Õpilane omab vajalikke põhiteadmisi autode värvimisel kasutatavatest värvimis-kambritest ja nende ehitusest. Oskab neid kasutada ja hooldada.

Värvimiskamber

Värvimistöökoja üldine tehniline tase ja seadmete korrasolek mõjutavad selgelt värvimistööde kvaliteeti ja tööprotsessi efektiivsust. Üheks olulisimaks seadmeks värvimistöökojas on koht, kus ettevalmistatud sõidukid ja nende osad värviga kaetakse – **värvimiskamber.** Kokkuleppeliselt nimetatakse värvimiskambrit ka **värvikambriks.**

Tihti on automaaler sunnitud töötama mittepiisava ventilatsiooni, halva valgustuse ning suurte küttekuludega värvikambris ning lõpptulemuseks on korralikult läbi kuivamata, halva läikega, jooksukohtadega ning tolmuse lakipinnaga auto. Nii töökoja kui ka töötaja seisukohast on oluline, et tehnilised kriteeriumid nagu: õhuvahetus, valgustus, soojaseadme võimsus ja puhtus värvikambris, oleksid kõrgeimal võimalikul tasemel ja vastaksid Euroopa Liidu minimaalsetele nõuetele.

***Foto 91** - Värvimiskambrid koos kambrite vahel asetseva moodul-värvilaboriga (Blowtherm)*

Nagu märgitud, on värvimiskamber üks värvimistöökoja kõige olulisematest seadametest ja seetõttu alustatakse ka uue töökoja projekteerimist või olemasoleva renoveerimist tihti just värvimiskambri ja selle asukoha täpse valimisega. Värvimiskambrit võib defineerida, kui otseselt värvimiseks ja sellega liituvate tööprotsesside läbiviimiseks mõeldud tehnilise varustusega ruumi. Värvimiskamber eristab kogu värvimis- ja kuivatusprotsessi täielikult ülejäänud töökoja ruumidest ning sellel on eraldi kütte-ventilatsiooniseade, valgustus, filtrisüsteemid, uksed, juhtimine ning turvasüsteemid.

2.7.1 Värvimiskambri üldine kirjeldus ja tööpõhimõte

Värvimiskamber e. värvikamber koosneb täielikult eristatud ja ise püsti seisvast kambriosast, mille seinad on tavaliselt ehitatud sandwich-paneelidest ja mille olulisteks osadeks on: õhujaotus- ning filtreerimislagi, uksed, valgustid ning erineva ülesehitusega restpõrandasüsteem.

Värvimiskambri olulised tehnoloogilised osad on: **soojus-ventilatsiooniagregaat,** mis võib sisaldada ka lisasoojusvahetit ning juhtimis- ja ohutussüsteeme. Värvimiskambri soojus-ventilatsiooni-agregaadi põhiülesanne on eelsoojendada ja filtreerida kambrisse puhutavat õhku ning hoida õhu kogus ja temperatuur etteantud parameetritele võimalikult lähedane.

Vastavalt värvimisprotsessi osadele eristatakse järgmisi värvimiskambri töötsükleid:

- **Ettevalmistustsükkel** – tööprotsessi osa, mille käigus värvitavad pinnad puhastatakse ja valmistatakse ette värvimiseks. Ettevalmistustsüklis on võimalik väiksema õhuvahetuse kasutamine (kui kambri seade seda võimaldab) kuna ei toimu materjalide pihustamist. Õhuvahetuse vähendamiseks kasutatakse sagedusmuunduritega mootorite pöörete (ja seega õhukoguse) vähendamist. Ettevalmistustsüklis on kambri töötemperatuuriks 20-22ºC.

- **Värvimistsükkel** – värvimistsüklis vajatakse õhuvahetus kogu võimsust, et tagada pihustustolmu ja lahustiaurude võimalikult kiire eemaldamine värvimiskambri ruumist. Värvimistsüklis võetakse kasutatav õhk 100% hoonest väljastpoolt ning värvikambrisse sisenev õhk läbib esmalt seadme agregaadis asuvad **eelfiltrid,** mis eemaldavad õhust suuremad osakesed ning seejärel siseneb õhk värvimisruumi läbi laefiltrite, mis peavad tagama tehniliselt täiesti puhta õhu pealevoolu ja tolmuvaba töökeskkonna.
  Õhk liigub kambris ülevalt alla ja imetakse kambrist välja väljatõmbeventilaatori(te) abil läbi **põrandafiltrite,** mille ülesanne on püüda kinni enamus pihustustolmust.
  Väljatõmbeventilaatori(te) kaitseks on nende ette tavaliselt paigaldatud ka j**ärelpuhastus-filtrid**, mis eemaldavad põrandafiltrit läbinud õhust ka väiksemad tolmuosad, vältimaks nende ladestumist ventilaatori(te) labadele või sattumist välisõhku. Eriti oluline on järelpuhastusfiltrite kasutamine **lisa-soojusvaheti** kasutamise korral. Puhastamata õhus olev värvitolm ummistab soojusvaheti kiiresti. Kuna värvimistsüklis viibib automaaler värvimiskambris, siis tuleb tagada talle optimaalsed töötingimused – etteantud temperatuuril eelpuhastatud õhk ning tolmuvaba ja hästi valgustatud töökeskkond. Värvimistsüklis on töötemperatuuriks 20-22°C.

- **Vahekuivatustsükkel** on tööprotsessi osa, mille korral toimub kahe värvikihi või värvikihi ja lakikihi vaheline kuivamine ning mille lõppedes siirdub kamber tagasi kas värvimistsüklisse järgmise kihi pihustamiseks või kuivatustsüklisse kõrgendatud temperatuuril kuivatustsükli alustamiseks.
  Vahekuivatustsüklis toimib värvimiskamber põhimõtteliselt samamoodi kui värvimistsüklis, võimalik on mingil määral tõsta ka temperatuuri, et vahekuivatust kiirendada ning vähendada ka õhuvahetust (sagedusmuunduritega juhtimise korral), kuna kuivamisel ei vajata sama suurt õhuvahetust kui pihustamisel.
  Oluline on mõista, et vahekuivatuses võetakse õhk kambrisse väljast ja puhutakse välja, ainult nii saab tagada lendunud lahusti ja niiskuse eemaldamise ruumist. Vahekuivatustsükli ajal automaaler kambris ei viibi, kuid see on ohutuse seisukohast lubatud. Vahekuivatustsüklis on töötemperatuuriks tavaliselt 20-35ºC.

- **Kuivatustsükkel –** tööprotsessi osa mille jooksul toimub värvipinna kuivamine lahusti lendumise tagajärjel ning 2-komponentsete materjalide kuivamine (kõvenemine) keemilise

reaktsiooni tulemusena. Värvipinna kuivatamiseks ettenähtud aja jooksul on oluline tõsta temperatuur värvimiskambris või eraldi paiknevas kuivatuskambris 60-70ºC. Sellest kõrgem temperatuur oleks tehniliselt küll võimalik, kuid võib kahjustada auto elektroonikat ja plastdetaile.
Kuna temperatuuri tõstmine on seotud suure energiakuluga, siis kasutatakse kuivatustsüklis reeglina õhu retsirkuleerimist 80-90% ulatuses kogu õhuvahetusest. Ülejäänud 10-20% õhku vahetatakse välisõhuga, et tagada lahustiaurude ja niiskuse eemaldamine. Värske õhu lisamine tagab ka värvi ja lakipindade hea läike, mis täieliku õhu retsirkulatsiooni korral võib õhu liigse lahustisisalduse tõttu muutuda häguseks. Retsirkuleerimine tähendab, et seadmes asetseva tsükliklapi asendi muutmisega juhitakse kambrist välja imetav soe õhk peale filtreerimist ja lisasoojendamist kambrisse tagasi.
Kuivatustsüklis kasutatakse võimalusel vähendatud õhuvahetust – tavaliselt 50-70% maksimaalsest õhukogusest, kui see on tänu sagedusmuundritega mootorite olemasolule võimalik. Kuivatuse ajal automaaler kambris viibida ei tohi, seetõttu kasutavad paljud värvikambri valmistajad ka ohutussüsteemi, mille korral kuivatustsükli ajal kambris valgustust sisse lülitada ei saa.
Kuivatustsükkel valitakse värvimiskambri juhtimispaneelist käsitsi või lülitub see automaatselt sisse eelprogrammeeritud tööprotsessi osana peale värvimist ja vahekuivatust.

- **Jahutustsükkel –** peale kuivatust on oluline maha jahutada kõigepealt värvimiskambri soojusvaheti, kamber ise ja siis ka värvitud objektid. Korrektne jahutustsükkel on oluline kvaliteetse värvipinna saavutamiseks. Enamus värvimiskambreid lülituvad peale jahutustsükli lõppemist automaatselt välja.

Olenevalt värvimiskambri tüübist ja varustatuse tasemest on võimalik kas kõikide eelpoolmainitud töötsüklite käsitsilülitamine, poolautomaatne toimimine või ka terve tööprotsessi eel-programmeerimine.

Näide: Tüüpiline tööprotsess elektroonilise juhtimispaneeli ja sagedusmuundur-juhtimisega värvimiskambris on vesipõhiste baasvärvide ja 2-komponetse laki puhul alljärgnev:

STANDOX värvitehnoloogia – standard protsess STANDOBLUE

TÖÖTSÜKKEL	*MATERJAL*	*TSÜKLI AEG*	*TEMPERATUUR*	*ÕHUVAHETUS*
Ettevalmistustsükkel		10-20 min.	20-22°C	20-30 %
Värvimistsükkel	Vesi-baasvärv	5-10 min.	20-22°C	100 %
Vahekuivatustsükkel		10-20 min.	20-35°C	80 %
Värvimistsükkel	2K lakk	5-10 min.	20-22°C	100 %
Vahekuivatustsükkel		5 min.	20-22°C	80 %
Kuivatustsükkel	temp tõus	5-10 min.	üles kuni 65°C	50 %
	kuivatus 60°C	30 min.	65°C	50 %
Jahutustsükkel		5 min.	alla kuni 40°C	80 %

KOKKU: **75-110 min.**

Aluseks on võetud tüüpiline keskmine värvimistöö – 2 kuni 3 detaili.

2.7.2 Värvimiskambrite tüübid

Autode ja tarbesõidukite remontvärvimisel kasutatavad värvimiskambrid jagunevad oma põhiülesehituse järgi:

1. **Kombineeritud värvimis/kuivatuskamber *(kombikamber)* –** nii värvimis- kui ka kuivatusprotsess toimub samas ruumis (kambris), tööprotsessi muudetakse vajadusel juhtimispaneelist.

2. **Värvimiskamber koos eraldiseisva kuivatuskambriga, mis omakorda jagunevad:**

   - **pikisuunas asetseva kuivatuskambriga** – siin sooritatakse värvimistööd värvimiseks mõeldud kambris ning kuivatuseks lükatakse auto edasi peale värvimiskambrit asetsevasse, uksega eraldatud kuivatuskambrisse, kus toimub kuivatusprotsess.

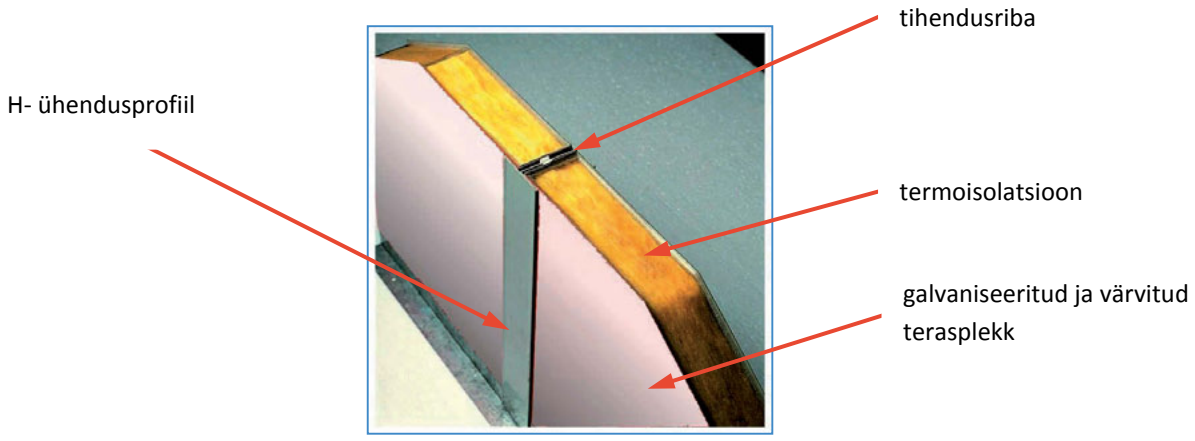
   - **külgsuunas asetseva kuivatuskambriga** – siin sooritatakse värvimistööd värvimiseks mõeldud kambris ning kuivatuseks lükatakse auto külgsuunalist relsisüsteemi kasutades tõstetava külgukse kaudu värvimiskambri kõrval asetsevasse eraldi kuivatuskambrisse, kus toimub kuivatusprotsess. Võimalik on ka kahe värvimiskambri vahele paigutatud laiem, mitu autot mahutav kuivatuskamber.

2.7.3 Värvimiskambri ja selle sõlmede tehniline kirjeldus

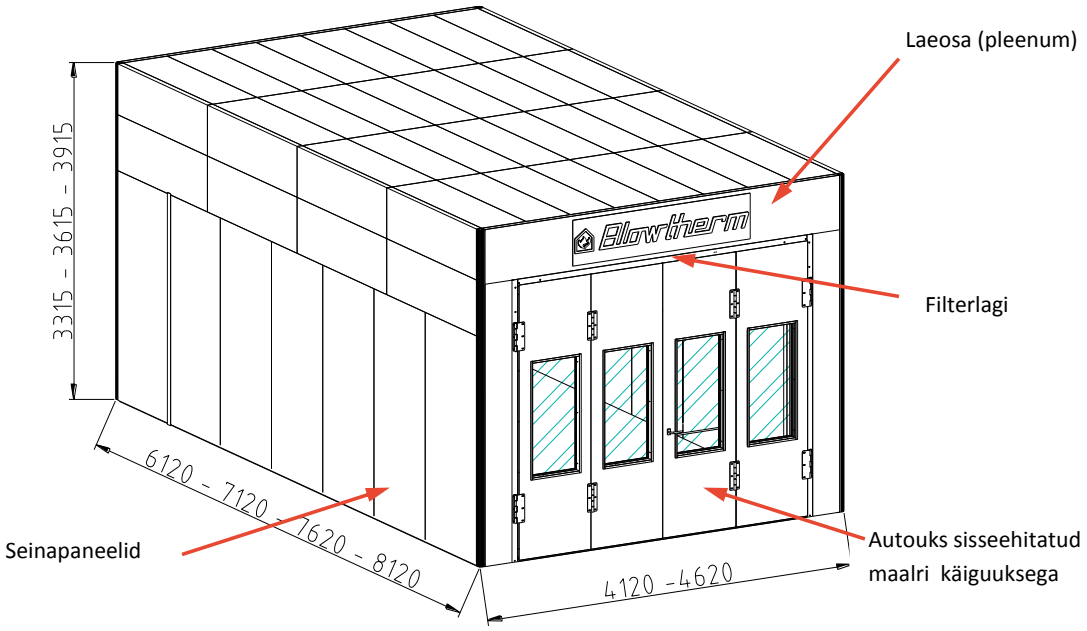
1. Seinad ja uksed

Värvimiskamber koosneb tavaliselt sandwich-tüüpi seintega kambriosast, mis toetub kas kambri põranda sokliosale või betoonpõrandale kinnitatud U-profiilile. Seinad on valmistatud galvaniseeritud ja eelvärvitud 50-60 mm paksustest sandwich-paneelidest, mis ühendatakse omavahel H-profiilist liistudega, et tagada täiesti õhutihe liide ning võimaldada paneelidel soojuspaisumise tagajärjel vajalikul määral liikuda. Alternatiivselt kasutatakse huul-liidetega paneele, mis vajavad lisatihendamist tihendusmassiga.

Paneelide soojusisolatsiooniks kasutatakse peamiselt tule levikut tõkestavat kokkusurutud klaasvilla. Polüuretaanvahuga täidetud seinapaneelide kasutamine ei ole Euroopa Liidus aktsepteeritud ebapiisava tuldtõkestava toime tõttu.



***Joonis 27** – Tüüpiline värvimiskambri seina ehitus (Blowtherm)*



Joonis 28 – *Tüüpilise värvimiskambri kambriosa peamised detailid (Blowtherm)*

Enimlevinud sõiduautode värvimiseks mõeldud värvikambrite sisemõõdud on – pikkus 7 või 8 meetrit, laius 4-4,5 meetrit ja kõrgus 2,7 – 3,3 meetrit.

Värvimiskambrisse sisenemiseks on kas kambri ühes või mõlemas otsas kolme kuni neljaosalised akendaga **autouksed,** mille sisse on reeglina ehitatud **maalri käiguuks**. Vastavalt EL-I Standardile peab värvimiskambril olema ka eraldi, **aknaga maalri käiguuks** küljeseinas. Käiguustele paigaldatakse seestpoolt paanikaolukorras ohutuks avamiseks mõeldud lingisüsteemid. Mõlemas otsas asuvate autouste korral on kamber läbisõidetav, ehk siis peale kuivatusprotsessi ei pea auto tulema tagasi eeltööalasse, vaid võib liikuda edasi komplekteerimisele. Küljel paikneva kuivatuskambri korral on värvimis- ja kuivatuskambri vahel kas kokkuvolditav vaheuks või elektriliselt tõstetav rulluks.

2. Värvimiskambri laeosa (pleenum)

Värvikambri laeosa ehk pleenum on laefiltritest ülespoole jääv eristatud osa, mille ülesanne on ühtlustada kambrisse sisenev õhuvool enne laefiltritesse juhtimist. Laeosa kõrgus on tavaliselt 500-800 mm ja soovitatavalt võiks laeosa laius ja pikkus olla samad, mis värvimiskambri välismõõdud. Laeosas võivad paikneda mitmesugused lisaseadmed – näiteks liikuva konfiguratsiooniga laerestid, mis suunavad õhuvoolu eri töötsüklites erinevale alale, difuusor õhuvoolu lõhkumiseks ja ühtlaselt jagamiseks laeosa kõikide punktide vahel ja lisakuivatussüsteemid.

Näide: Muutuva konfiguratsiooniga õhusuunamisrestidega laeosa

Foto 92 – *Värvikambri muutuvate õhusuunamisrestidega laeosa (Blowtherm)*

3. Filterlagi

Filterlagi on mõeldud õhu optimaalseks puhastamiseks ja jagamiseks enne sisenemist värvimis-kambrisse.

Filterlagi koosneb:

- Galvaniseeritud ja värvitud terasplekist või alumiiniumist raamid, mis toetavad ja kannavad laefiltri paneele. Filterlae ehitus peab olema võimalikult tolmukindel, et tolmuosakesed ei pääseks töötsooni filterkangast läbimata.
- Progressiivse tihedusega termiliselt ühendatud polüesterkiust filtermatid, efektiivsusklassiga vähemalt F5 (vastavalt to DIN EN 779) ja keskmise gravimeetrilise efektiivsusega 99 % AFI.

4. Põrandaosa

Värvikambrite äratõmbefiltrite-süsteem võib asetseda nii põrandas kui ka kambri külgedel.

Põrandaosa tüübi järgi jagunevad värvimiskambrid:

- **Täisrestpõrandaga värvimiskamber** – kogu kambri põrandaosa on kaetud tsingitud terasrestidega ja selle all asetsevate filtrikandurite, õhusuunajate ning filtritega. Kvaliteedi ja mugavuse seisukohast parim lahendus.

- **Osalise restpõrandaga värvimiskamber** – kambri põrandaosa on kaetud tsingitud terasrestidega ja selle all asetsevate filtrikandurite, õhusuunajate ning filtritega ainult osaliselt, tavaliselt kas autost veidi suurem ala põranda keskel või kaks eraldi riba auto rataste all. See on odavam lahendus, kuid õhu liikumine pole nii ühtlane kui täisrestpõranda korral, samuti on väikse pindala tõttu vaja filtreid tihedamalt vahetada. Suurem võimalus tolmu ladestumiseks värskele värvipinnale.

- **Diagonaalse õhuliikumisega värvimiskambrid –** siin asetsevad äratõmbefiltrid ja -kanalid kas kambri külgseintes või tagaseinas. Sellise lahenduse puuduseks on õhu ebaühtlane liikumine kambri eri osades võrreldes eelnevate lahendustega. Eeliseks on võimalus paigaldada selline kamber olemasoleva põranda peale, mis sobib hästi rendiruumides kasutamiseks. Viimastel ajal vähe kasutatav lahendus tänu olulistele tehnilistele puudustele.

Vaatleme lähemalt enimlevinud lahendust – täisrest-põrandaosaga värvimiskambrit.

Sellise põranda osad on:

- Terasest valmistatud sisemised talad, reguleeritava kõrgusega kandurjalad ning välimine suletud perimeeter (terassokkel), millele toetuvad kambri seinad – sellist põrandat saab paigaldada nii süvendi sisse kui ka põranda peale. Alternatiivina võib sokliosa olla valmistatud betoonvalust, mille sisse asetatakse talad ja kandurjalad, siis toetuvad kambri seinad betoonpõrandale kinnitatud U-talale.
- Galvaniseeritud terasest valmistatud filtrikandurid, mis on varustatud erineva suurusega reguleeravadega. Reguleeravade abil saab ühtlustada õhuvoolu, suunates seda ka agregaadist kaugemal olevatesse osadesse. Filtrikandurid paigaldatakse põrandarestide alla ja nendele toetuvad G2 tüüpi äratõmbefiltrid. Võimalikud on ka muud lahendused, näiteks lõks-tüüpi õhusuunajad ning äratõmbefiltrid süvendis asuva tsentraalse äratõmbekanali peal.
- Äratõmbefiltrid (klass G2), mis on paigaldatud põrandarestide alla kogu restpõranda ulatuses.
- Galvaniseeritud terasrestid põrandasüvendi kohal. Reste valmistatakse erineva koormus-taluvusega, sõiduautode või ka raskeveokite jaoks.

Restide all olev põrandasüvend peaks olema pikkuselt ja laiuselt sama, mis kambri sisemõõdud ning selle sügavus oleneb põrandaosa ehitusest ja värvimiskambri õhuvahetuskogusest. Mida suurem on õhuvahetuskogus, seda suurema mahuga peab olema põrandasüvend, et õhu liikumise kiirus ei tõuseks põranda all liiga suureks. Liiga suur kiirus tekitab liigset müra, muudab õhu liikumise erinevates kambri osades ebaühtlaseks ning vähendab filtri efektiivsust, sest filtrid toimivad kõige paremini ainult teatud õhuvoolu kiiruse juures. Suurema kiiruse juures ei pea filter enam tolmu kinni.

Tänapäeval kasutatakse põranda peale paigaldatud värvimiskambritel peamiselt 330-500 mm kõrgusega sokleid ja põranda sisse paigaldatud kambritel 500-800 mm sügavusi põrandasüvendeid.

OLULINE! Täisrest-põrandaosaga värvimiskamber on tehniliselt alati parim lahendus!

Fotod 93, 94 *– Värvikambri hankimisel peaks kindlasti eelistama täisrest-põrandaga värvikambreid*

5. Valgustipaneelid laeosas ja seintes

Värvimiskambri valgustid peavad tagama igas töötsüklis vajaliku kvaliteetse valguse ja piisava valgustatuse. Valgustite kaitseklass peab olema minimaalselt IP55, kambri poolelt kaitseklaasiga täielikult suletud. Tavaliselt asetsevad valgustid laeosa ülaservades nurga all .

Valgustid võivad paikneda ka värvimiskambri seintes horisontaalselt või vertikaalselt. Valgustites kasutatakse spetsiaalse karakteristikuga valgustuselemente, mis ei muuda silmaga hoomatavat värvust. Nõutav valgustugevus värvimiskambris on min. 1000 Lux, parimate värvimiskambrite valgustatus on tavaliselt 1300-1600 Lux. Kui kasutatakse kõrgema siselaega värvimiskambreid (3000 kuni 3500 mm) on alati soovitatav paigaldada lisavalgustid kas kambri nurkadesse püstiasendis või kambri seintesse, et tagada kambris ühtlane valgustatus ning tööks vajalikud tingimused.

Valgustite võimalik paiknemine värvimiskambris

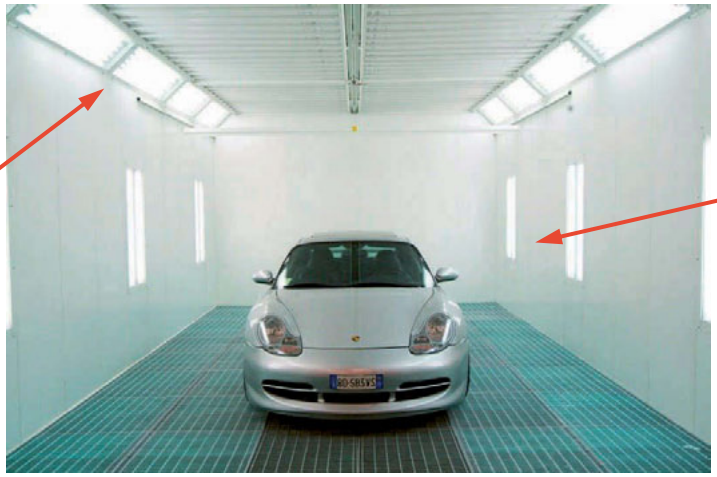


Foto 95 – *Valgustid võivad värvikambris paikneda nii ülanurkades kui seinas*

6. Värvimiskambri kütte-ventilatsiooniseadmed

Värvimiskambri kütte-ventilatsiooniseade (*KV-seade*) on kambri tähtsaim osa – selle süda. KV-seadme võimsusest ja varustatusest oleneb otseselt töö kiirus ja lõpptulemuse kvaliteet, samuti energiakulu tööprotsessi jooksul. KV-seadet võib võrrelda auto mootoriga.

Kütte-ventilatsiooniseade jaguneb neljaks põhiosaks:

- Agregaadiosa - õhkkütteagregaat, mis on varustatud kas õhksoojusvahetiga või gaasi-otsepõletiga
- Ventilatsiooniseade
- Filtreerimisosa
- Juhtimis- ja ohutusseadmed

Agregaadiosa

Seadme korpus on valmistatud kas isekandvatest teras-sandwich paneelidest või alumiinium-moodulraamist ja kattepaneelidest, mis on kaetud seest termoakustilise isolatsiooniga.

Tänapäeval enimkasutatavad agregaadid liigitatakse põlemisprotsessi tüübi järgi kas soojusvahetiga agregaatideks või otsepõletiga agregaatideks.

Soojusvahetiga agregaadi korral paikneb agregaadis kinnise põlemiskambriga õhkkütte katel (õhksoojusvaheti), mida köetakse gaasi- või vedelkütuse põletiga ja katla ümbert mööduv õhk soojeneb enne kambrisse suunamist. Võimalik on alternatiivsetel kütteliikidel baseeruvate kütteelementide kasutamine, nt. vesi või elekter.

Otsepõletiga agregaadi korral toimub soojusülekanne gaasipõleti leegilt otse kambrisse puhutavasse õhku. See lahendus on viimasel ajal muutumas kõige enamkasutatavaks agregaaditüübiks, kuna otsepõleti on olemasolevatest kõige suurema kasuteguriga ja ka kõige stabiilsema temperatuuri hoidmise võimega. Otsepõleti korral saavutatakse kuivatustsüklis temperatuuri väga kiire tõus, mis omakorda tagab kvaliteetse värvipinna. Otsepõletite korral on ainsaks võimalikuks kütteliigiks gaas – kas maagaas või mahutis olev vedelgaas.

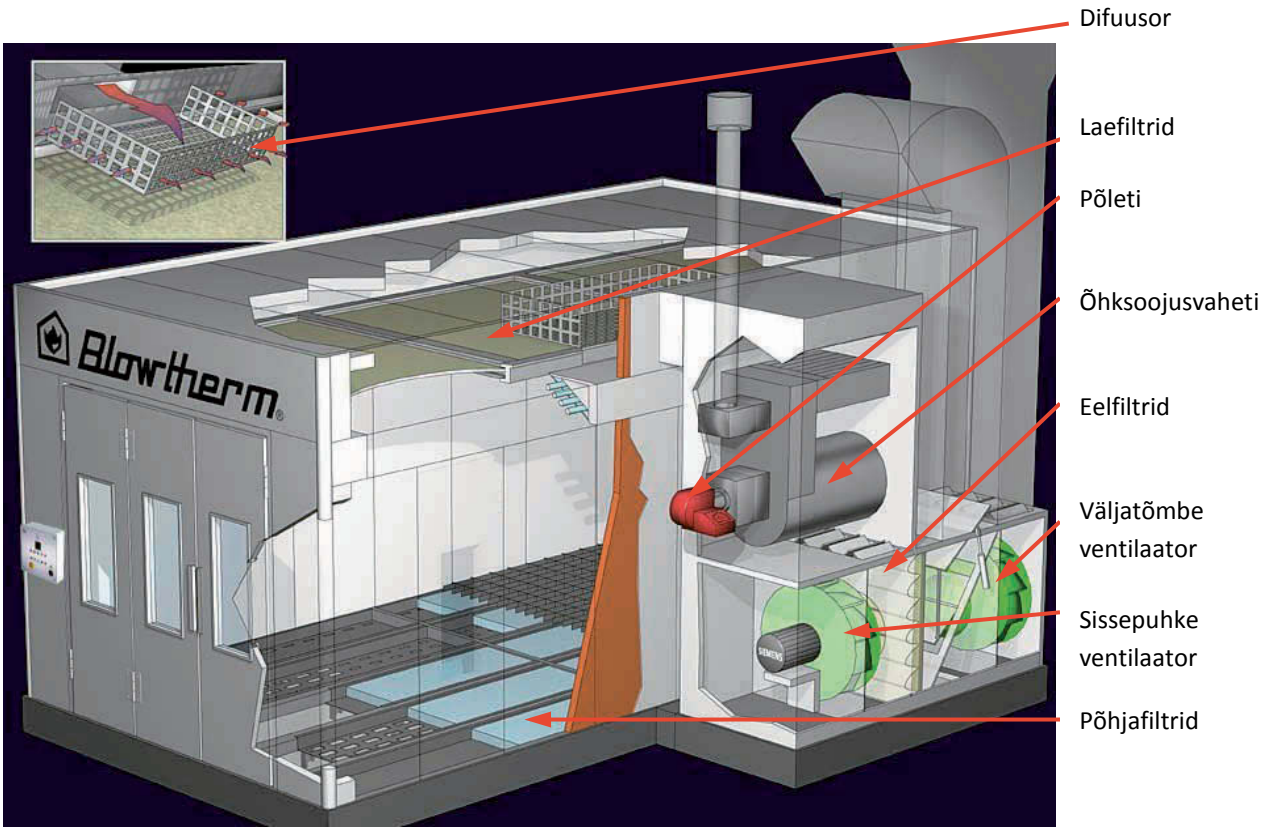
Tänapäevane, suure õhuvahetuskogusega värvimiskamber vajab väga võimsat soojusagregaati, et tulla toime meie talvede miinuskraadidega. Kui näiteks õues on -17°C ja värvimiseks on tarvis see õhk soojendada +20°C –ni, siis vajalik kütteagregaadi Δt on 37° . Eksiarvamus on aga see, et kütteagregaadi peamine energiakulu tekib kuivatustsüklis. Kuigi kuivatusel tõstetakse temperatuur üle 60°C, siis enamus kambris ringlevast õhust retsirkuleeritakse, värvimisel tuleb aga kogu väljast võetud õhk üles soojendada. Selleks et soojendada näiteks 4x7 m põrandapindalaga sõiduautode värvimiseks mõeldud kambris normidele vastava õhuvahetuse juures -15°C välisõhk värvimiseks vajaliku +20°C ni, on vaja ca. 270 KW soojusvõimsust. **Seega, peamine energiakulu tekib värvimisel, mitte kuivatusel**.

Ventilatsiooniseade koos retsirkulatsiooniklapiga

KV-seadme ventilatsiooniosa koosneb sissepuhke- ja väljatõmbeventilaatoritest, töötsüklite muutmise klapist või klappidest, reguleerklappidest sisse- ja väljapuhkel ning eel- ja järelfiltreerimise filtritest. Seadme **ventilatsiooniosa** koosneb kõrge dünaamilise võimsusega (tavaliselt üle 75%) tsentrifugaalventilaatoritest, millel on spiraalse ehitusega korpused ja mis on valmistatud galvaniseeritud terasest ning varustatud vajadusel sädemekindla kaitseservaga. Ventilaatoreid käitatakse kas rihmveoga elektrimootorilt või on nad jäigalt ühendatud mootori võllile (nn. otseveoga ventilaatorid). Kasutatavaid asünkroon-elektrimootoreid juhitakse kas otse, järjestikkuse täht-kolmnurk lülitusega või läbi sagedusmuundurite. Mootorite kaitseklass on reeglina IP 55, vajadusel kasutatakse ka plahvatuskindlas lahenduses mootoreid, mis vastavad normile Atex 94/9/EC, Grupp II, Kategooria 3G direktiiv (EX-mootorid).

Tänapäevaste autovärvitehnoloogiate kasutamisel on nõudmised kambri õhuvahetusele väga kõrged, sest suur õhukogus on vajalik kiireks ja efektiivseks värvimiseks ning vesipõhiste baasvärvide kiireks vahekuivatuseks. Teisalt on suur õhukogus vajalik selleks, et ühelgi ajahetkel ei saaks tekkida värvimiskambris plahvatusohtlikku õhu-lahustiauru segu. Euroopa Liidu Standardiga **EN 13355:2004** on määratud, et õhu liikumise kiirus värvimiskambris pihustamistsüklis peab olema vähemalt 0,3 m/sek. Selle nõude täitmiseks peaks näiteks 4 X 7 m sisemõõtudega värvikambri ventilatsiooniseadme poolt toodetav õhukogus olema vähemalt 0,3 m/s X 28 m² (4x7 m) X 3600= **30.240 m³/h.** Mida suuremad on kambri sisemõõdud, seda suurem peab olema vastavalt ka kambrit läbiv õhukogus, et tagada õhu liikumise kiirus 0,3 m/sek.

3. Filtriosa koosneb ühest või mitmest kott- või plaatfiltri paneelist, mille ülesandeks on eraldada filterid läbivast õhust suuremad osakesed ja enamus pihustatud värvitolmust.



Joonis 29 *– Värvikambri ventilatsiooniseadme ja õhu filtreerimise osad (Blowtherm)*

4. Juhtimispaneel ja ohutusseadmed

Värvimis/kuivatuskamber on varustatud juhtimispaneeliga, mille abil on automaalril võimalik juhtida värvimiskambri töötsükleid ja parameetreid.

Värvikambrite juhtimiseks kasutatakse erineva keerukusastmega juhtimispaneele, mis põhitüübilt jagunevad:

- Elektromehaanilised juhtpaneelid
- Täiselektroonilised juhtimispaneelid

Neist täiuslikumad on **täiselektroonilised juhtimispaneelid**, milles kasutatakse juhtimiseks mikroprotsessoreid. Sellised juhtimispaneelid võimaldavad eelprogrammeerida ja valida erinevaid töötsükleid ning eelseadistada eraldi iga tsükli temperatuur, tsükli kestvus ja õhuvahetuskogus ning tsüklite järgnevus. Võimalik on kulude (elektri- ja soojusenergia) arvutamine igas töötsüklis ning elektrooniline vigade otsing. Elektroonilise juhtimispaneeli lülitusnupud võivad olla lahendatud nii sensorlülititega kui ka puutetundliku ekraanina (i.*Touch-screen*).

Juhtimispaneelil ja värvimiskambri seadme ventilatsiooniosal on rida ohutusseadmeid, mis suudavad tagada seadme täielikult ohutu toimimise igas töötsüklis. Neist levinuimad on automaattagastuv ja käsitsi tagastatav ohutustermostaat, mis lülitab seadme ülekuumenemise korral välja. Lisaks ülerõhu jälgimise süsteem ning veel mitmed teised ohustusseadmed.

2.7.4 Värvimiskambrite kasutamine ja ohutus

1. Üldine ohutus

Värvimis- ja kuivatuskamber on ohutu ainult juhul, kui keskkond, kuhu ta paigaldatakse, on selleks ette nähtud ja ohutu. Sellest tulenevalt peab ala, kuhu värvimiskamber paigaldatakse, vastama kõigile antud tegevusele ette nähtud ohutusnõuetele, mis kehtivad värvimistöökodadele või sarnastele tegevustele. Seadmete kasutamine muudeks otstarveteks on keelatud ilma seadme valmistaja vastava eriloata.

2. Värvimiskambri kasutus- ja ohutusjuhend

Värvimiskamber on õige kasutamise ja hoolduse korral pikaajaline ning tõrgeteta töötav seade. Kui aga ei jälgita vajalikke kasutuseeskirju ja seadme käsitsemise reegleid võib isegi tehniliselt korras värvimiskamber olla ohu allikaks.

Värvimiskambri kasutamisel tuleb silmas pidada:

- Töö värvimiskambris ja materjalide pihustamine peab toimuma ainult töötava ventilatsiooniga ning seadme juhtpaneel peab olema asendis „VÄRVIMINE“ (Painting Mode) ning uksed peavad olema suletud.
- Ettevalmistatud auto peab olema maandatud kambri põrandarestide külge enne pihustamise alustamist.
- Filtrid tuleb vahetada enne kui nad muutuvad ebaefektiivseteks ning vähendavad oluliselt kruntimisalas liikuva õhu hulka.
- Iga nädal peab kasutaja puhastama uste ja seinte pinnad ning valgustite klaasid tolmust ning pihustuspritsmetest, et vältida üleliigset tolmu kogunemist. Alternatiivselt võib seinad katta tolmu siduva materjaliga.
- Värvimiskambri põhjarestid tuleb hoida värvijääkidest puhtad ja vajadusel puhastada regulaarselt.
- Kambri kasutaja peab igapäevaselt jälgima värvimiskambri töötavaid komponente, et olla kindel järgnevas:
  - mootorid ja ventilaatorid töötavad normaalselt, ilma liigse vibratsiooni ja mürata.
  - valgustus toimib korrektselt.
  - elektrilised ja pneumaatilised lülitused toimivad korrektselt.
  - elektriseadmete toimimises ei esine häireid.
  - kambri siserõhk on normi piirides ja automaatne rõhureguleerimissüsteem toimib korrektselt.

Värvimiskambris on keelatud:

- Sõita värvimiskambri restidele autoga, mis ületab lubatud massi ratta kohta.
- Suitsetada värvimiskambris.
- Valmistada, segada või ladustada värvimaterjale värvimiskambris suuremas koguses kui on vaja konkreetse töö sooritamiseks.
- Pihustada ja segada värvimaterjale kui:
  - Ventilatsioon ei tööta.
  - Värvimiskambri uksed pole täielikult suletud.

- Kasutatava materjali kogus ületab riskianalüüsis kindlaksmääratud piirkoguse, millest edasi muutub värvimiskamber plahvatusohtlikuks alaks.
- Kasutatava materjali kogus ületab riskianalüüsis kindlaksmääratud piirkoguse millest edasi muutub värvimiskamber töötaja tervist võimalikult kahjustavaks alaks.

- Ladustada või hoida tööriideid, jalanõusid, kattepabereid või muid tarvikuid värvimiskambris.
- Kasutada värvimiskambris seadmeid või vahendeid, mis võivad tekitada sädemeid või lahtist leeki.
- Kasutada elektriseadmeid, mis pole spetsiaalselt tehtud kasutamiseks värvikambrites.
- Hoida toitu või süüa värvimiskambris.

3. Värvimiskambri võimalikest riketest tingitud ohud

Ebapiisav puhastus ja hooldus ning purunenud komponendid võivad tekitada järgmised ohud:

Keemiline saastatus värvimiskambris:

- Üks või mitu filtriblokki on ummistunud.
- Mõni ventilatsioonikanalitest on ummistunud või on sinna sattunud võõrkeha.
- Tsükliklapi vale asend.
- Ventilaatori vale liikumissuund.
- Pihustatakse korraga rohkem materjali kui lubatud.
- Materjale pihustatakse värvimiskambris, kus ventilatsiooniagregaat ei tööta (OFF-position).
- Värvi pihustatakse kuivatustsüklis.

Keemiline saastatus väljaspool värvimiskambrit:

- Põhjafiltrite puudumine või purunemine.
- Täitunud põhjafiltrid.

Tuleoht. Tuleohtlik olukord võib tekkida värvimiskambris järgmistel põhjustel:

- Põlev sigaretituhk.
- Seadmete või esemete kasutamine, mis võivad põhjustada sädemeid.
- Lühiühendus elektriseadmetes või ventilatsiooniseadmes.
- Staatiline laeng.
- Välk.
- Ventilaatori labastiku hõõrdumine korpuse vastu.
- Valgustuse purunemine.
- Lühiühendus värvimiskambris viibiva sõiduki elektrisüsteemis.

Need rikked võivad tekitada tuleohtliku olukorra ainult siis kui seadmeid ei ole korrektselt puhastatud ja hooldatud.

OLULINE! Erilist tähelepanu tuleb pöörata põrandafiltrite õigeaegsele vahetamisele ning tolmu kogunemisele kambri laeosasse või torustiku seintele.

Plahvatusoht:

Plahvatus värvimiskambris võib tekkida tänu eelmises peatükis mainitud põhjustele kui nendest põhjustest tekkinud keemiline saastatus suureneb teatud piirini.

Sellepärast ei tohi kunagi:

- Pihustada värvimaterjale, kui värvimiskamber ei tööta.
- Pihustada värvimaterjale kuivatustsüklis või vahekuivatustsüklis.

Ebaõigetest töövõtetest ja käitumisest tingitud ohud:

Avatud lahusti/puhastusaine kanistrite või nende materjalidega immutatud puhustuslappide jätmine kambrisse, mis ei tööta võib põhjustada tule- või plahvatusohtliku olukorra.

4. Tervisekaitse meetmed värvimiskambris töötamisel

Värvikambri kasutaja peab värvimistsüklis kandma isotsüanaati sisaldavate materjaliga töötamiseks mõeldud, eraldatud suruõhutoitega respiraatorsüsteemi, spetsiaalset antistaatilist värvimiskostüümi ja nitriilkindaid, et kaitsta hingamisorganeid, silmi ja nahka ärritavate ja mürgiste aurude ning pihustustolmu eest.

***Foto 96** -Korrektne isikukaitsevahendite kasutamine värvimiskambris töötamisel*

2.7.5 Värvimiskambrite hooldus

Seadme korrasoleku ja laitmatu töötamise eelduseks on õigeaegselt ja süstemaatiliselt läbi viidav hooldus. Hooldustööde planeerimisel lepitakse tavaliselt kokku jooksvad hooldustööd, mida kasutaja saab ja soovib ise teha.

Kõik hooldustööd, mis eeldavad eriteadmisi, oskusi või seadmeid või mis on litsentseeritud tegevusalad (elekter, gaas) tuleb tellida selleks vastavat ettevalmistust omavalt hooldusettevõttelt.

Üldised hoiatused ja kasutaja kohustus

Seadmete ohutuks ja efektiivseks kasutamiseks on vajalik läbi viia üldine süsteemi hooldus ettenähtud ajaperioodi järel ja hooldusgraafiku alusel. Need hooldustööd tuleb läbi viia ainult seadme volitatud **Hooldaja** poolt ja enamik seda tüüpi süsteemihooldustest tuleb läbi viia kord aastas.

Sellest hoolimata on väga oluline et seadmete **Kasutaja** viib lisaks eelpoolmainitud hooldustele läbi perioodiliselt elementaarseid igapäevaseid puhastamis- ja kontrolltöid.

Kasutaja on kohustatud:

- Lülitama seadme välja ja eraldama vooluvõrgust perioodidel, mil seadet ei kasutata.
- Kontrollima heli- ja vibratsioonitaset: kõrvalekalded ja suurenenud müra viitavad seadme rikkele või rikke-eelsele olukorrale.
- Kontrollima, et ühelgi ventilaatorite liikuval osal poleks tekkinud korrosiooni.
- Perioodiliselt eemaldama õhufiltritest vee ja õli, seda tuleb alati teha enne, kui filter veega täitunud on!
- Teatama kõikist avastatud kõrvalekalletest volitatud Hooldajale ja vajadusel katkestama töö enne seadme kontrolli ja remonti.

Perioodiline filtrite hooldus ja vahetus

Äratõmbefiltrite hooldus - äratõmbefiltrite osa koosneb tavaliselt komplektist horisontaalsetest filtritest, mis on paigaldatud sirgelt restide all asuvate filtrikandurite/õhuregulaatorite peale ja on valmistatud progresseeruva ehitusega klaaskiust:

Seda tüüpi filtritel on väga hea võime püüda kinni kuiv värvitolm. Nende efektiivsus säilib kõrgena Kuni vasturõhu tekkimiseni mille korral seadme rõhunäidik näitab rõhkude erinevust enne ja peale filtreid 100 ÷ 150 Pa (0,39 ÷ 0,59 in H2O). Kui see väärtus ületatakse on vajalik kohene filtrite vahetus. Põhjafiltreid ei saa puhastada.

Sissepuhke laefiltrite hooldus - sissepuhke laefiltrite süsteem koosneb komplektist filtripaneelidest mis on paigaldatud horisontaalselt laeosa allosa külge filtriraamidele ja need filtrid on valmistatud akrüülkiust:

Seda tüüpi filtritel on eriti hea võime eraldada filtrit läbivast õhust kõik ebapuhtused ning seetõttu siseneb tööalasse läbi filtrite tehniliselt täiesti tolmuvaba õhk. Nende efektiivsus säilib kõrgena kuni vasturõhu tekkimiseni mille korral seadme rõhunäidik näitab rõhkude erinevust enne ja peale filtreid 100 ÷ 150 Pa. Kui see väärtus ületatakse on vajalik filtrite vahetus. Laefiltreid ei saa puhastada.

Kütte-ventilatsiooniseadme filtrite hooldus - KV-seadme filtrisüsteem koosneb komplektist kott – filtritest (tavaliselt 2), mis on paigutatud otse sissetõmbeventilaatori (või soojussalvesti ette), nende ülesanne on õhu eelpuhastamine ja/või järelpuhastus ja need filtrid on valmistud erineva läbilaske-võimega akrüülkiust.

Seda tüüpi filtritel on keskmine võime eraldada filtrit läbivast õhust kuiv värvitolm. Nende efektiivsus säilib hea kuni vasturõhu tekkimiseni mille korral seadme rõhunäidik näitab rõhkude erinevust enne ja peale filtreid 150 ÷ 200 Pa. Kui see väärtus ületatakse on vajalik filtrite puhastus või vahetus.

Tavahoolduste välbad ja hooldusgraafiku näide

Allpool on näiteks toodud Blowtherm Extra Värvimis/Kuivatuskambri Hooldusintervallide tabel. Kasutaja on kohustatud järgima hooldustabelit kui miinimumnõuet hooldusvälpadele.

TÖÖTUNNID =>	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
Masina eelfiltrite kontroll						*						*						*		
Masina järelfiltrite kontroll*				*				*				*				*				*
Laefiltri seisukorra kontroll										*										*
Põrandafiltrid		*		*		*		*		*		*		*		*		*		*
Kambri siseseinad		*		*		*		*		*		*		*		*		*		*
Põrandarestid		*		*		*		*		*		*		*		*		*		*
Klaaspinnad				*				*				*				*				*
Äratõmbekanal										*										*
Suitsutoru										*										*
Vent.agregaadi kontroll										*										*
Lülituskilbi kontroll										*										*
Valgustite kontroll										*										*
Põleti kontroll										*										*
Tsükli klapi kontroll										*										*
Turvaandurite kontroll										*										*

Peale 1000 tunni täitumist hakkab graafik otsast peale. Kord aastas tuleb kõik kontrollid teostada isegi juhul, kui 500 tundi pole täitunud.

2.8 Kuivatusseadmed

Õhupuhurid. IR- ja UV- kiirgurid.

Õpiväljund: Õpilane tunneb ja oskab kasutada erinevaid kuivatusseadmeid lisaks kuivatus-kambritele.

Enamik autovärvitöökojas pinnale kantavaid värvimaterjale peavad enne järgnevat töötlemist või järgmise kihi pinnale kandmist olema läbi kuivanud. Kuivamisprotsess võib olla füüsiline, kus lahustid aurustuvad pinnale kantud vedelast materjalist välja ja järgi jääb kuiv materjalikiht, või keemiline, kus materjal kõvendub tänu keemilisele reaktsioonile (polümerisatsioonile) materjali ja kõvendi vahel.

Kuivamise eelduseks on sobilik temperatuur, mis autovärvimaterjalide puhul on soovitavalt üle +20°C. Minimaalne temperatuur, mille juures keemilised reaktsioonid toimuvad, on ca.+15°C. Ka lahustite aurustumine seisukohalt on temperatuur oluline, sest jahedas toimub aurustumine märkimisväärselt aeglasemalt.

Materjalide kuivamisaeg omab tööprotsessi seisukohalt suurt tähtsust, sest mida kiiremini materjalid kuivavad, seda kiiremini on võimalik tööprotsessi jätkata. Kuivamisprotsessi kiirendamise seisukohalt on olulised 2 parameetrit: temperatuur ja õhu liikumine üle värvitud pinna. Temperatuuri tõstmine reeglina kiirendab kuivamisprotsessi ning mida suurem on õhu liikumine üle värvitud pinna, seda kiiremini lenduvad värvimaterjalist lahustid.

Antud parameetrite suurendamisel on siiski teatud piirangud, sest lahustite pinnaletõusmiseks märja värvikihi seest on vajalik siiski teatud aeg ning liiga kiirel kuivatamisel lenduvad lahustid ainult pindmisest kihist ning pind „kaanetub“, jättes alumistes kihtides sisalduva lahusti lõksu. Alumistesse kihtidesse lõksu jäänud lahustid ei lase omakorda korralikult toimuda keemilisel kuivamisel ning materjal jääb n.ö. poolkuivanud olekusse. Ka keemilisel kuivamisel on omad optimaalsed parameetrid, mille ületamine kahjustab tulemuse kvaliteeti.

Kuivamisprotsessi kontrollimiseks ja selle kiirendamiseks on mitmeid seadmeid, näiteks õhupuhurid, erinevad kiirgurid ja loomulikult eelmistes peatükkides tutvustatud kuivatuskambrid.

2.8.1 Õhupuhurid

Õhupuhureid kasutatakse värvipinnast lahustite aurustumise kiirendamiseks. Kui nitro- või akrüülbaasil lahustid on kergesti lenduvad, siis veepõhises alusvärvis sisalduv vesi lendub tunduvalt aeglasemalt ja seetõttu kasutatakse vesialuseliste värvimaterjalide kuivatamiseks õhupuhureid. Puhurid suurendavad üle pinna liikuvat õhuvoogu, mis omakorda tõmbab pinnalt kaasa veeosakesed.

Et värvipind kuivaks ühtlaselt, on tarvis suurt õhukogust ning see on vaja suunata võimalikult laiale pinnale. Ainult kompressori poolt toodetud suruõhu kasutamine nõuaks väga suure tootlikkusega kompressorit ning oleks seetõttu kulukas. Seepärast kasutatakse põhiliselt kordistavaid õhupuhureid, mis kasutavad ***coanda-*** ja ***venturi-*** efekti. Tegemist on puhuritega, millesse suunatakse suruõhk, mis puhutakse välja läbi koonilise toru. Torus tekib kaasatõmbav efekt, mis kordistab läbi toru liikuva õhu ca. 7-10-kordseks. Näiteks püstolisse siseneb suruõhk rõhul 4 bar ja koguseliselt 350 l/min, väljuv kordistatud õhukogus on sellisel juhul suurusjärgus 6000 l/min.

Näide: SATA Dry-Jet õhupuhur ja SATA multidüüsiga õhupüstol

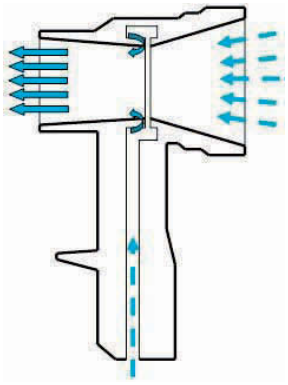


***Foto 97** – Suruõhu puhuri tööpõhimõte.* ***Fotod 98, 99** – erinevad suruõhu puhurid*

2.8.2. Kiirgurid

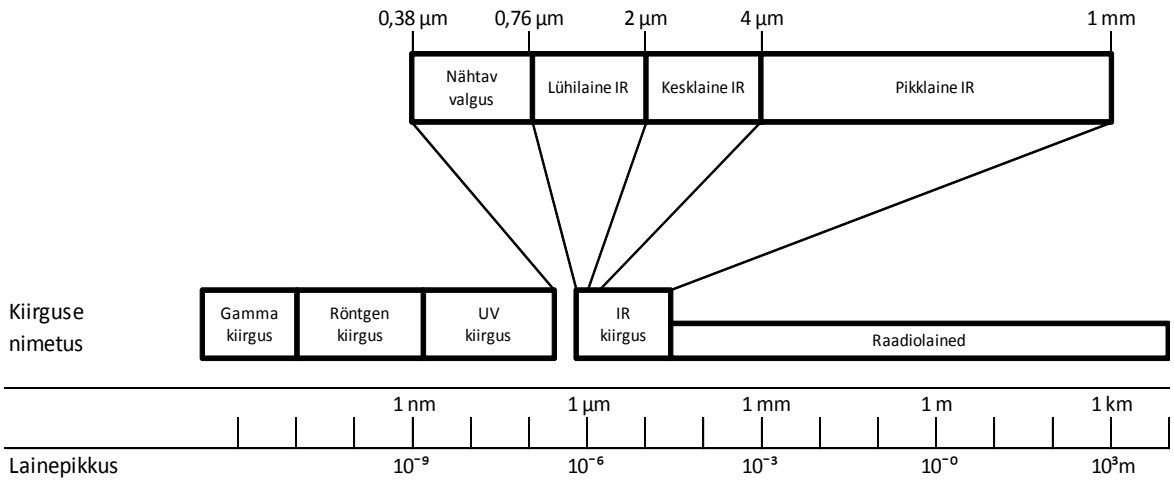
Kiirgurid on seadmed, mille abil tõstetakse objekti temperatuuri elektromagnetlainete abil. Soojuskiirguse tekitamiseks kasutatakse elektromagnetlainete vahemikku 10 nm - 1 mm. See elektromagnetlainete vahemik jaguneb omakorda:

- **Ultraviolettkiirgus** 10-380 nm (UV)
- **Nähtav valgus** 380-760 nm
- **Infrapunakiirgus** 760 nm – 1 mm (IR-infrared)

  Infrapunakiirgus jaguneb omakorda kolmeks:

  - lühilaine IR 760 nm – 2 µm
  - kesklaine IR 2 µm – 4 µm
  - pikklaine IR 4 µm – 1 mm

Kiirguste jagunemine lainepikkuste järgi



***Joonis 30** – Kiirguste jagunemine lainepikkuste järgi*

Infrapunakiirguri lainepikkust võib visuaalselt hinnata tema värvuse järgi – mida pikem on lainepikkus, seda tumedam on tema värv. Lühilaine IR- kiirguril tekib lisaks heledale värvusele ka valgus.

Joonis 31 *– Infarpunakiirgurite lainepikkused ja liigitus lainepikkuste järgi*

Kiirgurite töö efektiivsus sõltub genereeritavast lainepikkusest. Järgnevalt tutvume täpsemalt erinevate infrapuna-kiirgurite (IR) tööpõhimõtetega ja omadustega.

Kesk- ja pikklaine infrapunakiirgurid *(i.medium/long wave IR-dryers)*

Kesk- ja pikklaine infrapunakiirgurid on kõige laiemalt levinud soojuskiirgurid. Nende alla kuuluvad nii kodudes kasutusel olevad õli- ja elektriradiaatorid kui erinevad soojusreflektorid - nii halogeen kui ka keraamiliste elementidega. Kesk- ja lühilaine infrapunakiirgurid kiirgavad käega tuntavat soojust sarnaselt hõõglambile. Soojus kandub objektini läbi soojenenud õhu.

Ka autovärvimaterjalide kuivatamiseks on võimalik sellist kiirgurit kasutada, kuid silmas tuleb pidada asjaolu, et sellise kiirguriga kuivatades kuivab materjal väljastpoolt sissepoole, seega ei saa protsessi liialt kiirendada, sest vastasel korral tekib värvipinnal „kaanetumise“ efekt ning värvikihi sügavamad kihid ei kuiva lõpuni sinna lõksu jäänud lahustite tõttu. Kesk-ja pikklaine infrapunakiirgurite abil kuivavad enamus materjale 15-30 min jooksul.

Fotod 100, 101 *- Kesk- ja pikklaine IR-kiirgurid*

Lühilaine infrapunakiirgurid *(i.short wave IR-dryers)*

Lühilaine infrapunakiirgurite põhiline oluline omadus on nende võime soojendada elektromagnet-kiirgusega metalli pinda värvkatte all. Seetõttu on lühilaine IR- kuivatid enamlevinud kiirgurid autovärvi kuivatamiseks. Tänu metallipinna soojendamisele hakkab värvkate kuivama seest väljapoole ning värvipind on piisavalt kaua „lahti“, et lahustitel oleks aega värvipinnast aurustuda.

Lühilaine IR- kuivateid toodetakse erinevates versioonides alates lihtsast käsikuivatist kuni tervet autot kuivatava infrapunakaarteni välja. Lühilaine IR- kuivatite abil kuivavad enamus materjale 2-12 minuti jooksul, plastikul 10-18 minuti jooksul.

IR- käsikuivati

Käsikuivatit kasutatakse kohtparanduste kuivatamiseks või poleerimist vajavate üleminekute järelkuivatamiseks enne poleerimist. Samuti saab sellega kuivatada väiksemaid pahteldatud alasid.

Selliste käsikuivatite võimsus on vahemikus 1-2 kW. Käsilambiga pole võimalik kuivatada suuremat ala, sest seestpoolt väljapoole kuivatamisel peab soojenema üheaegselt kogu värvitud pinna all olev metall. Vastasel korral jõuab osa värvitud pinnast kaanetuda ning sellist pinda lühilaine IR-iga kuivatades tekib nn. keemisefekt. ***Vaata lisaks peatükk 5.11 Värvimisvead.***

Mobiilsed IR- kuivatid

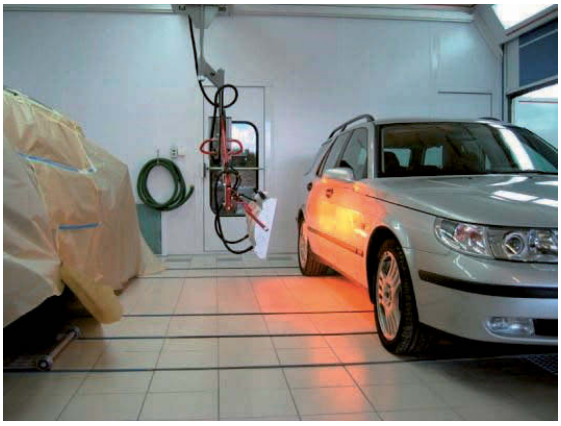
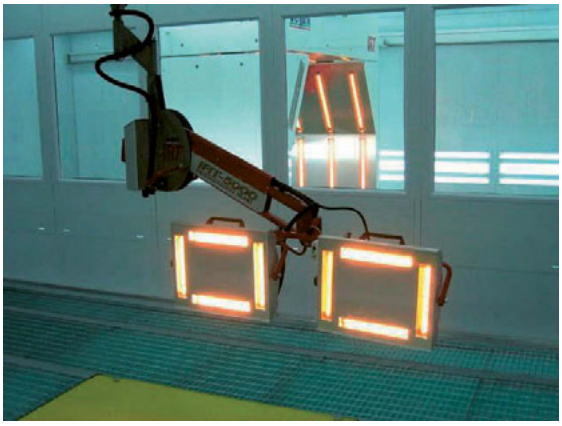
Mobiilsed IR-kuivatid on ratastel liigutatavad ning, sõltuvalt mudelist, kas ühe või mitme paneeliga infrapunakiirgurid, mida on võimalik töökojas ringi liigutada vastavalt vajadusele ja kuivatatava sõiduki asukohale. Selliste kiirgurite võimsus on vahemikus 3-18 kW ja kuivatatav ala vahemikus 0,8-3,3 m² . Mobiilsetel kuivatitel on erinevad reguleerimisvõimalused vertikaalseks ja horisontaalseks paigutuseks ning paljudel mudelitel ka programmjuhtimine erinevate materjalide kuivatamiseks.

Foto 102 - *IR-käsikuivati (IRT)*

Foto 103 – *Mobiilne IR-kuivati (IRT)*

Relsisüsteemiga IR-kuivatid

Relssidel IR-kuivatid on statsionaarsed kuivatid ühe või mitme töökoha piires. Sarnaselt mobiilsetele kuivatitele on võimalik neid reguleerida vertikaalsete ja horisontaalsete pindade kuivatamiseks, kuid paigutatud on nad laes olevale relsisüsteemile riputatuna.

Fotod 104,105 – *Relsisüsteemile paigaldatud IR-kuivati (IRT)*

Automatiseeritud IR-kuivatuskaar

IR-kuivatuskaari kasutatakse värvimiskambrites kuivatamiseks alternatiivina õhutemperatuuri tõstmisele. IR-kuivatuskaar kujutab endast kaarekujulist konstruktsiooni, mille sisepind on kaetud IR-elementidega ning kogu kaar liigub kuivatusprotsessi käigus relssidel üle terve sõiduki.

Kaares olevad lambid programmeeritakse kuivatama ainult värvitud pindu vastavalt nende asukohale ja kasutatud materjalile ning seejärel liigub kaar üle terve sõiduki, kuivatades eelnevalt määratud pinnad.

Foto 106 – *Värvikambrisse paigaldatud programmeeritav IR-kuivatuskaar (IRT)*

Kuigi lühilaine IR-kuivatid on väga efektiivsed ja kiirendavad kuivamisprotsessi märkimisväärselt, on neil siiski ka üks nõrgem külg – nimelt väiksem efektiivsus plastpindade kuivatamisel, kuna plast ei soojene lühilaine kiirguses. Silmas tuleb aga pidada asjaolu, et vaatamata plasti mittesoojenemisele soojenevad IR-kiirguses plastikdetailides olevad metalltugevdused, mis kuumutavad nende peal olevat plasti ja selle tulemusel võib nendes kohtades tekkida värvimaterjali „keemisefekt“.

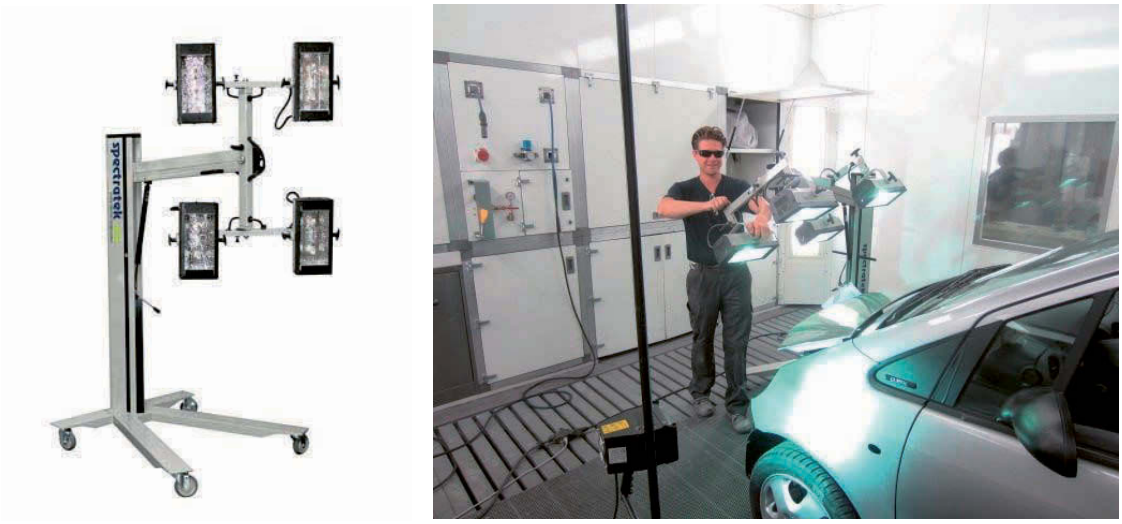
Seetõttu on soovitatav enne IR-kuivatuse kasutamist eemaldada plastdetailide tagant kõik metallosad.

UV-kiirgurid

Energia säästmise soov on viinud energiat maksimaalselt säästvate lahenduste väljatöötamiseni. Üheks selliseks lahenduseks on UV-kiirguse kasutamine materjalide kuivatamiseks. Sellise kiirguse puhul ei toimu kuivamine soojuse mõjul vaid keemiliselt UV-kiirguse toimel.

Kõige tuntumaks näiteks võib siin tuua valguskõvastuvad hambaplommid, kus materjali kõvastumine toimub loetud sekunditega. Sarnase tehnoloogiaga kuivatatavad materjalid on välja töötatud ka autode värvimiseks. Tehnoloogia laiemat levikut autovärvitöökodades on seni piiranud lihtne põhjus – UV-kuivavate materjalide puhul peab kiirgurite poolt kiiratav valgus jõudma kõikide värvitud pindadeni, vastasel juhul materjal ei kuiva. Auto kerede kuju muudab keerukaks kõikide sisepindade valgustamise, seepärast kasutatakse UV-kuivatustehnoloogiat põhiliselt välispindadel väikeste värviparanduste tegemisel (maksimaalselt 0,5 m² pinnal).

UV-värvimaterjalid ei vaja lahusteid ega kõvendeid ega soojendamist kuivamisprotsessi kiirendamiseks. UV-kiirguses kõvenduvad vastavad materjalid ca. 2 minuti jooksul.



Fotod 107, 108 – *Mobiilne UV-kuivati on sobiv kohtparanduste kuivatamiseks (Spectratek)*

2.9. Värvipüstolite pesuseadmed

Tööpõhimõte, kasutus ja hooldus. Lahusti destilleerimisseadmed.

Õpiväljund: õpilane tunneb värvipüstolite pesuseadmete ja lahustite destilleerimisseadmete tööpõhimõtet ja oskab neid kasutada oma igapäevases töös.

Automaalri töö sisaldab endas nii krundi- kui värvipüstolite igapäevast kasutamist ning värvimistöö ei lõpe kunagi viimase pihustamiskorraga värvimiskambris vaid ikka värvimisjärgse töövahendite puhastamisega.

Nii nagu sõdurile on tema tööks kõige olulisem tema relv ja kunstnikule pintsel, nii on automaalrile kõige olulisem tööriist värvipüstol, mille puhtusest ja korrasolekust sõltub otseselt värvitud pinna lõppkvaliteet ja seega töö tulemus. Seepärast tasub pühendada alati piisavalt aega selle olulise töövahendi korrashoiule.

Tänapäeval on töötempo piisavalt kiire ning värvipüstoli puhastamiseks kuluv aeg ei ole otseselt tootlik, seepärast panustavad keskmised ja suuremad töökojad **püstolipesu seadmetesse**, mis võimaldavad värvipüstoli pesemist osaliselt automatiseerida ning sellel kuluvat aega oluliselt lühendada. Lisaks ajale kulub värvipüstolite käsitsi pesemiseks, võrreldes automaatpesuga, ka enam lahustit. Määrdunud lahusti kuulub utiliseerimisele kui ohtlik jääde ja selle äraandmine maksab sarnases suurusjärgus uue lahusti ostmisega. Ökonoomsem viis on värvijääkidega saastunud lahustid destilleerimisseadmete abil puhastada ning seejärel uuesti kasutusele võtta.

Püstolipesuseadmed on põhimõtteliselt kahte tüüpi: käsitsi pesemiseks mõeldud seadmed ja automaatpesu võimaldavad seadmed ja käsitsi pesuks mõeldud seadmed.

2.9.1. Käsitsi pesuks mõeldud seadmed

Kõige lihtsamaks pesuseadmeks võib lugeda lahustivanni, millesse on võimalik värvipüstolit uputada ja seejärel pintsliga puhastada. Loputamiseks tuleb valada püstolile eraldi nõust puhast lahustit.

Foto 109 – *Käsitsi tööriistade pesuks sobiv vann*

Erinevad püstolipuhastusharjad ja nõelad

Käsitsi puhastamiseks kasutatakse pintslit, erinevaid harju ja spetsiaalseid nõelu. Suuremad harjad on mõeldud värvipüstoli välispinna puhastamiseks, väiksemad harjad sobivad suuremate õhukanalite puhastamiseks. Väikeste õhukanalite puhastamiseks tohib kasutada ainult spetsiaalseid pehmeid ja kandilise servaga nõelu. Kõikvõimalike muude abivahenditega (noad, kruvikeerajad, traat jne) puhastamine rikub õhukanali servad ning pihustusjuga pole peale seda enam sama ühtlane.

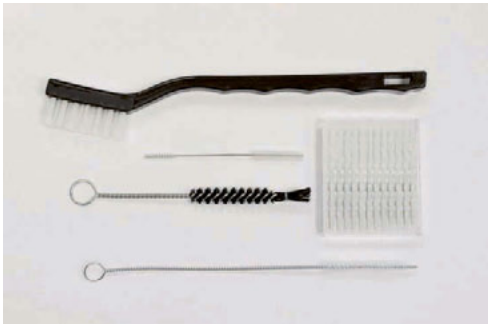
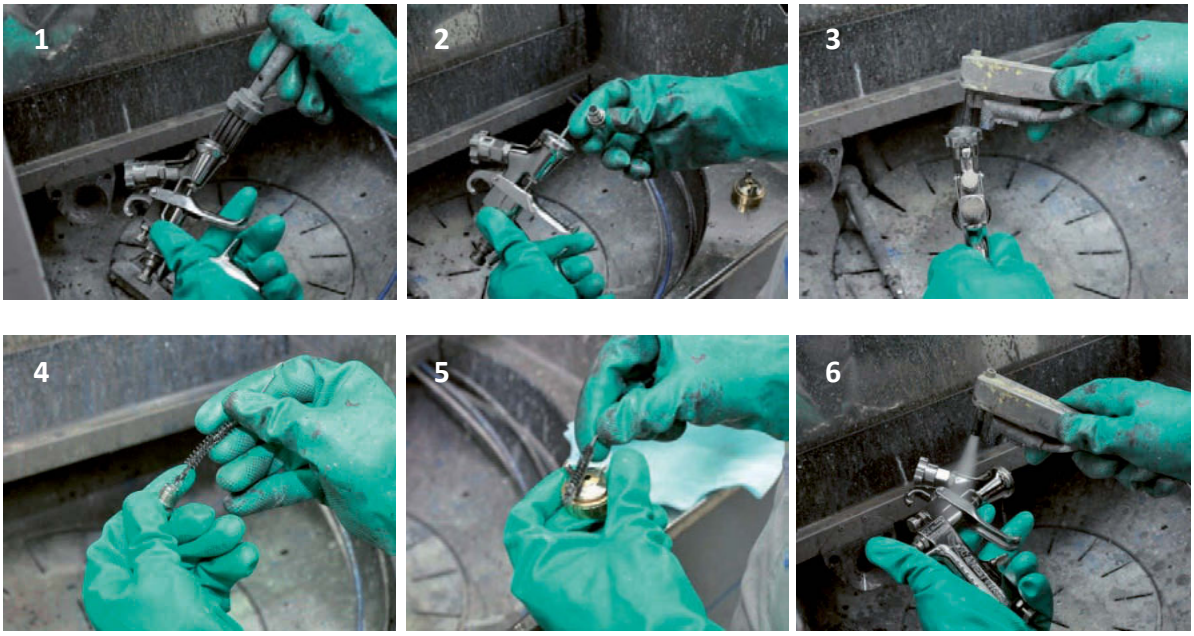


Foto 110 – *Erinevad värvipüstolite puhastamiseks mõeldud harjad ja nõelad*

Värvipüstoli käsitsi pesu protsess:



Fotod 111-116 – *Värvipüstoli käsitsi puhastamise protsess*

Veidi ökonoomsem ja mugavam on kasutada **pesukappi**, millel on eraldi kraanid/pihustusdüüsid n.ö. „musta“ ja „puhta“ lahusti jaoks.

Sellises kapis pestakse värvipüstol kõigepealt „musta“ ehk kasutatud lahustiga ja seejärel loputatakse uue puhta lahustiga. Reeglina kasutatakse sellistes pesukappides suruõhku, mille abil lahusteid läbi vastava düüsi pihustatakse.

Pihustatud lahustit kulub puhastamiseks vähem ja püstolit on lihtsam pesta.

Foto 117 – *Värvipüstolite pesukapp*

Eraldi kategooriasse võib lugeda vesipõhiste värvidega sobivad **värvipüstolite pesuseadmeid**.

Selliste seadmete juures kasutatakse värvipüstoli pesuks puhast vett ja pesu toimub pintsli abil ja loputamine veepüstoliga. Pesuks kasutatud vesi kogutakse seadmes olevasse valamusse. Kui valamu on täitunud, siis eraldadakse värvijäägid määrdunud veest koagulantpulbri abil, mis sadestab värvijäägid veest välja pudrutaoliseks massiks. Vee ja koaguleerunud värvi segu lastakse seejärel läbi kraani kogumismahutisse, mille peal asetseb filterkangaga sõel. Vesi valgub filtrist läbi, aga koaguleeritud värvimass jääb filtrisse pidama. Kui värvimass on paari päeva jooksul ära kuivanud, siis võib selle otse prügikasti raputada, sest see pole enam ohtlik jääde, mis vajaks eraldi utiliseerimist.

***Foto 118** – Vesipõhiste värvimaterjalide pesuseade käsitsi pesemiseks*

2.9.2. Automaatpesu võimalusega püstolipesuseadmed

Automaatpesuga seadmed on mõeldud aja kokkuhoiuks püstoli käsitsipesu arvelt.

Automaatpesu tsükkel kestab vaid 3-4 minutit ning samal ajal võib maaler tegeleda muude toimetustega. Automaatpesu põhimõte on sarnane käsitsipesule, ehk kõigepealt pestakse püstol masinas kasutatud lahustiga ning seejärel loputatakse puhta lahustiga. Pesuks on seadmel hulgaliselt pihustusdüüse, mis on suunatud pesumasinasse paigutatud värvipüstolile ja selle osadele. Lahusteid pumpavad düüsidesse suruõhul töötavad diafragmapumbad ning tsükli aega reguleerib ujuktaimer. Lahustikanistreid on sellistel pesumasinatel 2: üks kasutatud ja teine puhta lahusti tarbeks.

Pesu käigus kasutatud lahusti valgub pesuvanni põhjast tagasi kasutatud lahusti konteinerisse, kust pump selle taas düüsidesse suunab. Loputamine toimub teise pumba abil, mis suunab düüsidesse puhast lahustit.

NB! Loputamiseks kasutatud puhas lahusti valgub samuti kasutatud lahusti konteinerisse. Seepärast on oluline jälgida kasutatud lahusti konteineri täitumist, et vältida selle üle voolamist.

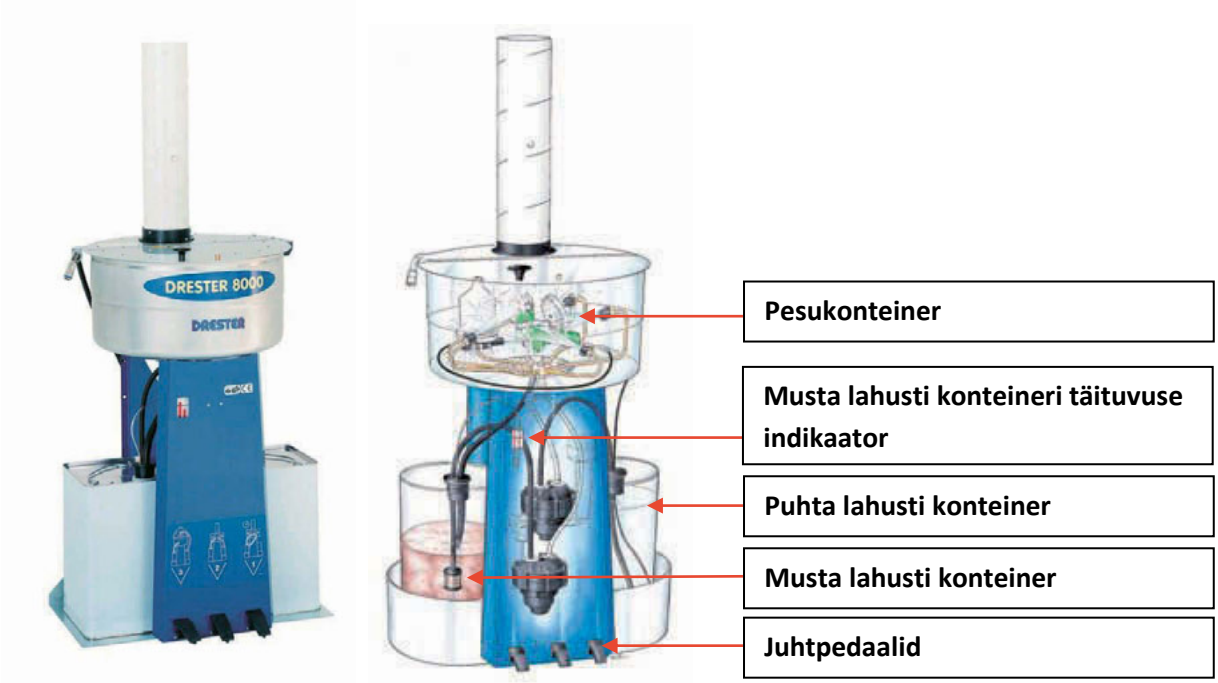


Foto 119 – *Lahustipõhiste värvimaterjalide pesuks sobiv automaatpesuseade*

Värvipüstoli automaatpesu tööde järjekord:

1. Kallake värvipüstolis olevad värvimaterjali jäägid selleks ettenähtud kogumiskonteinerisse. Materjali väljavalgumine on lihtsam, kui vajutate alla päästiku, tänu millele pääseb õhk värvikanalisse.
2. Eemaldage püstolilt värvianum ja anumalt kaas ning asetage need püstolipesumasina vastavatesse korvidesse.
3. Eemaldage värvipüstoli õhudüüs ja aseta ka see vastavasse pesasse.
4. Paigaldage püstoli suruõhukanalisse suruõhu otsik ja kinnitage päästiku klamber oma kohale.
5. Asetage püstol püstolipesumasinasse nii, et lahustidüüs asuks püstoli värvikanalis.
6. Sulgege püstolipesumasina kaas ja käivita automaatpesu.
7. Peale automaatpesulõppu vajutage 5 sekundiks loputustsükli pedaalile või selle puudumisel ava kaan ja loputage püstol puhta lahusti joas käsitsi.

Foto 120 – *Automaatpesuks valmis värvipüstol*

OLULINE! Värvipüstol tuleb pesta kohe peale kasutamist ja püstoli puhastamisel tuleb kanda lahustikindlaid nitriilkindaid.

Püstolipesuseadmete hooldus

Püstolipesuseadmeid tuleb hoida nii seest kui väljast puhtana.

Värvijääke ei tohi mingil juhul kallata püstolipesumasinasse, sest see valgub valamust otse kasutatud lahusti konteinerisse, muutes selle kiiresti kasutuskõlbmatuks. Kasutamise käigus tuleb jälgida musta lahusti kanistri täitumist, sest loputustsüklis kasutatud puhas lahusti valgub samuti valamust kasutatud lahusti konteinerisse.

2.9.3. Lahustite destilleerimisseadmed

Lahustite soetamis- ja utiliseerimiskulude vähendamiseks kasutatakse lahustite regenereerimis-seadmeid, mille abil on võimalik kasutatud lahustit värvijääkidest puhastada ja taas kasutusele võtta. Sellised seadmed kasutavad destilleerimismeetodit, mille puhul soojendatakse määrdunud lahustisegu kindla temperatuurini, mille juures hakkavad lahustid aurustuma. Aur suunatakse edasi jahutusspiraali ja kondenseeritakse taas vedelikuks, mis kogutakse eraldi kanistrisse. Kuna värvijääkide keemis-temperatuur on lahustite omast kõrgem, siis jäävad värvijäägid destilleerimisnõusse, kust nad eemaldatakse ja utiliseeritakse kui ohtlik jääde. Lisaks kasutatud lahustitele on võimalik destilleerida ka värvijääke. Tänu lahustite eraldamisele väheneb utiliseerimisele kuuluva ohtliku värvijäätme kogus ning tänu sellele ka utiliseerimiskulud. Eraldatud lahusteid saab kasutada püstolipesu seadmetes.

NB! Lahustite destilleerimisprotsessis tekib ka väikene kadu – kergemad lahusti komponendid aurustuvad varem ning nad ei kondenseeru täies mahus tagasi vedelikuks. Seetõttu kaotab lahustite segu aegamööda oma puhastusomadusi, eriti korduva destilleerimise järel. Selle vältimiseks soovitatakse alati peale regenereerimist lisada destilleeritud lahustile ca. 10% värsket lahustit, et kompenseerida puhastusvõime langus.

Lahustite destilleerimisseade koosneb alljärgnevatest põhiosadest:

- Hermeetiliselt suletav keedunõu
- Õliga täidetud kuumutussärk keedunõu ümber
- Jahutusspiraal aurude kondenseerimiseks
- Juhtpult temperatuuri ja protsessi aja seadistamiseks

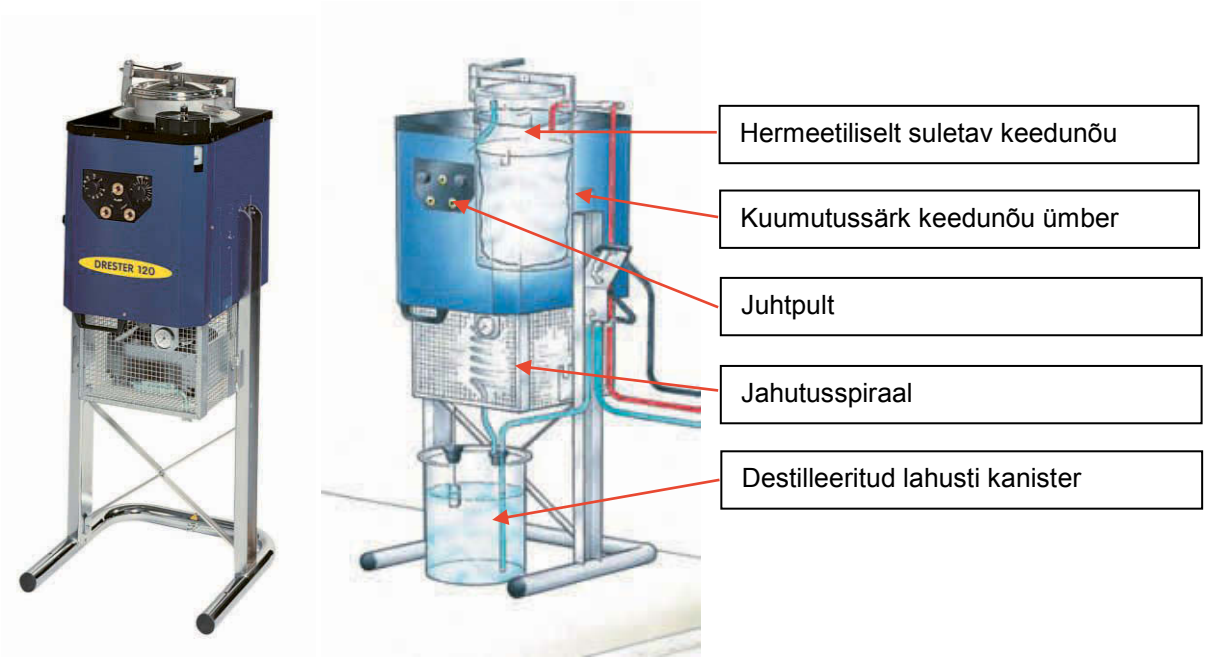


Foto 121 ja skeem – *Tüüpiline lahusti destilleerimisseade ja selle osad (DRESTER)*

Oluline: Lahustiaurud on plahvatusohtlikud, seepärast peab destilleerimisseade asuma hästi ventileeritud ruumis, ruumis ei tohi olla sädeme või tule tekkimise ohtu ning tööprotsessi jooksul ei tohi avada keedunõu kaant.

Kinnised pesusüsteemid

Plahvatusohu vältimiseks kasutatakse ka nn. kinniseid pesusüsteeme, mille puhul on seadmed omavahel torustikega ühendatud ja must lahusti pumbatakse läbi torustiku otse destilleerimis-seadmesse ning puhastatud lahusti tagasi püstolipesuseadme puhta lahusti anumasse. Keedunõud avatakse vaid tahkete jääkide eraldamiseks.

Foto 122 – *Drester Dynamic Triple- suletud pesusüsteem*

Kombineeritud pesusüsteemid

Uute töökodade loomisel ja vanade renoveerimisel on aina enam hakatud paigaldama töökodadesse nn. kombineeritud pesuseadmeid. Tavaliselt on sel juhul ühte korpusesse paigaldatud nii käsitsi- kui ka automaatpesu seade lahustipõhiste ja samade funktsioonidega seade ka vesipõhistele värvimaterjalidega kasutatud värvipüstolite ja tööriistade pesuks. Seda tüüpi seade võimaldab ilma probleemideta puhastada kõikvõimalikke tööriistade kombinatsioone Seadme kasutamine on sama nagu tema osade kasutamine, mida vaatlesime juba eespool.

Fotod 123, 124 – *Mitmeosaline värvipüstolite pesusüsteem, sobib nii vesi- kui ka lahustipõhistele värvidele*

Kokkuvõtte asemel

Automaalri töö nõuab puhtust ja korda, sest mistahes värvitud pinnale sadenenud tolm või muu saaste rikub kogu töö tulemuse. Seepärast tuleb puhtana hoida nii värvipüstolid, tööriietus kui ka töölaud!

Selline ei tohiks automaalri töölaud ja püstolipesumasin kunagi välja näha:

Foto 125 – *Korrast ära värvilabor ja pesuseadmed võivad tekitada mitmeid kvaliteediprobleeme*

2.10. Värvilaborid

Nõuded, ehitus, tööpõhimõte ja kasutamine. Värvilabori hooldus. Värvisegamisseadmed. Elektrooniline kaal ja värvisegamisarvuti. Värvinäidised.

Õpiväljund: Õpilane omab algteadmisi värvilaborite üldehitusest, tööpõhimõttest, nõuetest, hooldusest ja kasutusest. Õpilane oskab käsitseda värvisegamise seadmeid, elektronkaalu ja värvinäidiseid.

2.10.1 Värvilaborite nõuded, ehitus, tööpõhimõte ja nende kasutamine

Värvilaboriks nimetatakse puhast, hästi ventileeritud ja valgustatud ruumi, kus värvisegamis-süsteemi komponentidest segatakse valmis vajalik värvitoon ja valmistatakse värvimaterjalide töösegusid.

Tegemist on muust värvitöökojast eraldatud ruumiga, milles asuvad värvisegamisseadmed, nagu värvisegamisriiul, segamisarvuti, elektronkaal värvikomponentide kaalumiseks värvitooni segamisel, värvinäidised ning riiulid muude värvimaterjalide hoiustamiseks. Ruumis võivad asuda ka värvipüstolite ja värvimistööriistade pesuseadmed.

Värvilabori suurus sõltub töökoja suurusest ja värvitavate autode arvust. Keskmiselt arvestatakse sobivaks värvilabori suuruseks 8-12 m² ühe värvikambri kohta, seega kahe värvikambri puhul oleks optimaalne suurus16-24 m².

Foto 126 – *Korrektselt sisustatud värvilabor õppekeskuses*

Foto 127 *– korrektselt sisustatud värvilabor värvitöökojas*

Värvilaborile, kui värvikomponentide hoiustamise ja värvide segamise ning töösegude valmistamise kohale, kehtivad järgnevad tehnilised nõuded:

- Värvilabori sisetemperatuur ei tohi langeda alla 18ºC.
- Valgustatus (valgustihedus) värvilaboris peab olema vähemalt 800 Lux.
- Värvilaboris peab olema plahvatuskindlas teostuses, värvimaterjalide käitlemiseks piisava õhuvahetuskogusega ventilatsioonisüsteem, kusjuures välja puhutav õhk tuleb suunata hoonest välja.
- Valgustuse lülitus peab toimima aegviivega, e.valgustuse sisselülitamisel peab kõigepealt käivituma ventilatsioon ja 2-3 minuti pärast valgustus. Nii välditakse töötajate sisenemist lahustiaurudega küllastunud ruumi.
- Värvilabor peab soovitatavalt asuma värvimiskambri vahetus läheduses või selle küljes, kuid olema eraldi sissepääsuga. Asukoht värvikambri läheduses võimaldab automaalril kiirelt labori ja värvikambri vahel liikuda ja hoiab kokku väärtuslikku tööaega.

Värvilabori võib lasta ehitada, lähtudes tehnilistest- ja ohutusnõuetest või soetada eraldi moodul-seadmena, komplektsena koos ventilatsiooni, valgustuse ja ohutusseadmetega.

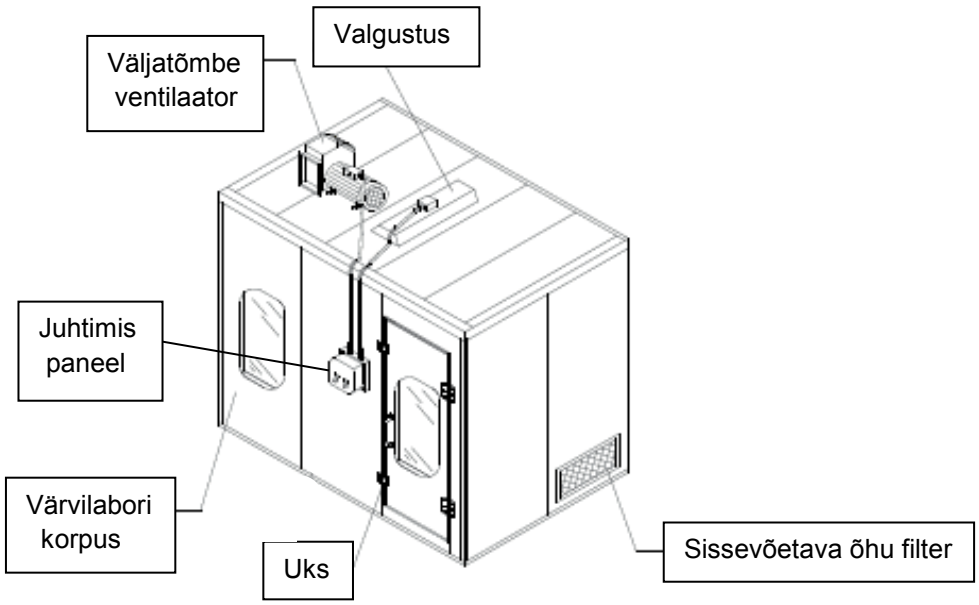
Kõik tuntumad värvikambrite valmistajad valmistavad nii standardmõõtudes kui ka eritellimusena erimõõtudes moodul-värvilaboreid, mille seinad ja lagi on tavaliselt valmistatud värvikambri ehitusega sarnase põhimõttega ja sama tüüpi materjalidest.

Värvilabori ventilatsiooni õhukogus sõltub värvilabori mõõtudest ning käideldavate värvimaterjalide kogusest. Standardse moodul-värvilabori soetamisel on valmistaja juba valinud ventilatsioonisüsteemi vastavalt värvilabori suurusele ning informeerib kasutajat ka maksimaalselt lubatavast ladustatavate ja käideldavate värvimaterjalide kogusest, millest tuleb kindlasti kinni pidada.

Kui olete otsustanud värvilabori siiski ehitada lasta, siis on vajalik teha vastav projekt ning saada kinnitus ametkondadelt enne valmisehitatud labori kasutuselevõttu.

Moodul-värvilaborid

Näide. Termomeccanica moodul-värvilabori skeem ja kirjeldus



***Joonis 32** – Termomeccanica moodullabori skeem ja detailid*

Värvilabori **juhtimispaneelilt** juhib ventilatsiooni ja valgustuse toimimist. Valgustuse sisselülitamisel käivitub kõigepealt ventilatsioon ja, tagamaks lahustiaurude eemaldamist ruumist enne töötaja sisenemist laborisse, lülitub valgustus sisse 30 sek. kuni 2 min. viivitusega. Näitena toodud laboris imetakse õhk **väljatõmbeventilaatori** poolt tekitatud alarõhu toimel värvilaborisse, läbi seinas asuva filtri, värvitöökoja ruumist ning eemaldatakse ruumist läbi laes asuva, samuti filtreeritud ala. Täiuslikuma lahendusena võib ventilatsioon toimuda ka **kahe ventilaatori toimel** – üks sisse- ja teine väljapuhkeks. Nii saavutatakse värvilaboris ühtlasem ja kergemini kontrollitav siserõhk.

Ventilatsioonisüsteemi ülesanne on tagada värvilaboris nõutab ja seal töötamiseks piisav õhuvahetus, mis tagab, et laborisse ei koguneks plahvatusohtlikus kontsentratsioonis lahustiaure. Ventilatsioonisüsteemi on loomulikult vajalik ka töötajate tervise kaitse seisukohalt.

2.10.2 Värvilabori hooldus

Värvilaboris on oluline hoida puhtust ja korda, eemaldada sealt kõik kergestisüttivad jäätmed (puhastuspaberid, tühjad värvimaterjalide anumad jms.) või ladustada need spetsiaalsetes suletud ja ventileeritud konteinerites.

Regulaarselt peab kontrollima ventilatsioonisüsteemi filtrite seisukorda ja need õigeaegselt välja vahetama.

OLULINE! Värvilaboris on lubatud viibida ainult sisselülitatud ventilatsiooni korral!

Värvilaboris on kategooriliselt keelatud järgmised tegevused:

- suitsetamine
- lahtise tule kasutamine
- leeki või sädemeid tekitavate seadmete kasutamine
- söömine ja toiduaineid säilitamine

2.10.3 Värvisegamisseadmed

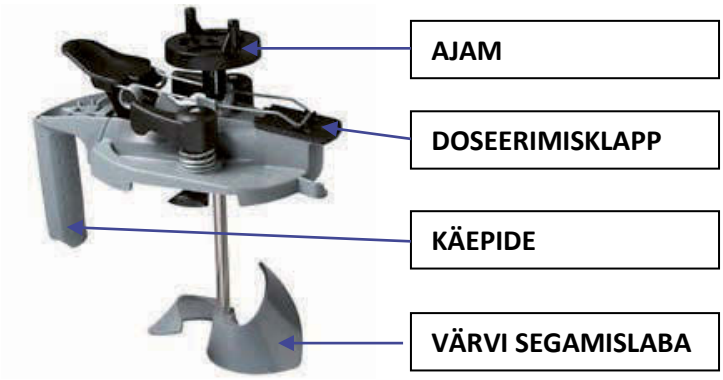
Valmis värvitooni segamiseks vajalikel värvipigmentidel on kalduvus seismisel settida ja kihistuda, seepärast tuleb enne nende kasutamist neid alati vastavalt värvisüsteemi valmistaja juhendile korralikult segada. Ajamahuka käsitsisegamise vältimiseks kasutatakse tänapäeva värvitöökodades spetsiaalseid värvisegamisseadmed, e. **värvisegamismasinaid**, mis võimaldavad värvipigmente ja kruntmaterjale nende anumates korraga läbi segada.

Olenevalt värvimaterjali valmistajast ja kasutatavast värvisegamissüsteemist on nõutav värvi-pigmentide segamine vähemalt 1 kord päevas min.15 minutit. Värvisegamismasin on varustatud taimeriga, mis peale masina sisselülitamist hoiab seda automaatselt töös etteantud aja jooksul.

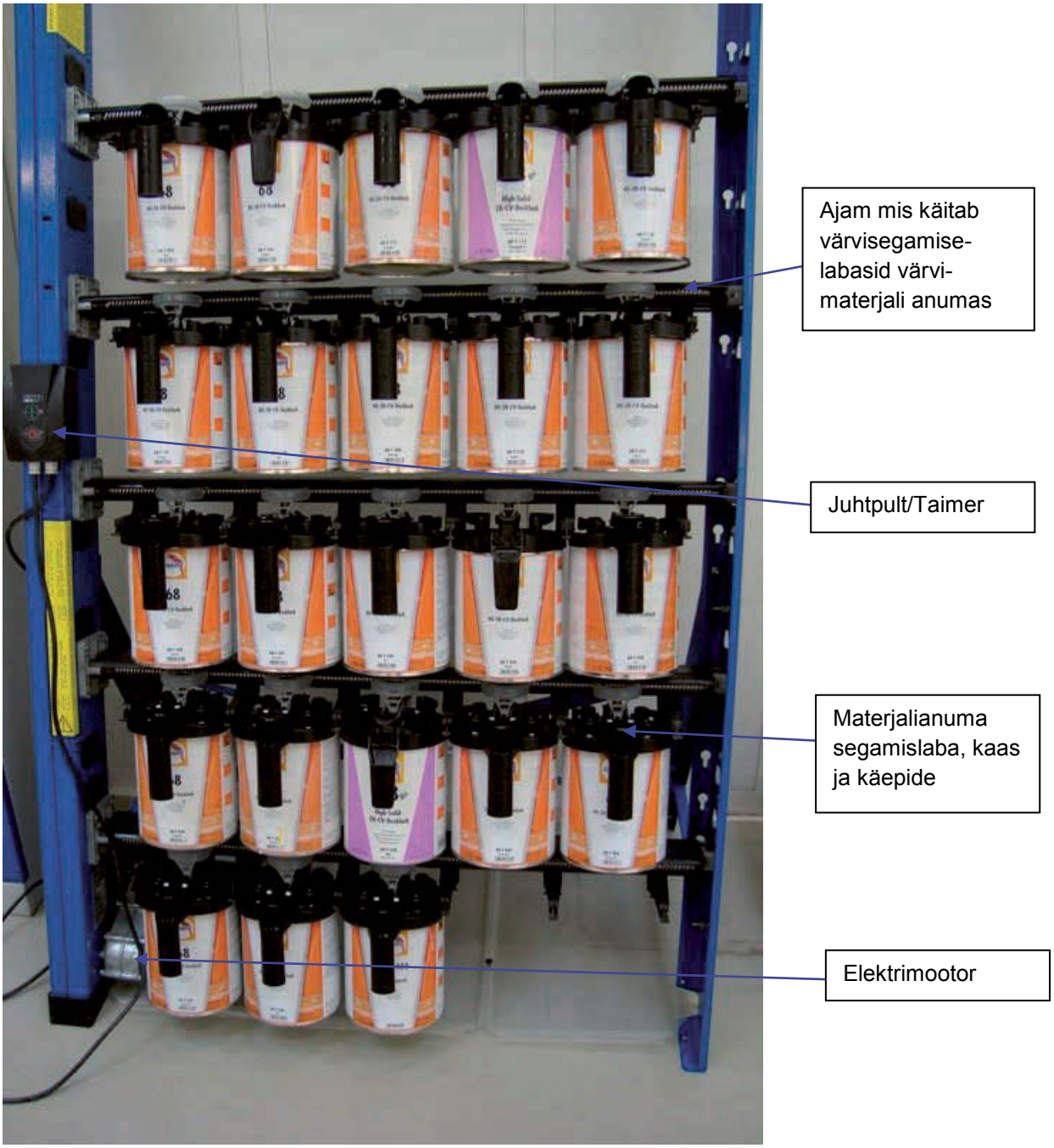
Toodetakse ka alusvärvisüsteeme, mille komponendid on **tiksotroopsed,** ega vaja enam segamist värvisegamismasinas, piisab purkide loksutamisest vahetult enne värvikomponendi kasutamist. Erinevate värvisüsteemide valmistajatel on tihti väga erinevad nõuded ja soovitused, seepärast on oluline kinni pidada just selle värvivalmistaja soovitustest, kelle värvimaterjale töökojas kasutatakse.

Värvisegamise seade koosneb ajamitest mis on jaotatud riiuliteks ja segamiskaantest, mis koosnevad segamislabadest ja käepidemega varustatud kaanest. **Segamiskaan** asetatakse avatud värvipurgile ja seejärel pannakse purk segamisriiulisse, mille ajamid käitavad segamislabasid. Segamiskaanel on olemas doseerimisklapp, mille abil on võimalik tilgutada värvianumast ka väga väikseid koguseid.

Värvisegamisriiulite arv ja pikkus sõltub konkreetsest värvimaterjalide komplektist mida kasutatakse. Suuremad komplektid võivad koosneda ka kuni 70 eri pigmendist. Värvipigmente pakendatakse vastavalt keskmisele kulule kas 0,25; 0,5; 1,0 või 3,5 L purkidesse.



Joonis 33 *– Värvisegamismasina segamiskaane osad (Standox)*



Joonis 34 *– Värvisegamismasina komponendid (Glasurit)*

Värvisegamisseadmete kasutamine ja hooldamine

Seadmete kasutamine ja hooldamine toimub vastavalt seadme tootja kasutus –ja hooldusjuhendile. Üldjuhul tuleb jälgida, et kõik ajamid liiguksid ringi, et mootor ei kuumeneks üle ning vajadusel (kui tootja seda ette näeb) tuleb määrida ajamite ülekandeid silikoonivaba määrdega.

Kindlate ajavahemike tagant peaks kontrollima ka seadme kaablit väliste vigastuste suhtes – vigastatud kaabel võib tekitada sädemeid või juhtida voolu seadme metallosadesse.

2.10.4 Elektrooniline kaal ja värvisegamisarvuti

Elektroonilise kaaluga kaalutakse värvipigmente ja komponente täpsusega 0,1 grammi. Kaalumine on ainus viis värvimaterjalide koguse ülitäpseks annustamiseks. Kuigi värvimaterjale ja –komponente kaalutakse ehk nende kogust loetakse massiühikutes, lähtutakse koguste valikul ja arvestamisel siiski alati mahuühikutest e. liitrist või millliliitrist. Kaal võimaldab erikaalu arvestades segada soovitud mahukoguse, kasutades selleks massi mõõtmist. Keeruline? Tegelikult mitte, tänapäevased värvisegamisarvutid võimaldavad kogu protsessi automatiseerida.

Kaal on ühenduses värvisegamistarkvaraga, mis näitab vajalikku värvipigmendi kogust ja võimaldab üledoseerimise korral teha parandusi. Näiteks, kui valite segatavaks värvikoguseks 0,5 L, siis arvuti teatab Teile vajaliku annustatava koguse grammides ja kaal kontrollib, et Teie poolt soovitud kogus liitrites täpselt valmis saab. Kui segamisel tekib viga, aitab arvuti selle korrigeerida ja ikkagi soovitud lõpptulemuseni jõuda, loomulikult värvi üldkogus sel juhul suureneb. Värvisegamistarkvara võimaldab samuti koostada ja salvestada „oma“ värviretsepte ja vajadusel ka analüüsida kasutatud pigmentide ja muude komponentide koguseid.

Kaal peab olema paigaldatud horisontaalsele ja stabiilsele tasapinnale (lauale), millesse ei kandu töökojas kasutatavatest seadmetest lähtuv vibratsioon. Soovitav on vältida ka ebaühtlast või liiga kiiret õhu liikumist kaalu läheduses. Jälgida tuleb, et seade oleks regulaarselt tareeritud ja töövalmis vastavalt tootja juhendile.

Autovärvide segamiseks kasutatakse kahe tüüpi elektroonilisi kaale: eraldiseisvaid ja komplektseid.

Eraldiseisva kaalu puhul asub arvuti kaalust eraldi - olenevalt kasutatavast arvuti tüübist ja kehtivatest nõuetest - kas laboris asetsevas spetsiaalses arvutikapis või ka otse töötsoonis, kui tegu on spetsiaalse EX-tingimustes kasutamiseks mõeldud värvisegamisarvutiga:

***Foto 128** – Elektronkaal Sartorius PMA*

***Foto 129** – Sartorius PMA ühendatuna spetsiaalse värvisegamisarvutiga*

Komplektsete elektrooniliste kaalude puhul asuvad kaal ja arvuti samas plahvatuskindlas korpuses. Sellised on näiteks **Connex** Paint Mixing Computers'i erinevad mudelid, mis vastavad ATEX 95 ja ATEX 137 nõuetele.

ATEX direktiivid (95 ja 137) määravad, millised seadmed on lubatud kasutamiseks plahvatusohtlikus keskkonnas, direktiivide nimetus pärineb Prantsusmaal välja antud 94/9/EC direktiivi nimetusest: *„Appareils destinés à être utilisés en Atmosphères Explosibles“*.

ATEX 95 *varustus* direktiiv 94/9/EÜ: seadmed ja kaitsevahendid, mis on mõeldud kasutamiseks plahvatusohtlikus keskkonnas, ATEX 137 *töökoha* direktiiv 99/92/EÜ: miinimumnõuded ohutuse ja töötajate tervise kaitseks potentsiaalselt plahvatusohtlikus keskkonnas.

Foto 130 *– Soovitud värvuse otsimine EX-klassi värvisegamisarvuti digitaalsest värvuskataloogist (Standox)*

Värvilaboris korra ja puhtuse hoidmine

Värvilabor on autovärvitöökojas sama, mis haiglas operatsioonisaal. Seetõttu tuleb laborit ja seal asuvaid seadmeid ning tööpindasid regulaarselt hooldada ja puhastada.

Näited heas ja halvas korras värvilaboritest:

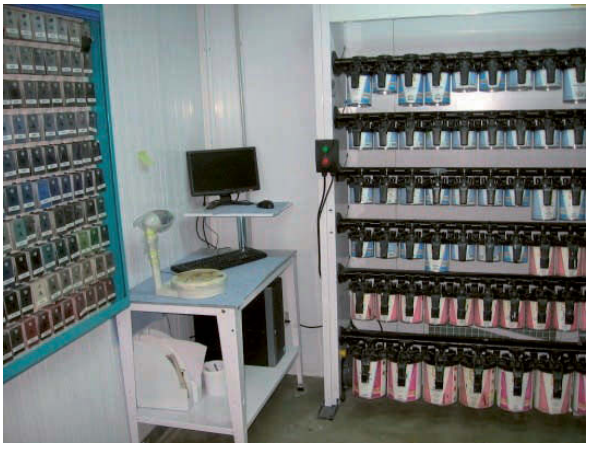


Foto 131 *– Heas korras värvilabor*

Foto132 *– Korrast ära värvilabor*

2.10.5 Värvinäidised

Värvinäidised on värvitava sihtvärvuse otsingutööriistad, milleks on reaalselt pihustatud või trükitud näidised.

Värvinäidiseid võib grupeerida kahte eri moodi:

- Värvuste gruppide kaupa **kromaatiliselt** koostatud värvinäidiste kartoteegid, näiteks Glasurit® CPS (Color Profi System) süsteem
- **Auto markide ja värvikoodide kaupa** süstematiseeritud värvinäidiste kartoteegid, näiteks Standox ® ColorBox süsteem

Foto 133 *– Glasurit värvinäidiste komplekt*

Foto 134 *– Standox Standoblue-värvinäidiste komplekt*

Värvinäidiseid võrreldakse sihtvärvusega ning võrdluse tulemusel erinevate variantide seast valitakse parim võimalik näidis mille andmed sisestatakse värvisegamise tarkvarasse ning segatakse vajalik kogus värvi.

Foto 135 *– Sobivalt värvinäidiselt skännitakse triipkood...*

Foto 136 *– ...ja selle järgi saadud retseptist segatakse värv*

Digitaalne värvinäidiste kartoteek

Jõudsalt areneb ka digitaalsete kartoteekide arendamine, näiteks Standox´i uus *Digital Color Display* võimaldab värvinäidiseid, nende värvuse nüansse ja efekti vaadelda täpselt kalibreeritud spetsiaal-monitorilt suhteliselt tõepäraselt ning hoiab sellega oluliselt kokku automaalri aega.

DCD on võimeline näitama ka oma toonitud ja arvuti tarkvarasse sisestatud värvi virtuaalset näidist.

Foto 137 *– Automaalri tulevik on digitaalne*

Foto 138 *– Värvust saab kohe näha digitaalse näidisena*

2.11 Värvi parameetrite mõõtmise vahendid

Viskosimeeter. Pinnakihi paksuse mõõtja. Fotospektromeetrid. Termomeeter. Hügromeeter. Abivahendid värvipinna kõvaduse, nakkuvuse ja läike mõõtmiseks.

Õpiväljund: Õpilane omab põhiteadmisi remontvärvimisel kasutatavatest värvi parameetrite mõõtevahenditest ja nende kasutamisest. Õpilane on võimeline läbi viima olulisi mõõtmisi ja hindama nende tulemusi.

2.11.1 Värvkatte paksuse mõõtmise vahendid

Peatükis 1.3 oli juttu värvkatte ehitusest, kus igal kihil on oma ülesanne ja soovitatav paksus.
Nii nagu auto originaalvärvkattes, nii tuleb ka remontvärvimisel neid kihipaksusi järgida, sest iga pealekantud materjali paksusel on otsene mõju värvitöö lõppkvaliteedile ja selle vastupidavusele.
Kuna värvikihi paksust on silmaga väga raske hinnata, siis kasutatakse selleks spetsiaalseid mõõteriistu.

Värvimaterjalide kihipaksust mõõdetakse mikromeetrites (µm) ja 1 µm võrdub 1/1000 mm.
Võrdluseks: inimese juuksekarv on umbes 70 µm paksune.

Kihipaksust on võimalik mõõta kas märja kihi pinnalt või kuivanud värvikihilt. Märja värvikihi mõõtmist kasutatakse tööstusliku värvimise juures ja selleks on olemas spetsiaalsed mõõtekammid, mis asetatakse otse märja värvikihi sisse. Autode puhul see meetod ei sobi ja nii kasutatakse siin mõõtmist ainult kuivanud värvi pinnalt.

Märja värvikihi paksuse mõõtekamm:

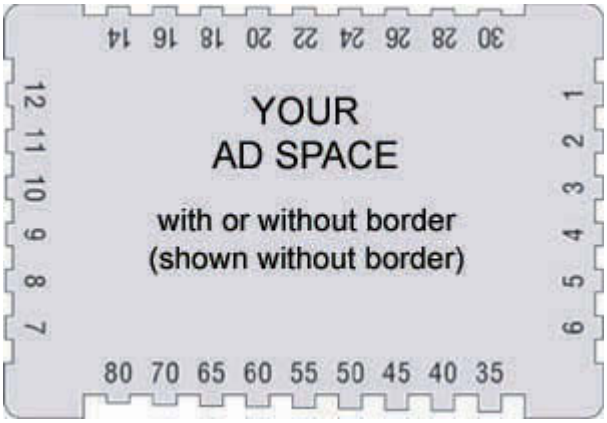


***Foto 139** – Märja värvikihi paksuse mõõtekamm*

Kuivanud värvkatte paksuse mõõtmiseks kasutatakse elektroonilisi või magnetilisi mõõtevahendeid ja nende abil saab mõõta materjalikihi paksust ainult metalsetel pindadel.

Magnetilise mõõdiku puhul saab mõõta vaid terasest aluspinnal, kuid vastavate digitaalsete mõõdikute korral lisaks ka mittemagnetilistel (alumiinium) pindadel.

NB! Kihipaksuse mõõtja näitab ainult kogu kihi paksust alates välispinnast kuni alusmaterjalini. Eelnevalt värvitud pindadele pealekantud kihi mõõtmiseks tuleb kihipaksust mõõta ka enne kihi pealekandmist ning see hiljem saadud tulemusest lahutada.

Kihipaksuse mõõtja tööpõhimõte

Magnetiliselt aluspinnalt mõõtmiseks tekitatakse ümber mõõdusensori **madalsageduslik** magnetväli ja mõõdetakse selle tugevust. Magnetvälja tugevuse alusel arvutab mõõduseade välja sensori kauguse aluspinnast, mis võrdub materjalikihi paksusega. (DIN EN ISO 2178)

Mittemagnetilistelt aluspindadelt mõõtmise korral tekitatakse ümber sensori **kõrgsageduslik** magnetväli koos elektromagneetilise induktsiooniga pinnale. Pinnal oleva elektromagneetilise induktsiooni ja kõrgsagedusliku magnetvälja vahel mõõdetud amplituudist lähtuvalt arvutab mõõteseade välja materjalikihi paksuse. (DIN EN 2360)

Kihipaksuse mõõtmine

Kuna kihipaksuse mõõtja mõõdab vahemaad sensori ja aluspinna vahel, siis peab pind olema täpsuse huvides täiesti puhas. Mõõtja tuleb vajadusel kalibreerida vastavalt kasutusjuhendile ja **kalibreerimis-kilesid** kasutades. Seejärel asetatakse mõõteseadme sensor eelnevalt puhastatud mõõdetavale alale ja ekraanile kuvatakse mõõtetulemus mikromeetrites.

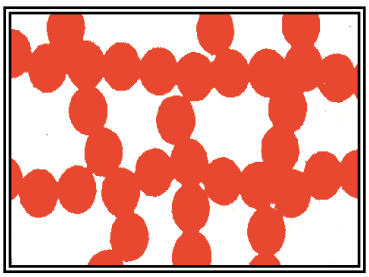
***Foto 140** – Pind tuleb enne mõõtmist puhastada*

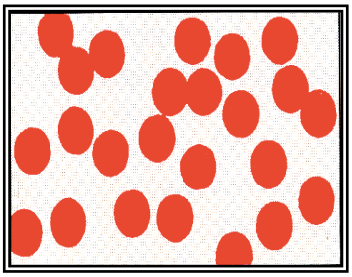
***Foto 141** – Värvikihi paksuse mõõtmine (tulemus 130 µm)*

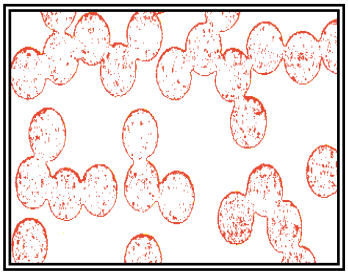
2.11.2. Viskosimeetrid – värvi viskoossuse mõõtmise vahendid

Viskoossus on vedelike omadus, mis on pöördvõrdeline voolavusega. Mida suurem on viskoossus, seda „paksem" ja vähem voolavam on vedelik. Viskoossust mõjutab materjali sisemine hõõrdumine, mis sõltub molekulide siduvusvõimest. Tugeva siduvuse puhul tõmbuvad molekulid üksteise poole ja on üksteisega tihedalt seotud. Näiteks mesi - see voolab aeglaselt. Vähese siduvusega vedelikel, nagu näiteks veel, on molekulid üksteisega nõrgemalt seotud ja need vedelikud voolavad kiiremini ehk siis nende viskoossus on madal. Viskoossus on olemas ka näiliselt tahketel ainetel, näiteks klaasil, kuid selle viskoossus on väga suur ja selle voolamist võib märgata alles väga pika aja möödumisel. Näiteks sadu aastaid seisnud kirikuakende vitraažidel võib märgata, et klaaside alumine serv on paksem, kui ülemine, ehk klaas on valgunud allapoole!

Lisaks viskoossusele iseloomustab vedelike voolavust ka **tiksotroopsus**. Tiksotroopsus on omadus, mille puhul mõjutab voolavust temperatuur ja läbisegamine. Ladustatud olekus on tiksotroopsed vedelikud paksud ja geeljas olekus. (joonis a). Molekulid on üksteisega ühendatud, moodustades raamistiku. Sellised materjalid on tarvis enne pinnalekandmist läbi segada, et lõhkuda molekulide raamistik ja saavutada soovitud viskoossus (joonis b). Pinnalekantuna võtab toode tagasi oma algse geelja oleku (joonis c). Tiksotroopsed kattematerjalid kantakse pinnale vedelikuna, kuid nad ei voola maha isegi vertikaalsetelt pindadelt. Autovärvide puhul on see omadus vajalik selleks, et oleks võimalik pinnale pihustada korraga paksem materjalikiht, kartmata seejuures, et see hakkaks vertikaalsetel pindadel voolama. Tiksotroopsus saavutatakse teatud lisandite lisamisel (happed ja soolad) tootmisprotsessi käigus.


a) Geeljas olek

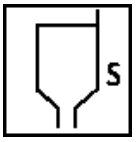

b) Soovitud olek


c) Geelja oleku taastamine

Tiksotroopsust mõjutab ka materjali temperatuur – mida kõrgem on materjali temperatuur, sega vedelam (vähem viskoosne) on vedelik ja mida külmem on materjal, seda paksem (viskoossem) on vedelik. Seepärast on sobiva viskoossuse saavutamiseks vajalik ka kindel temperatuur.

Viskosimeeter

Viskosimeetri abil mõõdetakse pihustusvalmis värvisegu (e. töösegu) viskoossust.
Kõigil pihustatavatel toodetel on tehnilistes andmetes ära toodud soovituslik pihustusviskoossus, mille puhul moodustub pinnale vajalik materjalikiht. Tehnilistes andmetes ja tootepakendite siltidel on toodete viskoossus ära toodud näiteks selliselt:



16-18 s/DIN 4 mm/20°C

Antud juhul on ettenähtud viskoossus 16-18 sekundit, mõõdetuna DIN 4 mm mõõtekulbiga temperatuuril 20ºC.

Autovärvimisel kasutatav DIN 4 mm standardile vastav viskosimeeter kujutab endast 100 ml mahutavusega mõõtekulpi, mille põhjas on 4 mm suurune ava. Viskoossuse mõõtmiseks asetatakse mõõtekulp vedeliku sisse nii et see oleks servani vedeliku sees. Seejärel tõstetakse kulp vedelikust välja ja käivitatakse samal hetkel stopper. Kui kulp on tühjaks voolanud, siis stopper seisatakse ja saadud tulemus ongi viskoossuse mõõde sekundites.

Näide:

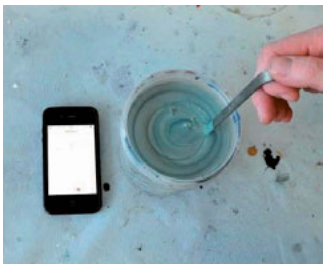


Foto 142 *– Täitke mõõtekulp*

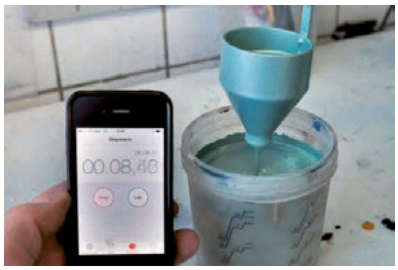


Foto 143 *– Alustage mõõtmist*

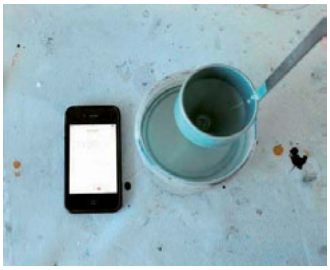


Foto 133 *– Lugege stopperilt tulemus*

Mõõtekulbi tühjenemise aeg 20°C juures on 30 sekundit, seega on viskoossuseks 30 sek. DIN 4 standardi järgi. Võrdluseks - vee viskoossus on ca 13 sekundit.

Toote üldist viskoossust saab visuaalselt hinnata ka selle järgi, kui kiiresti valgub toode maha segamispulgalt või kui raske on toodet segamispulgaga segada. Mida vedelam on vedelik, seda kiiremini voolab ta segamispulgalt maha ja tema viskoossus on madalam.

2.11.3. Fotospektromeetrid – värvuse ja värvi efekti mõõtmine

Fotospektromeetrid on seadmed, mille abil on võimalik tuvastada värvust ja leida või koostada selle andmete põhjal värviretsept.

Fotospektromeetri tööpõhimõte

Seade mõõdab erinevate nurkade alt värvuse parameetrid: värvust ja metalliku efekti (mitte kõigil mudelitel). Saadud parameetrid edastatakse värvi segamise tarkvarasse, kus neid andmeid võrreldakse kõigi andmebaasis olevate värvuste parameetritega ning otsitakse välja kõige sarnasemad värvused. Sarnased värvused kuvatakse seejärel arvuti ekraanile koos märkega, kui sarnased leitud värvused pinnalt mõõdetud värvusele on. Märgeteks on kas sarnasuse protsent numbrilise näiduna või nn. „valgusfoori süsteem“, kus roheline märge tähistab head sobivust mõõdetud pinnaga, kollane vajadust toonimise või hajutuse järele ja punane tõsisema toonimise vajadust.

Sõltuvalt tarkvara võimalustest on võimalik ka koostada uus värviretsept mõõdetud pinna jaoks või parandada mõnd sarnase värvuse retsepti sobivamaks.

***Foto 145** – Glasurit fotospektromeeter*

***Foto 146** – Standox Genius IQ fotospektromeeter*

Mõõtmisprotsess spektomeetriga

Fotospektromeetriga mõõtmiseks tuleb mõõdetav pind hoolikalt puhastada ning vajadusel isegi poleerida. Seejärel asetatakse seade mõõdetavale pinnale. Peale mõõtmist ühendatakse mõõteseade arvutiga ja edastatakse andmed värvi segamise tarkvarasse, mille abil valitakse või koostatakse retsept värvi valmistamiseks.

1. Mõõdetav pind puhastatakse hoolikalt vastavate ainetega ja teostatakse mõõtmine vastavalt seadme kasutusjuhendile.

***Fotod 147, 148** – Värvuse mõõtmine eelpooltoodud spektromeetritega*

2. Mõõtetulemused edastatakse värvi segamise tarkvarasse, tarkvara pakub välja parimad võimalikud värvuse variandid ja automaaler valib nende seast sobivaima retsepti.

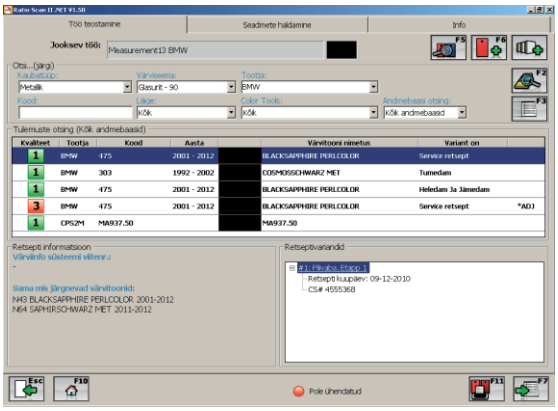


Foto 149 *– Mõõtetulemused edastatakse arvutisse*

Foto 150 *– Värvusi on võimalik võrrelda ka arvutiekraanil*

3. Mõõtetulemused edastatakse arvutisse.
4. Tarkvara leitud retsepti parandamine.
5. Retsepti salvestamine olenevalt tarkvarast.
6. Spektraalanalüüsi abil toonimine - ***Vaata peatükk 5.4 Värvi toonimine.***

2.11.4. Termomeetrid – temperatuuri mõõtmine

Termomeetriga mõõdetakse õhu ja värvitava pinna temperatuuri remondiprotsessi käigus.

Temperatuuri mõõtmine on vajalik, et olla kindel remontvärvimise etappides värvimaterjalide kuivamiseks vajaliku keskkonna olemasolus. Näiteks remontvärvimisel kasutatavad materjalid, mis kuivavad kõvendiga toimuva keemilise protsessi käigus, ei kuiva lõplikult temperatuuril alla 15 ºC, sest sellest madalamal temperatuuril vajalikku keemilist protsessi ei toimu. Seepärast peab värvimistöökoja sisetemperatuur materjalide pealekandmise ja kuivamise ajal olema vähemalt 15 ºC, kuid normaalse kuivamise tagamiseks on soovituslik temperatuur 20 ºC.

Lisaks õhutemperatuuri mõõtmisele on vajalik ka pinnatemperatuuri mõõtmine – näiteks kuivamisprotsessi käigus värvikambri kuivatusreźiimis või kuivatuskambris, sest värvitud pind ei soojene sama kiirelt, kui kambrisse sisenev õhk, ning pind ei pruugi saavutada sama temperatuuri, mis on õhutemperatuuri mõõtval anduril värvitavast pinnast kaugemal.

Temperatuuri mõõtmiseks kasutatakse erinevaid **termomeetreid,** mille abil saab mõõta näiteks gaaside, vedelike, materjalide või elusorganite temperatuuri. Temperatuuri mõõtmiseks kasutakse nii **kontakttermomeetreid**, mis on mõõdetava objektiga vahetus kontaktis (nt. õhutermomeeter, kraadiklaas) või **distantstermomeeter**, mis mõõdab objekti temperatuuri distantsilt (nt. Infrapuna-termomeetrid).

Lisaks pidevale temperatuuri näitamisele on olemas ka nn. maksimum- ja miinimum-termomeetrid, mis fikseerivad maksimaalse või minimaalse temperatuuri. **Miinimumtermomeetriks** on näiteks värvilise vedelikuga täidetud klaasampullid, mis asetatakse vesivärvide transpordil kasti sisse. Kui temperatuur on langenud alla 0°C, siis ampull puruneb ja värviline vedelik voolab testribale – see näitab, et ka värv on külmakahjustusi saanud. **Maksimumtermomeetriteks** on värvi muutvad ribad, mille värv muutub vastavalt protsessi käigus saavutatud maksimumtemperatuurile, ja ka inimese kehatemperatuuri mõõtmiseks mõeldud elavhõbe kraadiklaas.

Termomeetreid eristatakse nii ehituse kui temperatuuri mõõtmise tehnika poolest.

Termomeetreid liigitatakse järgmiselt:

- Vedeliktermomeetrid, kus näiduks on vedeliku tase klaaskapillaaris
- Manomeetrilised termomeetrid, kus osutit liigutab kinnises balloonis asuva gaasi surve
- Dilatomeetrilised termomeetrid, mille osutit liigutab bimetallist valmistatud „vedru“
- Termoelektrilised termomeetrid, mille näit sõltub termoelemendi takistuse muutumisest vastavalt temperatuurile
- Infrapuna-termomeeter, mis mõõdab objekti infrapunakiirgust

Automaalri töös kasutatavad termomeetrid

Nagu eespool juba märgitud, omab suurt tähtsust maalritöökoja sisetemperatuur ja selleks võib kasutada mistahes õhutermomeetrit, mis paigutatakse töötsooni või materjalide ladustamise kohta. Sellise ruumitermomeetri mõõtevahemik on tavaliselt -10...60 °C.

***Foto 151** – Digitaalne ruumitermomeeter*

Lisaks ruumi temperatuurile on automaalri jaoks oluline ka värvimiskambris valitsev temperatuur. Reeglina on seadmetel endal sissepuhkekanalisse paigutatud temperatuuriandur, mille näit kuvatakse juhtpuldile. Vastavalt värvimis- või kuivatustsüklile saab maaler juhtpuldis määrata soovitud temperatuuri ning seade soojendab sellele vastavalt sissepuhutavat õhku.

Värvimaterjalide tehnilistes andmetes on toodud välja kuivamiseks nõutav **pinnatemperatuur,** mis peab värvi kuivamiseks olema tagatud ettenähtud aja jooksul. Kuna objekt soojeneb aeglasemalt, kui objekti ümbritsev õhk, siis oluline mõõta just pinna temperatuuri, mitte ümbritseva õhu temperatuuri, ning seada värvimiskambri juhtpuldis soovitud õhutemperatuur vastavalt kõrgemaks. Pinnatemperatuuri pole võimalik mõõta kontaktermomeetriga, sest on väga keeruline saavutada piisav kontakt pinnaga, seepärast kasutatakse selleks kontaktivabasid **infrapunatermomeetreid**.

Infrapuna-termomeetri tööpõhimõte

Seade saadab välja infrapuna kiire ning seejärel mõõdab seadme optiline andur väljastatud, peegeldunud ja edastatud energiat. Andmete põhjal arvutab seadme elektroonika välja pinna temperatuuri, mis kuvatakse ekraanile.

Laseriga seadmetel kasutatakse laserkiirt ainult suuna ja/või mõõtepiirkonna näitamiseks.

OLULINE! Infarpuna-termomeeter peaks olema olemas igas professionaalses autovärvitöökojas!

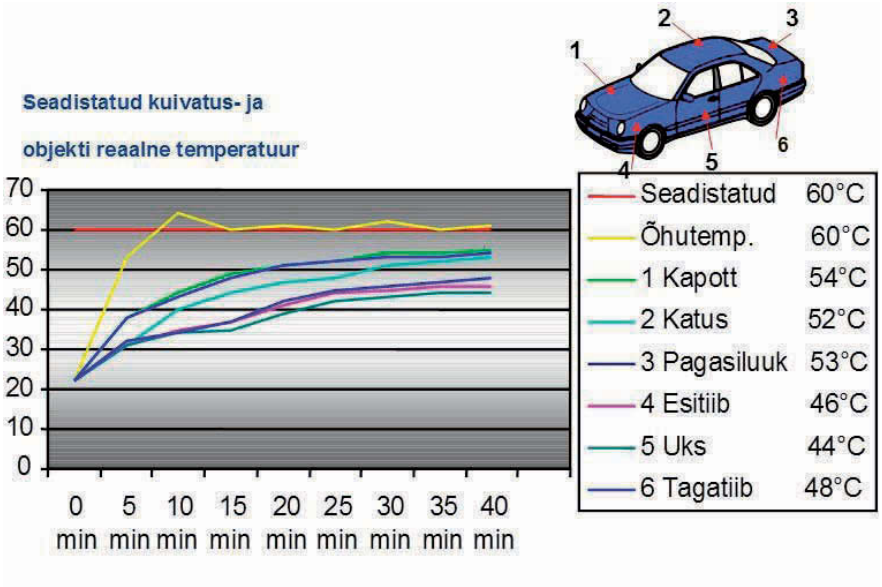
***Foto 152** - Pinna temperatuuri mõõtmine Infrapuna-termomeetriga (näit. 64 ºC)*

Näide:

Pindade reaalsed temperatuurid 60 ºC õhutemperatuuri juures.

Et saavutada temperatuuriks värvitava detaili pinnal (pinnatemperatuuriks) 60 ºC, on tarvis seadistada värvimiskambri temperatuur kuivatusrežiimis selliseks, et värvitud pinna temperatuur saavutaks tehniliseks kirjelduses toodud väärtuse. Samuti on tarvis kuivatusrežiimi pikkus seadistada selliselt, et värvitud pind saaks kuivada vajalikul temperatuuril nõutud aja.

OLULINE! Temperatuuri saavutamiseks kuluv aeg tuleb kuivatusajale lisada.



***Joonis 35** – Temperatuuri tõusu graafik auto eri detailidel värvikambris kuivatamisel*

2.11.5. Hügromeeter – õhuniiskuse mõõtmine

Hügromeeter on seade, mille abil mõõdetakse suhtelist õhuniiskust *(i. relative humidity)*, mida väljendatakse protsentides. Suhteline, ehk relatiivne õhuniiskus, väljendab tegeliku veeauru sisalduse suhet maksimaalsesse võimalikku. Maksimaalne võimalik veeauru sisaldus õhus sõltub õhutemperatuurist. Nimelt suudab õhk siduda igal temperatuuril ainult teatud hulga veeauru. Ülejäänu sadestub välja ja tekib kondensaat.

Õhuniiskuse tase maalritöökojas võib mõjutada nii materjale kui ka objekte.

Mõned näited:

- Abrasiivid peavad olema ladustatud max. 60% õhuniiskuse juures, sest suurem õhuniiskus mõjutab abrasiivide aluskihte ja vesialusel lubrikantkihti.
- Haljas metall reageerib õhuniiskusega, mille tulemusena tekib korrosioon.
- Enamus kõvendeid on tundlikud õhuniiskusele, sest nad on võimelised niiskusega keemiliselt reageerima, mille tulemusena kõvendi keemilised omadused võivad oluliselt muutuda.
- Polüesterpahtel imab oma pooridesse niiskust, mille tulemusena võib tekkida pahtli alla korrosioon.

Suhteline õhuniiskus värvitöökojas peaks olema vahemikus 35...60%

Ka **liiga madal õhuniiskus** pole hea, sellisel juhul muutub värvi pinnalekandmine raskemaks ja tekib kergesti staatiline elekter, mis tõmbab ligi tolmu.

Joonis 36 *– Mehaaniline standard-hügromeeter*

2.11.6. Nakkuvus ja selle kontroll

Nakkuvus on omadus, mis väljendab pealekantava materjalikihi (pahtel, krunt, värv, lakk) haakuvust aluspinnale. Näiteks krundi nakkuvus metallile, plastikule, pahtlile. Nakkuvust nimetatakse ka **adhesiooniks** *(i. adhesion).*

Nakkuvust jagatakse keemiliseks ja mehaaniliseks.

Keemilise nakkuvuse korral saavutatakse nakkuvus aluspinna ja pealekantava materjali vahel keemilise reaktsiooni tulemusena.

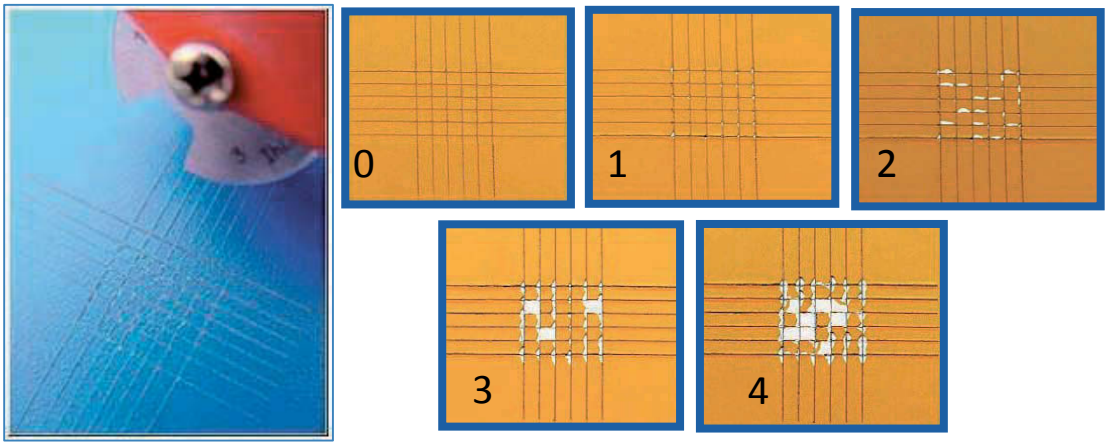
Mehaanilise nakkuvuse korral saavutatakse nakkuvus aluspinnaga mehaaniliselt nakkepinna suurendamise teel, näiteks lihvimise abil.

Nakkuvus sõltub alusmaterjali tüübist, eeltöötlusest, pinna puhastamisest enne materjali pealekandmist ja pealekandmise viisist.

Nakkuvuse mõõtmine

Nakkuvust määratakse laboris ristlõike testi abil ja nakkuvuse hindamiseks kasutatakse hindamistabelit.

Reaalselt värvitöökoja tingimustes nakkuvust ei mõõdeta, seda saab vaid subjektiivselt hinnata näiteks tugeva liimiga teibi vajutamisega värvipinna külge ja selle järsu äratõmbamisega. Selline meetod ei näita siiski muud, kui ainult selgelt väga halba nakkuvust.



Klassifikatsioon	Nakkuvus	Läbilõike kirjeldus
Gt 0	suurepärane	Lõigete servad on täielikult siledad, ükski lõikenurk ei eemaldu.
Gt 1	hea	Lõikenurkadest eemalduvad väikesed osad, eemalduv piirkond umbes 5% nurkadest.
Gt 2	keskpärane	Lõikenurkadest eemalduvate osade pindala on umbes 15%
Gt 3	kesine	Lõikenurkadest eemalduvate osade pindala on umbes 35% Osaliselt suurte ribadena lõike servadest ja mõningaselt ka nurkadest eemaldunud osad.
Gt 4	halb	Lõikenurkadest eemalduvate osade pindala on umbes 65% Osaliselt suurte ribadena lõike servadest ja mõningaselt ka nurkadest eemaldunud osad.
Gt 5	väga halb	Eemaldunud osi rohkem kui 65%

***Joonis 37** – Nakkuvuse mõõtmise põhimõte, vahendid ja testitulemuste hindamise parameetrite tabel*

2.11.7. Pinna läike mõõtmine

Läige *(i. gloss)* on parameeter, mis iseloomustab nähtava valguse peegeldumist pinnalt. Läige tekib värvi/laki pinnalt peegeldunud ja hajunud valgusest. Läige sõltub värvi/laki läbipaistvusest, murdumisnäitajast, pealispinna omadustest ja absorbeerumisest ehk valguse neeldumisest värvi/laki pinnal. Murdepindadel enamasti läige puudub. Läiget on võimalik mõõta **läikemõõtja** abil.

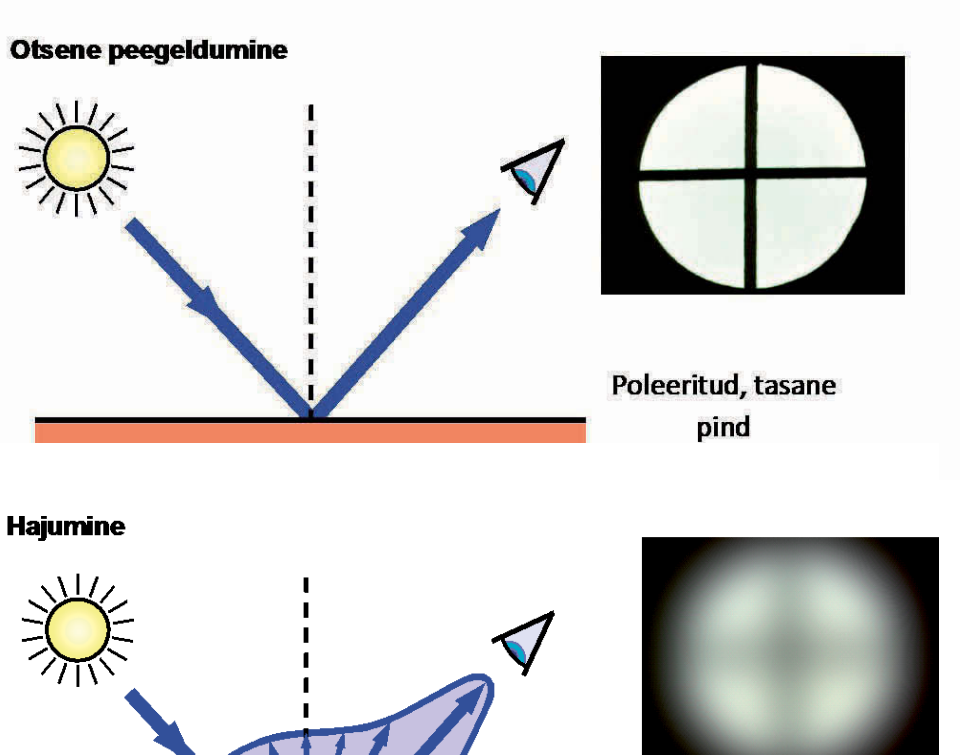
Läikemõõtja tööpõhimõte

Läikemõõtja valgusallikast suunatakse valgus pinnale ja erinevate nurkade all olevate peeglite abil mõõdetakse tagasipeegelduva valguse intensiivsust.

Läike mõõtmise skaala on vahemikus 0-100 punkti. Mõõtetulemust 100 punkti pole reaalselt võimalik saavutada, sest mingi osa valgusest hajub alati. Mõõtmistulemuste võrdlemiseks peavad mõõtmised olema teostatud sama nurga alt.

Mõõtmisseadmetes kasutatakse mõõtmiseks nurki: 20º ; 60º ja 85º.

- 20º nurga all mõõdetakse kõrgläikega pindasid
- 60º nurga all mõõdetakse pindasid, mille läikeaste on üle 20 punkti
- 85º nurga all mõõdetakse pindasid, mille läikeaste on alla 20 punkti



Joonis 38 *– Peegeldumise ja hajumise erinevus, näited*

Läike mõõtmise näide

Mõõdetakse musta värvusega mattpinnalt läikeastet ja tulemuseks on 12,6 ühikut 60º nurga all.

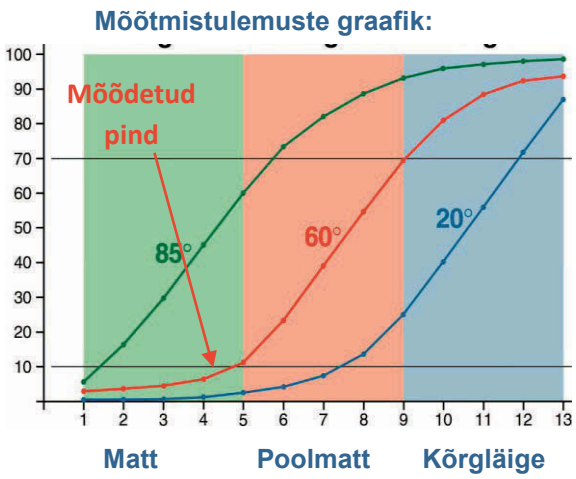


Foto 153 *– Läikemõõtjaga mõõtmine ja tulemuse graafik*

2.11.8. Värvipinna mehaanilise tugevuse mõõtmine

Värvipinna mehaanilist tugevust testitakse materjalide sobivuse hindamiseks vastavatesse tingimustesse, näiteks pinna mehaanilise tugevuse tagamiseks kivilöökide eest.

Värvipinna tugevuse mõõtmiseks kasutatakse nn. **kivitäkete testi**.

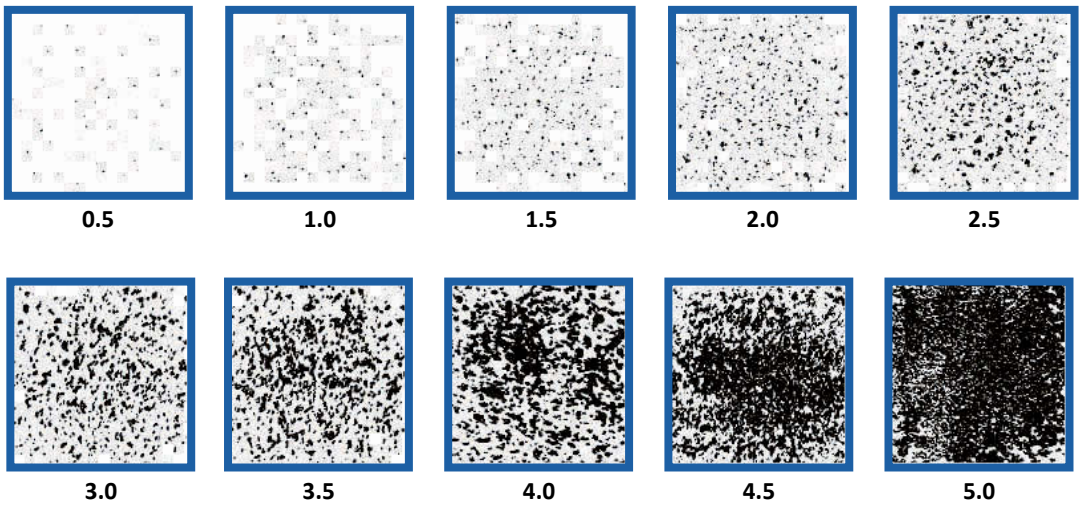
Testi eesmärk on jäljendada auto värvitud detailidele reaalses keskkonnas osaks saavat mehaanilist mõjutust, milleks on sõidutee pinnalt ratastega ülespaiskuvaid liivaterasid ja kivid. Testis kasutatakse suures koguses väikseid teravate servadega haavleid. Osakestele antakse suruõhu abil suur kiirus ning suunatakse nad vastu testpinda.

DIN 55996-1 nõuetele vastav test

Suruõhu rõhk:	100 või 200 kPa
Testi pindala:	8 cm x 8 cm
Haavlikogus:	2 x 500 g

Foto 154 *– Testimisel kasutatavad teravad haavlid 4-5 mm ja testpaneel peale testimist*

Testi tulemuste hindamine toimub testpaneeli ja etteantud standarpaneeli võrdlemisel.



Hea testitulemuse saavutamiseks peavad materjalid olema

- Hea aluspinna nakkuvusega
- Heade omavaheliste nakkuvusomadustega
- Kõik kihid peavad olema elastsed

Visuaalne tulemuse hindamine

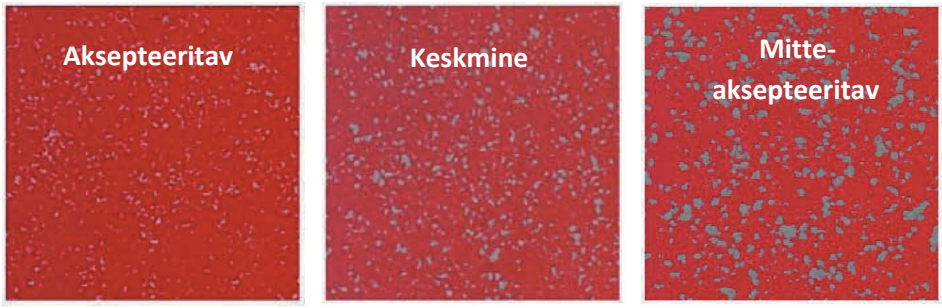


Foto 155,156,157 *– Testpaneelid peale katsetusi*

2.12 Automaalri abivahendid

Lõikeriistad. Paberi-, šablooni- ja puhastusnoad. Detailide värvimise ja ladustamise pukid. Kattematerjalide hoidikud. Töökapid- ja kärud. Purgi- ja paberipressid. Autotõstukid värvitöökojas.

Automaalri töös on vajalikud erinevad abivahendid, mis aitavad tööd mugavamalt ja täpsemalt teha. Seda alates lihtsatest lõikeriistadest kuni autotõstukiteni välja. Alljärgnevalt kõigist neist järjekorras, alustades väiksematest ja lõpetades suurematega.

2.12.1. Lõikeriistad

Lõikeriistu läheb automaalril tarvis eelõige autode katmise juures. Kattematerjale paigaldades on oluline teha täpsed lõiked näiteks servades ning materjalidest tuleb lõigata nii paberit, kilet kui ka teipi. Selleks kasutatakse kolme tüüpi nuge:

Maalrinuga, mille abil lõigatakse kattepaberit, teipi, täpseid servi.

Foto 158 *– Maalrinuga väljalükatava ja murtava teraga (Standox)*

Šablooninuga, mille abil lõigatakse kattematerjalidesse täpseid avasid või sisselõikeid. Sellist tööriista on vaja näiteks aerograafiga värvimisel kujundite väljalõikamiseks.

Foto 159*– Šablooninuga koos vahetatavate teradega (Apex-Tool)*

Kilenuga, mille abil on võimalik kattekilest turvaliselt välja lõigata värvimist vajavad detailid, ilma et peaks kartma teraga pinna või käte vigastamist ja **puhastusnuga** (puhastusterad), millega on võimalik eemaldada nt. klaasile sattunud värvitolmu, ehisliistudelt ja tuuleklaasilt teibi- ja liimijääke:

Foto 160*– Kilenuga (Colad)*

Foto 161*– Puhastusnuga teradega (Colad)*

2.12.2 Värvimisalused

Üksikute detailide eraldi värvimisel on tarvis detailid asetada kindlale alusele, millega on võimalik need transportida värvimiskambrisse ja tagasi. Selleks ei sobi lauad või kastid, sest neile ladestub värvitolm, mis värvimise käigus värvipüstoli õhujoas sealt üles kerkib või siis põrkab pihustusjuga laua pinnalt tagasi ja tekkiv ülepihustuse värvitolm ladestub värskele värvile. Parim viis on tegelikult kasutada spetsiaalseid värvimispukke või riputada detailid värvimiskambri lakke.

Järgnevalt põhilised värvimisaluste tüübid:

Pööratav värvimisalus – võimaldab värvida sama detaili korraga mõlemalt poolt. Sel juhul pööratakse esmalt ülespoole sisepind ning peale selle värvimist pööratakse peale väliskülg. Aluse komplekti kuulub hulgaliselt rakiseid, mille abil saab toestada detaili avadest, servadest või lihtsalt sisepinnast.

***Foto 162**– Pööratava värvimisaluse kasutamine on mugav*

***Foto 163** – Pööratav värvimisalus (Hamach)*

Lihtsad värvimisalused – nn. „harkjalad“, mille ülemised osad on pehmendustega. Sellisel alusel saab värvida mistahes sirgeid detaile, näiteks mootorikatet ühelt poolt värvimisel.

Kaitseraudade värvimise alused - spetsiaalsed plastist kaitseraudade värvimiseks mõeldud värvimisalused on varustatud lisatugedega, et kuivamistsükli käigus pehmeks muutuv plastdetail oma raskuse all läbi ei painduks. Selle tõttu võib plastdetaili kuju peale jahtumist märkimisväärselt muutuda.

***Foto 164**– „Harkjalg“ (Colad)*

***Foto 165** – Kaitseraua värvimisalus (Hamach)*

2.12.3 Automaalri tööriistakärud ja -kapid

Automaaler kasutab oma töös mitmeid tarvikuid ja eeltöömaterjale ning nende käepärane paigutus on seetõttu väga oluline. Efektiivne värvitöökoda varustab oma töötajad tavaliselt personaalsete või väiksemate gruppide ühiskasutuseks mõeldud ratastel tööriista- ja tarvikute kappidega või kärudega, kuhu on võimalik käepäraselt mahutada kõik eeltöös vajalik.

***Foto 166 ,167**– Spetsiaalne maalri tööjaam koos integreeritud tolmuimemissüsteemiga (PWS, München)*

***Fotod 168, 169** – Erinevad moodused tarvikute ja materjalide töökäru sisustamiseks. (Hamach, Benefit AS, Tallinn)*

Organiseerimata töölauad ja igal pool vedelevad tarvikud, abrasiivid ning tööriistad muudavad ka töötajate enda orienteerumise selles segaduses raskeks ja tulemuseks on tihti valed otsused, kvaliteediprobleemid ja ebaefektiivsus nii ajas kui materjalikulus. Väldi sellist olukorda.

***Fotod 170, 171** – Organiseerimatus on paljude värvitöökojas esinevate probleemide oluliseks põhjuseks*

2.12.4 Kattepaberi ja värvipurkide pressid

Peale auto värvimist autolt eemaldatud kattepaberid moodustavad väga kerge, kuid mahuka prügi. Kui selline kokkukägardatud paber panna otse prügikonteinerisse, siis saab konteiner väga ruttu täis ning prügiveo arved muutuvad põhjendamatult suureks. Selle vältimiseks on mõistlik kokkukägardatud paberi mahtu vähendada ning selleks on välja töötatud spetsiaalsed **paberipressid**, mis suruvad paberijäägid kokku ning köidavad selle siis nööriga kompaktseks pakiks.

Sama mahuprobleem on ka tühjaks saanud värvipurkide ja lakikanistritega. Ka nende kokku-pressimiseks on olemas spetsiaalsed nn. **purgipressid**, mis tühja taara mahu kümnekordselt väiksemaks pressivad.

Fotod 172,173,174 *– Spetsiaalsed paberi-, papi- ja purgipressid lihtsustavad jäätmete kogumist*

2.12.5 Maalritõstukid

Automaalri igapäevane töö nõuab tihti kummardamist ja põlviliasendis töötamist. Selline sundasendis töötamine väsitab maalrit ja vähendab töö efektiivsust, samuti võib sundasend pika karjääri jooksul põhjustada tõsisemaid terviseprobleeme. Seepärast kasutakse töö ergonoomika ja –kiiruse tagamiseks eeltöö- ja kruntimisalades ning värvimiskambrites kas **põrandapealseid** või **põrandasse uputatud** spetsiaalseid tõstukeid.

Kasutatakse nii **ratastest** kui ka **karpidest** tõstvaid tõstukeid. Värvimiskambrisse ja kruntimisaladesse paigaldatavad tõstukid peavad vastama ATEX-normi nõuetele ja sobima töötamiseks temperatuuril kuni 90 ºC. Maalritõstukid on silikooniohu vältimiseks kas täispneumaatilised või hüdropneumaatilised.

Eeltööala tõstukid:

Fotod 175, 176 *– Spetsiaalsed automaalri eeltööks sobivad tõstukid (Herkules)*

Kruntimisaladesse ja värvikambritesse paigaldatavad tõstukid

Karpidest tõstvat tüüpi:

Foto 177 *– Karpidest tõstev tõstuk suletud asendis kambris*

Foto 178 *– Sama tõstuk avatud asendis (Blowtherm)*

Ratastest tõstvat tüüpi tõstukid:

Fotod 179, 180, 181 *– Erinevad autot ratastest tõstvad maalritõstukid. Ratastest tõstmisel on karbid vabad värvimiseks*

MOODUL 2. KASUTATUD TERMINID JA SÕNASELETUSED

- **Kruntimiskamber:** avatud seintega värvikambri taoline ala kus viiakse läbi auto eeltöö etapid enne värvimist. Kruntimisalas on lubatud kruntmaterjalide pihustamine ja kuivatus.
- **Ventilatsiooniga eeltööala:** ventileeritud ala värvimistöökojas kus viiakse läbi auto eeltöö etapid enne värvimist. Eeltööalas puudub õhu suunatud pealepuhe ja on keelatud kruntmaterjalide pihustamine.
- **Ventilatsiooniseade**: komplektne seade mis sisaldab ventilaatorit või ventilaatoreid, reguleerklappe ja filtrisüsteeme õhu puhastamiseks.
- **Termoventilatsiooniseade**: komplektne seade mis sisaldab ventilatsiooniosa ja küttesüsteemi.
- **Eelfiltrid**: komplekt kuivfiltreid (filtrisüsteem) ventilatsiooniseadme sissetõmbe või/ja väljapuhkeosas mis eemaldavad õhust suuremad tolmuosakesed esialgses filtreerimisfaasis.
- **Laefiltrid**: komplekt kuivfiltreid (filtrisüsteem) mis asuvad värvikambri või kruntimisala laeosa all ja mille ülesanne on sisenevast õhust täielikult eemaldada tolmuosakesed ja muud ebapuhtused mis on sinna jäänud peale eelfiltreerimisfaasi.
- **Kruntimisala äratõmbefiltrid:** komplekt kuivfiltreid (filtrisüsteem) mis asuvad tööala põrandarestide all või äratõmbeseina küljes ja läbi mille eemaldatakse tööalast kasutatud õhk koos pihustamistolmu ja gaasiliste jääkainetega ja mille ülesanne on eraldada võimalikult suur osa pihustamistolmust enne õhu väljapuhet atmosfääri.
- **Värvikambri äratõmbefiltrid:** komplekt kuivfiltreid (filtrisüsteem) mis asuvad värvikambri põrandarestide all ja läbi mille eemaldatakse tööalast kasutatud õhk koos pihustamistolmu ja gaasiliste jääkainetega ja mille ülesanne on eraldada võimalikult suur osa pihustamistolmust enne õhu väljapuhet atmosfääri.
- **Pealepuhke laeosa (pleenum)**: eraldatud kambrilaadne osa värvikambri või kruntimisalas töötsooni kohal, mille ülesanne on suunata ja ühtlustada õhuvool (õhu kiirus) enne puhumist läbi laefiltrite tööalasse.
- **Äratõmbe osa**: töötsooni all (restide all) või töötsooni taga asuv kambrilaadne osa mille ülesanne on suunata õhuvool läbi põrandafiltrite ventilatsiooniseadme väljatõmbetrakti ja tagada ühtlane õhu äratõmme ala igas punktis enne väljapuhet või suunamist retsirkulatsiooni.
- **Juhtimispaneel**: komplekt elektromehaanilisi või elektroonilisi seadmeid mis annab kruntimisala juhtimisele, manööverdamisele, kaitsesüsteemidele ja juhtimissüsteemidele voolu ja on paigutatud ühe või enamasse ohutusse kesta.
- **Reguleerimisklapid**: see on komplekt labastikuga või muud tüüpi klappe mille abil on võimalik reguleerida ventilatsioonikanalit või seadet läbivat õhukogust. Klapisüsteemi ülesanne on kontrollida õhukogust ja reguleerida(ühtlustada) survet seadme eri osades. Tavaliselt on klapid asetatud sissepuhkeventilaatori ette.
- **Servoajamid**: need elektrilised või pneumaatilised ajamid (mootorid, silindrid) avavad ja sulgevad reguleerimisklappe (või muid mehaaniliselt liikuvaid komponente). Servoajamid võivad olla nii automaatse kui ka käsitsijuhtimisega.
- **Ventilatsioonikanalid**: komplekt kanaleid ja torusid mis koondavad, transpordivad ja jagavad õhku.
- **Kütte-ventilatsiooniseade**: komplektne seade mis sisaldab ventilatsiooniosa (sissepuhke ja väljatõmbe ventilaatoreid), tsükliklappi ja küttesüsteemi.
- **Soojusvaheti:** plaat- või rootorsoojusvaheti on seadme osa mis juhib väljapuhutava õhu läbi soojust juhtivate plaatide mille teisel pool liigub sisenev õhu. Väljapuhutav õhk salvestab osa oma soojusest soojussalvestis ja see antakse edasi sisenevale õhule lisa-soojusenergiana. Soojussalvesti aitab kokku hoida kuni 50% soojusenergiast.
- **Inverterjuhtimine:** mootorite juhtimine sagedusmuundurite abil, mis võimaldab sujuvalt muuta mootorite pöörlemiskiirusi ja läbi selle õhuvahetuskogust. Tagab automaatse siserõhu reguleerimise kambris ja võimaldab eri töötsüklites töötada erineva õhuvahetusega.

MOODUL 2. Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks

OSAD 1 ja 2

- Millised on peamised riskid, mis automaalrit tema töö juures ohustavad?
- Milliseid üldisi põhimõtteid tuleb automaalri tööga seotud riskide ja ohtude vältimiseks järgida?
- Millised on eeltöö ja värvimisriietuse peamised erinevused?
- Millise klassi tolmurespiraatorit tuleb kanda eeltöö ajal?
- Millise klassi söefilter sobib värvimistööde teostamiseks?

OSA 3

- Milline on parim pahtlilabidas kumera pinna pahteldamiseks?
- Millist tüüpi värvipüstolit kasutatakse sõidukite värvimiseks?
- Milline on kõige ökonoomsema materjalitarbega värvipüstol?
- Milline on nõutud pihustusrõhk HVLP püstolitel?
- Millise hermeetikupüstoliga on võimalik hermeetikut pihustada?

OSA 4

- Milline on kõige rohkem kasutatav abrasiivmaterjali tüüp autode remontvärvimisel?
- Mis on vahet lihvhöövlil ja lihvklotsil?
- Mida tähendab täht P abrasiivi kareduse tähistuses?
- Miks ei tohi peale lihvimist karedusega P120 minna kohe üle karedusele P400?
- Kas 150 mm lihvkettaga saab lihvida sama kaua kui kahe 75mm lihvkettaga?
- Kuidas eemaldatakse tolm lihvmasina alt lihvimisel?
- Mida tähendab „mahuline abrasiiv“?

OSA 5

- Nimeta kolm enamlevinud kompressori tüüpi.
- Milles seisneb ring- ja liintrassi erinevus.
- Millist tüüpi filterelemendid peavad olema auto värvimiseks sobivas suruõhufiltris.

OSAD 6 ja 7

- Mis on värvimiskambri ja kruntimiskambri vahe?
- Mis on värvimiskambri ja kuivatuskambri vahe?
- Miks ei või õhk värvimise ajal värvikambris retsirkuleeruda?
- Milleks on vajalik vahekuivatustsükkel?
- Millises töötsüklis on värvikambri energiakulu suurim?
- Millised on värvikambrite põhiliigid?

- Millised võivad olla tagajärjed kui pihustada materjale värvikambris mittetöötava ventilatsiooniga?
- Kui tihti keskmiselt on vajalik värvikambri laefiltrite vahetus?
- Mis võib olla värvikambri ummistunud põhjafiltrite tagajärg?

OSA 8

- Milliseid materjale võib kuivatada õhupuhuriga?
- Milline on kuivamisprotsessi erinevus pikklaine ja lühilaine IR-kuivati korral?
- Milline on peamine kuivamisprotsessi erinevus IR ja UV kuivatite vahel?
- Kui sõidukil on värvitud terve üks külg, siis kas lühilaine IR-kuivatiga on lubatud kuivatada kahes etapis: kõigepealt esitiib ja esiuks ning seejärel tagauks ja tagatiib? Põhjenda vastust.

OSA 9

- Kas vesipõhiste värvidega töötanud värvipüstoli pesemisest tekkinud määrdunud vett tohib kallata kanalisatsiooni?
- Mida tuleb teha enne värvipüstoli pesumasinasse asetamist?
- Milleks kasutatakse lahustite regenereerimisseadet?

OSA 10

- Milleks kasutatakse elektroonilist kaalu?
- Mis on värvisegamismasina otsene ülesanne?
- Nimeta kõik värvisegamisseadmete komplekti osad ja kirjelda nende rolli.
- Millised on keelatud tegevused värvilaboris?
- Milleks kasutatakse värvinäidiseid?
- Kas fotospektromeeter on mõeldud autode pildistamiseks?

OSA 11

- Kirjelda viskosimeetri ehitust ja tööpõhimõtet
- Miks on materjali viskoossus oluline parameeter?
- Miks on etteantud paksusele vastavad materjalikihid olulised?
- Millistelt pindadelt saab kihipaksust mõõta?
- Kirjelda fotospektromeetri tööpõhimõtet.

OSA 12

- Milline on maalritõstuki peamine erinevus võrreldes tavalise remonditõstukiga?
- Miks on vaja „maalripukki“?

MOODUL 2. Praktilised ülesanded

- Kandke pahtel suurele pinnale erineva laiusega pahtlilabidatega ning võrrelge pahteldustöö kiirust ja pinnakvaliteedi erinevust.
- Pihustage värvipüstoliga spetsiaalsele proovitahvlile pihustusnäidiseid erineva rõhu, lehviku laiuse ja etteande kogusega. Kirjeldage saadud tulemusi ja nende põhjusi.
- Kandke pinnale 1 m pikkune, 10 mm laiune ja 2-3 mm paksune hermeetikuriba võimalikult ühtlaselt kasutades mehaanilist käsi- ja suruõhu/elektritoitel hermeetikupüstolit. Võrrelge saadud tulemusi.
- Võtke puhas taskupeegel ja suruõhupüstol, ühendage püstol värvimiskambris voolikuga ning puhuge 5 mm kauguselt 2 bar rõhu juures õhku otse peeglile ühte punkti 30 sekundi jooksul. Seejärel oodake 30 sekundit ning vaadelge peegli pinda.
  Puhastage peegel klaasipuhastusvahendiga ning korda sama protsessi uuesti, kuid kasutage selleks otse trassist tulevat õhku. Võrrelge tulemusi.

- Võtke manomeetriga varustatud värvipüstol, ühendage värvikambris oleva suruõhufilter-reduktori külge u. 10 m pikkune ja 9 mm sisemõõduga voolik ning seejärel ühendage vooliku külge värvimispüstol. Vajutage õhupäästik põhja, keerake püstolil olev reduktor põhja ning võrrelge manomeetri näite seinal oleval reduktoril ja värvipüstoli manomeetril. Seejärel vahetage voolik välja sama pika, kuid 6 mm sisemõõduga vooliku vastu ning korrake katset. Võrrelge tulemusi.
- Värvige detail (vähemalt 60 dm²) veepõhise alusvärviga ning kuivatage õhupuhuriga, suunates õhujoa risti detailiga, mõõtke kuivamiseks kulunud aega. Korrake katset suunates õhujoa piki detaili ja mõõtke kuivamiseks kulunud aeg. Põhjendage kuivamisaegade erinevust.
- Kruntige kaks sarnast detaili, neist ühte kuivata lühilaine IR-kuivatiga ca. 8 minutit. Seejärel laske pinnal jahtuda. Lihvige mõlemat detaili P400 lihvpaberiga. Kirjeldage erinevust.
- Teostage värvisegamiseseadmete hooldus vastavalt kasutusjuhendile.
- Kontrollige värvilaboris elektroonilise kaalu asetust ja hinnake vaatluse tulemust.
- Vahetage värvisegamismasinas üks värvikomponent uue vastu.
- Moodustage kaheliikmelised grupid ja mõõtke viskosimeetri abil erinevate materjalide viskoossust (vesi, alusvärv, täitevkrunt, lakk). Kirjeldage mõõdetud tulemusi.
- Moodustage kaheliikmelised grupid ja mõõtke erinevate detailide kihipaksusi. Eristage magnetilised ja mittemagnetilised aluspinnad. Kirjeldage mõõdetud tulemusi.

- Moodustage kaheliikmelised grupid ja valige detail, millelt soovite mõõta värvust foto-spektromeetriga. Teostage vajalikud etapid värvuse mõõtmisel. Segage valitud/koostatud retsepti järgi minimaalselt 150-200 ml värvi ja pihustage vastavalt tehnoloogiale värvinäidise kaardile. Võrrelge saadud tulemust mõõdetud pinnaga ja kirjeldage tulemust.
- Mõõtke infrapunatermomeetriga objekte erinevates ruumides ja võrrelge objektide ja objekte ümbritsevat õhutemperatuuri.

MOODUL 2. Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Fotod

Peeter N.Sarevet *foto – 3, 4, 6, 24, 74, 76, 78 87, 88 89, 92, 93, 94, 127, 129, 162, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 177, 178, 181*

Tõnu Tammist foto – *120, 126, 128, 131, 132, 133, 145, 147, 149, 153*

Margus Raud *foto – 2, 7, 8, 9, 21, 23, 30, 31, 44, 56, 97, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 125, 140, 141, 142, 143, 144, 159*

Standox GmbH. *(Axalta Coatings), Wuppertal, Saksa foto- 26, 96, 130, 134, 135, 136, 137, 138, 146, 148, 150*

Glasurit *(BASF AG), Münster, Saksa foto – 151, 154, 155, 156, 157, 158*

Meguiar´s Company*, California, USA (Benefit AS) foto -*

3M Company*, St. Paul, USA (Benefit AS) foto – 1, 5, 17, 18, 27, 28*

KWH MIRKA*, Jepua, Soome (Benefit AS) foto – 57, 67, 69, 70, 73, 75*

HEDSON Technologies AB, *Arlöv, Rootsi foto – 79, 102, 103, 104, 105, 106, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 181, 182*

EMM International B.V*., Zwolle, Holland (Benefit AS) foto – 14, 15, 16, 19, 20, 22, 25, 29, 58, 59, 60, 61, 62, 71, 80, 82, 101, 109, 117, 161, 162, 164, 165, 166*

SATA GmbH. & Co. KG, *Kornwestheim, Saksa (Benefit AS) foto – 10, 11, 32, 33, 38, 39, 43, 45, 46, 47, 83, 84, 85, 98, 99*

Blowtherm Spa*., Padova, Itaalia (Benefit AS) foto – 86, 90, 91, 92, 95, 179, 180*

Henkel Balti AS*, Tartu foto – 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55*

Anest Iwata *foto – 34, 40, 41, 42*

DeVilbiss Automotive Refinishing, *Swanton, OH 43558 foto – 35*

Festool Group GmbH & Co. KG. *Saksamaa foto – 66, 68, 72, 77*

Chemicar Europe Distribution, *Belgia foto – 107, 108*

Gradco Inc, *USA foto – 139*

UFO*, Türgi foto – 100*

OÜ Insenu, *Eesti foto - 160*

Rupes S.p.A., *Italy foto – 65, 81*

Joonised

Standox GmbH. *(Axalta Coatings), Wuppertal, Saksa – 11, 12, 13, 14*

Blowtherm Spa*., Padova, Itaalia (Benefit AS)- 26, 27, 28, 29*

Glasurit *(BASF AG), Münster, Saksa – 35, 36, 37, 38*

SATA GmbH. & Co. KG, *Kornwestheim, Saksa – 6, 7, 8, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24*

Peeter Neil Sarevet *- 33*

Tõnu Tammist*- 32, 34*

Margus Raud *– 1, 9, 10, 15, 20, 21, 25, 30, 31*

3M Company*, St. Paul, USA (Benefit AS) – 2, 3, 4, 5*

KWH MIRKA*, Jepua, Soome (Benefit AS) –*

Kompressorikeskus OÜ*, Eesti – 18, 19*

Kõik skeemid ja fotod, mida ei ole nummerdatud, on pärit õpiku autorite arhiivist.

MOODUL 2. Kasutatud kirjandus ja materjalid

Standox GmbH. (Axalta Coatings) tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Glasurit (BASF AG) tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Meguiar´s tehnilised – ja koolitusmaterjalid 2011-2014

PPG Industries tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Teroson (Henkel Balti) koolitusmaterjalid 2011-2014

Hedson Technologies tehnilised ja koolitusmaterjalid 2010-2014

Blowtherm Spa. Koolitusmaterjalid ja tehniline kirjandus 2005 – 2014

3M Eesti koolitusmaterjalid 2005-2014

KWH MIRKA koolitusmaterjalid 2011-2014

„Materjalitehnika seletav sõnaraamat“, TTÜ Kirjastus 2013

„Õpilase teadusentsüklopeedia“ – Kingfisher Publications 2004

„Tehnikaleksikon“ - Tallinn 1981

„Eesti Keele Sõnaraamat“ – Eesti Keele Instituut 1999

Wikipedia, Eesti, Inglise ja Saksa

Keskkonnaameti koduleht ja infomaterjalid

EV Välisõhu Kaitse Seadus

Autorite isiklikud märkmed ja läbitud koolitustelt ning seminaridelt saadud materjalid

Raamatu autorid on andnud endast parima, et tuvastada kõigi kasutatud materjalide autorlust. Juhul, kui sellele vaatamata leiab keegi, et temale kuuluvaid materjale on kasutatud autoriõiguste vastaselt või kui materjalide kasutamise kohta on küsimusi, palume võtta ühendust raamatu autoritega.

ÕPPEMOODUL 3: MAALRITÖÖMATERJALID

3.1. Kehtivad standardid ja normatiivid

Nõuded värvimaterjalidele. Värvimaterjalide tähistamine. Värvimaterjalide ohutustähised ning toodete Ohutuskaardid (SDS). Nõuded värvimiskambritele ja kruntimisaladele. Nõuded värvitöökodades kasutatavatele seadmetele ja tööriistadele.

Õpiväljund: Õpilane omab teadmisi kaasaegsetele värvitöömaterjalidele ja seadmetele esitatavatest nõudmistest.

3.1.1 Autode remontvärvimise protsess – nõuded värvimaterjalidele

Autode remontvärvimise protsess on üks keerukamaid etappe autode remontimisel. Värvimisel kasutatakse laia valikut erinevaid kemikaale ja seetõttu on ohufaktoreid palju – nii töötaja tervisele, tuleohutusele kui ka keskkonnale. Automaaler peab olema kursis võimalike ohtudega ja nende vältimise võimalustega. Olulised standardid ning normatiivid autode remontvärvimise protsessi ja kasutatavate materjalide kohta on ära toodud järgmistes seadusandlikes dokumentides, mille sisu ja kohaldamisega peaksid eriti täpselt kursis olema automaalri eriala õpetavate koolide juhtkonnad, ohutuse eest vastutavad isikud ning õpetajad.

***Foto 1** - Autode remontvärvimine on keerukas ja mitmete ohufaktoritega protsess.*

Värvimisprotsessid jagunevad oma otstarbelt tööstuslikeks- ning remontvärvimise protsessideks. Meie puudutame selles raamatus ainult **remontvärvimise protsesse.**

Sõidukite remontvärvimiseks nimetatakse maanteesõidukite või nende osade värvimist remondi, kaitse või kaunistamise eesmärgil väljaspool tootmisseadeldisi. Sõidukite remontvärvimise kohta kasutatakse Eesti seadusandlikes dokumentides ametlikku nimetust **sõidukite lõppviimistlus.**

3.1.1.1 Euroopa Liidu Direktiiv 2004/42/EL ja Eesti Välisõhu Kaitse Seadus

Värvimine ja värvimistöökojad on Euroopas olulised õhusaaste allikad ning Euroopa Liidu poolt on võetud prioriteediks vähendada nende töökodade poolt tekitatavat välisõhu saastet ning seeläbi troposfääri osooni tekkimise ohtu. Kuna remontvärvimise töökodasid on Euroopas sadu tuhandeid, on nende põhjalik kontroll keskkonna saastamise seisukohalt keeruline ja kallis. Seetõttu jõuti aastal 2004 järeldusele, et otstarbekam ja tõhusam on piirata üldiselt remontvärvimisel kasutatavate materjalide lahustisisaldust ning keskendada kontroll müüjatele.

Seoses sellega võeti aastal 2006 vastu uus EL-i direktiiv – 2004/42/EL, nn. „tootedirektiiv“ mis määratleb alates 01.2007 gruppide kaupa sõidukite remontvärvimisel kasutada lubatud materjalide **lenduvate orgaaniliste ühendite** e. lahustite **(LOÜ)** sisalduse grammides 1 liitris kasutatava materjali **kasutusvalmis töösegus.** Antud direktiiviga määratleti seega maksimaalne lubatud lahustisisaldus Euroopa Liidus turustatavatele ja kasutatavatele autovärvimaterjalidele - eraldi igale materjaligrupile ja alagrupile. Vastutus lasub nüüdsest võrdselt nii turustajal (maaletooja, müüja) kui ka kasutajal (värvitöökojad).

Tulenevalt 2004 /42 /EL direktiivist ja selle rakendamisest Eestis on alates 1. Jaanuarist, 2007 keelatud sõidukite lõppviimistlusel kasutatavate materjalide müük ja edasimüük, kui nende materjalide lahustisisaldus ületab uue seadusega määratud maksimumpiiri. Kehtivad järgmised lenduvate orgaaniliste ühendite maksimumpiirid materjalide kasutusvalmis töösegudele (mis sisaldavad kõvendit/aktivaatorit, lisandaineid ning lahustit **va.vesi):**

Piirväärtused pinnakattevahendite LOÜ-sisaldusele väljaspool tootmisprotsessi:

1.	Ettevalmistus ja puhastus (a)	Ettevalmistavad tooted(i)	850 g/L
		Eelpuhastid(ii)	200 g/L
2.	Täitepahtel (b)	Kõik tüübid	250 g/L
3.	Krunt (c)	Täitevkrunt ja (i)	540 g/L
		Metallikrunt (ii)	540 g/L
		Happekrunt (iii)	780 g/L
4.	Pinnavärv (d)	Kõik tüübid	420 g/L
5.	Eriotstarbelised viimistlusvahendid (e)	Kõik tüübid	840 g/L

Pinnakattevahendite (värvimaterjalide) alaliigid:

a) **ettevalmistus ja puhastus** – vanade pinnakattevahendite ja rooste mehaaniliseks või keemiliseks eemaldamiseks või uue pinnakattevahendi nakkuvuse tagamiseks mõeldud tooted:

   (i) **ettevalmistavad tooted** – värvipüstolite puhastusained (värvipüstolite ja muude seadmete puhastamiseks mõeldud tooted), värvieemaldid, rasvatustajad (kaasa arvatud plastide jaoks mõeldud antistaatiliste omadustega tüübid) ja silikoonieemaldid;
   (ii) **eelpuhasti** – pinnakattevahendi pealekandmise eel ja pinna ettevalmistamise käigus pinna puhastamiseks mõeldud puhastusvahend;

b) **Täitepahtel** – paksu koostisega ühendid sügavate pinnadefektide täitmiseks enne täitevkrundi pealekandmist;

c) **Krunt –** kõik pinnakattevahendid, mis on mõeldud otse haljale metallile või olemasolevatele pinnakatetele kandmiseks, et tagada korrosioonikindlus enne täitevkrundi pinnale kandmist;

   (i) **Täitevkrunt** – vahetult enne pinnavärvi pealekandmist korrosioonikindluse tagamiseks kasutatav pinnakattevahend pinnavärvi nakkuvuse tagamiseks ja väikeste pinnadefektide täitmise teel ühtlase pinnaviimistluse saavutamiseks;
   (ii) **Metallikrunt** – krundina kasutatavad pinnakattevahendid, nagu nakkuvuse parendajad, isoleerivad krundid, täitevkrundid, alusained, plastikrundid, märg-märjale krundid , mittelihvitavad krundid ja pritspahtlid;
   (iii) **Happekrunt** – pinnakattevahendid, mis sisaldavad vähemalt 0,5 massiprotsenti fosforhapet ja on mõeldud otse haljale metallipinnale kandmiseks, et tagada korrosioonikindlus ja nakkuvus; läbikeevitatavad krundid; ja fosfaativad lahused galvaniseeritud- ja tsinkpindadele;

d) **Pinnavärv** – ühe- või mitme kihina pinnale kantavad pigmenteeritud pinnakatte vahendid, mis on mõeldud läike ja vastupidamise andmiseks. Hõlmab kõiki tooteid, kaasa arvatud baasvärve ja läbipaistvaid kattelakke:

   (i) **baasvärvid** – pigmenteeritud pinnakattevahendid värvuse ja soovitud optiliste efektide, kuid mitte läike või pinna vastupidavuse saavutamiseks pinna katmise käigus;
   (ii) **Läbipaistvad kattelakid** – läbipaistvad pinnakattevahendid läike ja pinna vastupidavuse saavutamiseks pinna katmise käigus;

e) **eriotstarbelised viimistlusvahendid** – pinnakattevahendid eriliste omaduste nagu eriefekt-metallik või -pärlmutter andmiseks ühekihilistes pinnakatetes, eriomadustega värvid ja läbipaistvad lakid (näit. kriimustuskindlad ja fluoritud lakid), peegeldavad baasvärvid, tekstuurviimistlusmaterjalid (näit. vasarlakk), libisemisvastased pinnakatted, põhjamastiksid, kivilöögivastased pinnakatted, sõidukite interjööri viimistlusained ja aerosoolid.

On oluline võtta teadmiseks, et praktiliselt kõik Eestis toimivad autode ja veokite viimistlusega tegelevad värvitöökojad kvalifitseeruvad oma tegevuselt maanteesõidukite lõppviimistluseks, kuna värvitakse autosid kas remondi või dekoreerimise eesmärgil, arvestatavat autode tootmist Eestis pole.

Materjalide ja tehnoloogia müüjad peavad olema veendunud, et kõik nende poolt müüdavad materjalid ja komponendid vastavad seaduses ette nähtud LOÜ-normidele ja et neid kasutatakse ainult professionaalsel otstarbel ning koolitatud töötajate poolt. Eestis on välja antud Välisõhu Kaitse Seaduse ja Keskkonnajärelvalve Seaduse muutmise seadus RT I 2007, 19, 95, mis on vastu võetud 08.02.2007 ja sätestab Sõidukite Lõppviimistlusmaterjalide käitlemise erinõuded, järelvalve ja võimalikud karistused seaduse rikkujatele.

3.1.2 Pinnakattevahendite märgistamise standard

Kontrolli lihtsustamiseks on kokku lepitud materjalide (toodete) märgistuse standard.

Märgistuseks on rahvusvaheline piktogramm (Toote Tehniline Kaart) ja järgnev kood (näiteks):

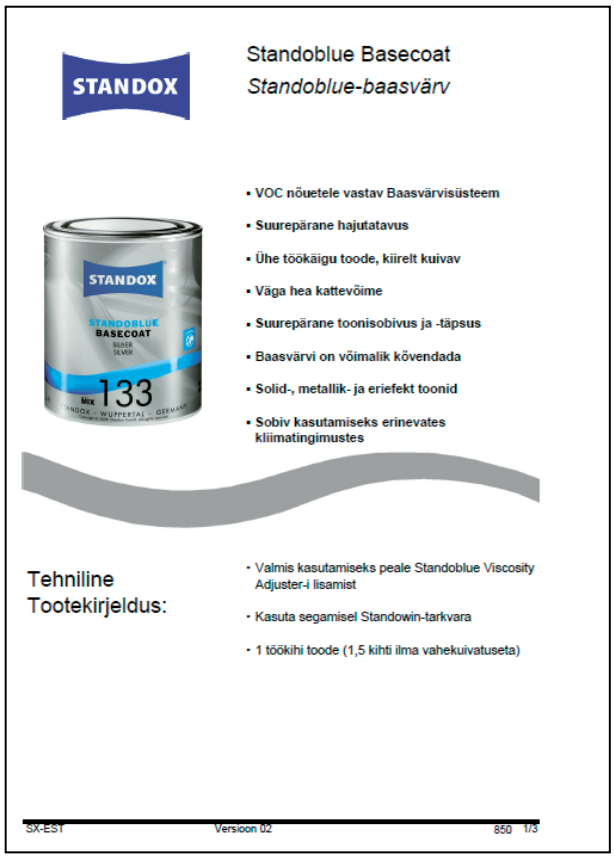
2004/42/IIB(d)(420) 410

Kus 2004/42 on viide direktiivile , IIB(d) on viide toote alaliigile (näide), sulgudes on toodud antud toote alaliigile lubatud maksimaalne piirväärtus (420) g/L ja viimane number 410 on LOÜ maksimaalne sisaldus antud kasutusvalmis töösegus.

3.1.3 Kasutatavate värvimaterjalide ohutustähised ning Ohutuskaardid (SDS)

Sõidukite remontvärvimisel kasutatavad värvimaterjalid peavad omama eestikeelset tähistust ja ohutuslausendeid materjali etiketil ning iga materjali kohta peab olema kättesaadav eestikeelne Toote Tehniline Kasutusjuhend (TDS) ja Ohutuskaart (SDS).

Erandjuhul ja vastava eriloa saamisel on lubatud eestikeelse märgistuse puudumine toote etiketil juhul, kui toote on mõeldud ainult professionaalseks kasutamiseks ja toote turustamiskogused on väikesed ning kui tootega koos tarnitakse eestikeelsed Kasutusjuhend ja Ohutuskaart.


STANDOX

Standoblue Basecoat

Standoblue-baasvärv

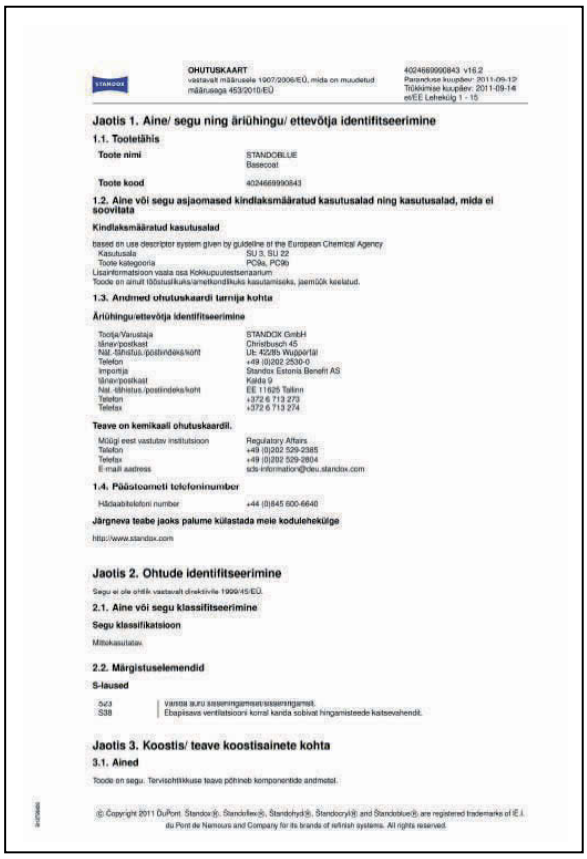
- VOC nõuetele vastav Baasvärvisüsteem
- Suurepärane hajutatavus
- Ühe töökäigu toode, kiirelt kuivav
- Väga hea kattevõime
- Suurepärane toonisobivus ja -täpsus
- Baasvärvi on võimalik kövendada
- Solid-, metallik- ja eriefekt toonid
- Sobiv kasutamiseks erinevates kliimatingimustes

Tehniline Tootekirjeldus:

- Valmis kasutamiseks peale Standoblue Viscosity Adjuster-i lisamist
- Kasuta segamisel Standowin-tarkvara
- 1 töökihi toode (1,5 kihti ilma vahekuivatuseta)

SX-EST Versioon 02 850 1/3

Foto 2 - *NäideToote Tehnilisest Kasutusjuhendist, 1. lehekülg*


OHUTUSKAART

vastavalt määrusele 1907/2006/EÜ, mida on muudetud määrusega 453/2010/EÜ

Jaotis 1. Aine/ segu ning äriühingu/ ettevõtja identifitseerimine

1.1. Tootetähis

Toote nimi STANDOBLUE Basecoat

Toote kood 402466999843

1.2. Aine või segu asjaomased kindlaksmääratud kasutusalad ning kasutusalad, mida ei soovitata

Kindlaksmääratud kasutusalad

based on use descriptor system given by guideline of the European Chemical Agency

Kasutusala SU 3, SU 22

Toote kategooria PC9a, PC9b

Lisainformatsioon vaata osa Kokkupuutestsenaarium

Toode on ainult tööstuslikuks/ametlondlikuks kasutamiseks, juemüük keelatud.

1.3. Andmed ohutuskaardi tarnija kohta

Äriühingu/ettevõtja identifitseerimine

Tootja/Varustaja STANDOX GmbH

tänav/postkast Christbusch 45

Nat.-tähistus, postindeks/koht Ut. 42285 Wuppertal

Telefon +49 (0)202 2530-0

Importija Standox Estonia Benefit AS

tänav/postkast Kalda 9

Nat.-tähistus,/postindeks/koht EE 11625 Tallinn

Telefon +372 6 713 273

Telefax +372 6 713 274

Teave on kemikaali ohutuskaardil.

Mõõgi eest vastutav institutsioon Regulatory Affairs

Telefon +49 (0)202 529-2385

Telefax +49 (0)202 529-2804

E-mail aadress sds-information@deu.standox.com

1.4. Pääsuteameti telefoninumber

Häiaabitelefoni number +44 (0)845 600-6646

Järgneva teabe jaoks palume külastada meie koduleheküge

http://www.standox.com

Jaotis 2. Ohtude identifitseerimine

Segu ei ole ohtlik vastavalt direktiivile 1999/45/EÜ.

2.1. Aine või segu klassifitseerimine

Segu klassifikatsioon

Mittekasutatav.

2.2. Märgistuselemendid

S-laused

S23 Vältida auru sissehingamist/sissehingamist.

S38 Ebapiisava ventilatsiooni korral kanda sobivat hingamisteede kaitsevahendit.

Jaotis 3. Koostis/ teave koostisainete kohta

3.1. Ained

Toode on segu. Tervishtikkuse teave põhineb komponentide andmetel.

© Copyright 2011 DuPont. Standox®, Standofleet®, Standohyd®, Standocryl® and Standoblue® are registered trademarks of E.I. du Pont de Nemours and Company for its brands of refinish systems. All rights reserved.

Foto 3 - *NäideToote Ohutuskaartist, 1. lehekülg*

Toodete Tehnilised Kasutusjuhendid ja **Ohutuskaardid** peavad olema töökojas kättesaadaval kohal nii värvimaterjalide kasutajatele, kui võimaliku õnnetuse korral seda likvideerima tulnud ametkondadele esindajatele.

Tooted, mille pakendil on märge – **Ainult Professionaalseks Kasutamiseks,** on mõeldud kasutamiseks ainult vajalikku sisseseadet omavates, professionaalsetes värvitöökodades, vastava väljaõppe saanud töötajate poolt. Ametikoolides on profikasutuseks mõeldud materjalide kasutamine reguleeritud õpetaja vastutusega, ehk õpilased, kes alles tutvuvad värvimisprotsessi läbiviimise ja sellega seonduva värvimaterjalide kasutamise korraga, tohivad neid materjale kasutada ainult vastava koolituse saanud õpetaja juhendamise ja järelevalve all, olles eelnevalt läbinud teoreetilise materjalide kasutus- ja ohutuskoolituse.

3.1.4 Nõuded värvimiskambritele ja kruntimisaladele – Euroopa Standard EN13355

Põhilised ohud sõidukite remontvärvimisel on seotud pihustamisprotsessiga ja sellest tulenevalt on Euroopa Liidus kehtiv ohutusstandard pinnaviimistlusseadmete. See standard määratleb täpselt nõuded autode remontvärvimisel kasutatavatele värvimis- ja kuivatuskambritele ning eeltööaladele, mille sees pihustatakse värvimaterjale.

Olulisimad punktid sellest standardist, mida peaksid tundma värvitöökoja seadmestamisel nii ostja kui ka seadmete müüja:

- Värvimis/kuivatuskambri mõõdud peavad olema kõigis suundades minimaalselt 1 m suuremad kui maksimaalse värvitava objekti mõõdud.
- Nõutav õhuvahetuskogus tühjas kambris on määratletud läbi õhu liikumise kiiruse, minimaalne õhu liikumise kiirus peab olema 0,3 m/sek (see omakorda määrab üheselt seadme õhuvahetuskoguse vastavalt kambriosa sisemõõtudele).
- Sissepuhke ja väljatõmbe ventilaatorid/mootorid peavad olema ATEX-klassile **Ex** vastavad (suletud, plahvatuskindlas teostuses).
- Nõutav on eraldi maalri käiguuks küljel, paanikaavamisega, automaatse sulgumisega;
- Nõutav on automaatne siserõhu reguleerimine.
- Töötsüklite ja avariisignaalid peavad olema nii visuaalsed kui ka akustilised.
- Nõutav on valgustatud avariiväljapääsu silt maalriukse kohal kambri sees.
- Uste avamisel on nõutav värvimiseks vajaliku suruõhu katkestus.
- Ohutusmärgistus ustel ja juhtpaneelil peab olema kohalikus keeles.

Näide nõutava õhuvahetuskoguse arvutamise kohta värvimiskambris

Värvimiskamber sisemõõtudega 4 X 7 meetrit (L X P). Millise võimsusega seade valida?

Antud sisemõõtudega värvikambris Standardi EN1355 järgi nõutav õhu liikumise kiirus 0,3 m/s saavutatakse min. õhukoguse **30.400 m3/h** juures. (30.400 m3/h / 4 X 7 m/ 3600 = 0,301 m/s).

3.1.5. Nõuded värvimistöökodades kasutatavatele seadmetele ja tööriistadele

CE-sertifikaat – kõik värvitöökojas kasutatavad seadmed ja tööriistad, millel on liikuvaid ja potentsiaalselt ohtlikke osi, peavad vastama **Euroopa Masinadirektiivi 2006/42/CE** nõuetele.

Vastav tähistus seadmel:

CE

ATEX-Direktiiv – Euroopa Direktiiv 94/09/CE ATEX määratleb nõuded seadmetele, paigaldistele ja nende ohutussüsteemidele potentsiaalselt plahvatusohtlikus keskkonnas, kus on võimalik orgaanilisi lahusteid sisaldavate gaaside või pihustustolmu plahvatusohtliku kontsentratsiooni tekkimine.

Töökoda jagatakse vastavalt ohu tekkimise võimalikkusele klassideks, mille korral:

Tsoon 1– on hoone osa kus plahvatusohtliku keskkonna tekkimine on tõenäoline – kõik selles tsoonis asuvad seadmed ja paigaldised peavad vastama:

- Kui plahvatusohtlik kontsentratsioon keskkonnas on pidev, siis **Seadmete Grupp II kategooria 1** nõuetele. Tüüpiline näide – värvipüstolite pesuseadmed.
- Kui plahvatusohtlik kontsentratsioon keskkonnas on tõenäoline või tekib tihti ja pikkadeks perioodideks, siis **Seadmete Grupp II kategooria 2** nõuetele. Tüüpiline näide – värvisegamiskaal, segamisarvuti ja värvisegamismasin värvilaboris.

Tsoon 2– on hoone osa, kus plahvatusohtliku keskkonna tekkimine on normaalsetes tööoludes vähetõenäoline või kus see võimalus eksisteerib ainult lühikese perioodi jooksul. Selles tsoonis võib kasutada seadmeid, mis vastavad:

- **Seadmete Grupp II Kategooria 3** nõuetele. Tüüpiline näide – värvilabori seadmestik, kui on tagatud piisav õhuvahetuskogus sundventilatsiooni abil sissepuhkega ja väljatõmbega nii, et on välistatud plahvatusohu tekkimise võimatus.

ATEX-klassifitseeritud seadmed ja nende osad peavad omama vastavat märgistust – selleks on kuusnurga sees asuv täht E millele järgneb seadme grupp ja kategooria.

TERMINID JA SÕNASELETUSED

See peatükk annab ülevaate kasutajale, mida tähendavad selles moodulis kasutatavad erialased terminid ja väljendid.

- ***Sõidukite remontvärvimine*** - maanteesõidukite või nende osade värvimine remondi, kaitse või kaunistamise eesmärgil väljaspool tootmisseadeldisi.
- ***Sõidukite lõppviimistlus*** – sama mis s***õidukite remontvärvimine***.
- ***Aine*** – looduslik või tootmismenetluse teel saadud keemiline element või keemiline ühend koos püsivuse säilitamiseks vajalike ja tootmismenetlusest johtuvate lisanditega, välja arvatud lahustid, mida on võimalik ainest eraldada, mõjutamata aine püsivust või muutmata selle koostist.
- ***Valmistis*** – vähemalt kahe aine segu.
- ***Orgaaniline ühend*** – ühend, mis koosneb süsinikust ja ühest või mitmest järgmisest elemendist: vesinikust, hapnikust, fosforist, ränist, lämmastikust või halogeenist; välja arvatud süsinikoksiidid, anorgaanilised karbonaadid ja bikarbonaadid.
- ***Lenduv orgaaniline ühend*** – orgaaniline ühend keemise algtemperatuuriga kuni 250 °C mõõdetuna standardrõhul 101,3 kPa.
- ***Lenduvate orgaaniliste ühendite sisaldus*** – LOÜ-de kogus kasutamisvalmis tootes, väljendatuna grammides liitri kohta (g/l). Mistahes tootes sisalduvat LOÜ-de kogust, mis moodustab kuivamise keemilise reaktsiooni käigus osa pinnakattevahendist, ei loeta LOÜ-de sisalduseks.
- ***Orgaaniline lahusti – LOÜ***, mida kasutatakse eraldi või koos muude ainetega toorainete, toodete või jäätmete lahustamiseks, puhastusvahendina saasteainete lahustamiseks, lahustina, dispergandina, viskoossuse või pindpinevuse regulaatorina, plastifikaatorina või konservandina;
- ***VOC*** – LOÜ rahvusvaheline (Ingl.k.) tähistus – **V**olatile **O**rganic **C**ompounds.
- ***Pinnakattevahend*** *(*kokkuleppeliselt kasutatakse ka sõna ***värvimaterjal****)* – pealispinna kaunistamiseks, kaitsmiseks või muuks kasutusotstarbeliseks mõjutamiseks kasutatav valmistis, kaasa arvatud kõik orgaanilised lahustid ja valmistised, mis sisaldavad nende nõuetekohaseks kasutamiseks vajalikke orgaanilisi lahusteid.
- ***Kile*** – aluspinnale (substraadile) ühe või enama pinnakattekihi kandmisel tekkiv katkematu kiht.
- ***Veepõhised pinnakattevahendid*** *(ka vesibaasil pinnakattevahendid)* (tüüp *WB*) – pinnakattevahendid, mille viskoossust korrigeeritakse vee kasutamisega.
- ***Lahustipõhised pinnakattevahendid*** (tüüp *SB*) – pinnakattevahendid, mille viskoossust korrigeeritakse orgaanilise lahusti kasutamisega.
- ***Kasutusvalmis töösegu (valmistoode)*** – pinnale kandmiseks kasutamisvalmis toode, mis sisaldab lahusteid või lahusteid sisaldavaid muid komponente.
- ***Euroopa Standard EN13355*** pinnaviimistlusseadmete ohutust käsitlev standard– nõuded värvimis-ja kuivatuskambritele kus toimub pihustamine (Surface treatment equipment – Safety).
- ***Euroopa Masinadirektiiv 2006/42/CE*** - kooslus nõudeid seadmete ja nende osade ohutusele, selle kontrollimisele ja ohtude vältimise abinõudele.
- ***Seadmed***- masinad, aparaadid, koht- või mobiilsed vahendid, juhtimiskomponendid ja instrumendid, mis on üksikult või koos mõeldud energia tekitamiseks, ülekandmiseks, säilitamiseks, mõõtmiseks, muutmiseks ja juhtimiseks ning/või materjalide töötlemiseks.
- ***Plahvatusohtlik keskkond*** – Segu õhust ja süttivatest ainetest gaasi, auru, udu või tolmu kujul, mille korral sädeme või leegiga kokku puutudes tekib kiire süttimine (plahvatus), mis levib üle kogu põlemata segu.
- ***Potentsiaalselt plahvatusohtlik keskkond***- keskkond, mis võib muutuda plahvatusohtlikuks tänu kohalikele tingimuste muutumisele või kasutustingimustele.
- ***Sundventilatsioon*** **-** õhu liikumine, mis saavutatakse ühe või mitme ventilaatoriga süsteemiga, mis eemaldavad saastatud õhu värvimisalast pihustamis- ja/või kuivamisprotsessi jooksul.
- ***Kergestisüttivad (tuleohtlikud) materjalid*** **-** need on gaasid, aurud, vedelikud, tahked ained või eelmiste segud, mis on võimelised tekitama eksotermilise reaktsiooni õhuga, kui puutuvad kokku sädemega.
- ***LEL – plahvatuspunkt (lower explosive limit)*** sama, mis ***süttimispunkt*** **-** see on madalaim kontsentratsioon, mille juures võib õhusegu plahvatada.
- ***Pihustamine*** **-** pinnakatte kandmine objektile combi-värvimiskambris kas pneumaatilise-, airless-, elektrostaatilise- või eeltoodutest kombineeritud pihustussüsteemiga.

3.2. Puhastusmaterjalid ja -vahendid

Pesu- ja puhastusained. Puhastuslapid. Vahalapid. Pindade puhastamise abivahendid.

Õpiväljund: Õpilane omab põhiteadmisi autode remontvärvimisel ettevalmistustööde käigus kasutatavatest puhastusmaterjalidest ja pihustusvahenditest ning nende kasutusotstarbest.

Enne maalritöödega alustamist ja maalritöö etappide vahel on üheks olulisimaks tööprotsessi osaks pindade puhastamine. Alustades viimistletavate pindade pesuga enne ettevalmistustööde alustamist ja lõpetades värvimiseelse pinna puhastamisega. Mistahes pinnale jäänud tolm, rasv, kätest jäänud higi jms. või rikkuda värvimistöö lõpptulemuse. Pindade puhastamiseks kasutatakse spetsiaalselt selleks mõeldud vahendeid nii puhastusainete kui ka puhastuslappide näol. Nüüd kõigest järjekorras.

3.2.1. Pesu- ja puhastusained

Vesi

Kõige esimeseks pesuaineks on puhas vesi – ainult selle abil on võimalik auto pindadelt eemaldada sinna sadestunud maanteesool, mis ei lahustu orgaanilistes lahustites. Veega pesu tuleks teostada enne eeltööde alustamist, et vältida soolakristallide ja lahtise mustuse lihvimist värvkatte sisse. Sool on nimelt vettimav (hügroskoopne) aine ja soolaosakesed tõmbavad vee molekule endale ligi ka läbi värvi ja kattelaki. ***Vaata ka peatükk 5.13. Värvidefektid.***

Silikoonieemaldi *(i. silicon remover)*

Silikoonieemaldit kasutatakse pindadelt rasvade, bituumenitäppide ja vahajääkide eemaldamiseks. Enne värvimise eeltöödega alustamist ja peale veega pesu tuleks pinnad kindlasti töödelda ka silikoonieemaldiga, et mitte lihvida pinnal olevaid rasva-, tõrva- ja vaha jääke värvipinna sisse – neid on hiljem raskem välja pesta ning need ebapuhtused võivad hiljem põhjustada kraatreid krundi ja muude viimistlusmaterjalide pinnas. Silikoonieemaldid on valmistatud orgaaniliste lahustite baasil. Silikoonieemaldit kasutatakse ka pindade lõplikuks puhastamiseks enne värvimist, siiski tuleks enne värvimist vesipõhiste baasvärvidega kasutada pigem vesivärvidele sobivat puhastusainet, tavaliselt spetsiaalset alkoholipõhist pinnapuhastusainet.

Metallipuhastusaine *(i. degreaser)*

Metallipuhastusaine on mõeldud haljaste metallipindade ja õlide või korrosioonikaitsevahadega kaetud pindade puhastamiseks. Vahend sisaldab aeglasemalt lenduvaid ja tugevama toimega orgaanilisi lahusteid, mis jõuavad enne lendumist rohkem õlist saastainet pinnalt lahti sulatada. Ei sobi tavaliselt värvimiseelseks pinnapuhastuseks, kuna võivad oma liigse agressiivsuste tõttu viimistletud krundipinna pehmeks muuta.

Värvimiseelne pinnapuhastusaine veepõhistele värvidele *(i. water-base cleaner)*

Tegemist on silikoonieemaldile sarnase kasutusotstarbega materjaliga, nende peamine erinevus seisneb keemilises koostises – veepõhised alusvärvid on tundlikud pinnalt mitteaurustunud orgaanilistele lahustitele, seetõttu kasutatakse pindade puhastamisel vee ja alkoholi segu. Alkohol on kiire lendumisega ja vesi ise vesipõhiste värvidega kokku puutudes loomulikult probleemi ei tekita. Vähesel määral võivad seda tüüpi puhastusained siiski ka orgaanilisi lahusteid sisaldada. Tänu vee sisaldusele suudavad seda tüüpi puhastusained pindadelt väga tõhusalt eemaldada kätelt sinna sattunud higi (soolad). Tihti kasutatakse värvimiseelseks eelpuhastuseks lahustipõhist silikoonieemaldit ning viimaseks puhastamiseks alkoholipõhist pinnapuhastusainet, selline kombinatsioon tagab kindlasti ideaalselt puhta pinna ja kvaliteetse lõpptulemuse.

Plastpindade pesuaine *(i. plastic cleaner)*

Plastpindade puhastamiseks mõeldud pesuained võivad olla valmistatud kas orgaaniliste lahustite, alkoholi või eelmiste segu baasil. Lisaks mustuse ja rasvade eemaldamisele on seda tüüpi pesuainetel veel kaks lisaülesannet, neist esimene on plastide valmistamisel kasutatava vormivaha *(i. Mold Release)* eemaldamine plasti pinnalt ja pindmistest pooridest ning teiseks oluliseks ülesandeks on vähendada staatilise elektri teket pindade puhastamisel. Igasugune plasti pinna mehaaniline hõõrumine tekitab pinnas staatilise laengu ja seetõttu tõmbab viimistletav pind värvimise käigus nii õhust kui ka automaalri tööriietelt ligi tolmuosakesi, rikkudes nii lõpptulemuse.

3.2.2. Puhastuslapid

Puhastusainete pinnalekandmiseks ja pinnalt eemaldamiseks on vaja kasutada midagi, mis puhastusaine ühtlaselt pinnale jaotaks ning selle siis koos mustuse ja rasva jääkidega pinnalt ja pinna pooridest eemaldaks. Selleks otstarbeks ei sobi suvaline puuvillane riidetükk, nt. vana T-särk jms. Esiteks eralduvad sellisest kangast puhastuse käigus imepisikesed riidekiud e. ebemed, mis jäävad puhastatud pinnale kinni, teiseks on puuvilla kiud ümarad ning seetõttu ei ole nad võimelised mustust ja rasva pinnalt lahti tõmbama, vaid pigem rullivad seda pinnal edasi. Kolmandaks ei tea me kunagi täpselt, kas oleme kasutatavat kaltsu juba enne kasutanud või mitte ning võib vabalt juhtuda, et kanname pahaaimamatult värvimiseelse lõpp-puhastuse käigus pinnale eelmiste materjalide puhastusjäägid, mis olid kaltsu sisse kuivanud. Ka paberist puhastuslapid jätavad pinnale ebemeid ja puhastusainega märgudes kipuvad nad lagunema.

Lähtuvalt eeltoodust oleks pindade puhastamiseks koos pesuainetega soovitav kasutada mittekootud kangast *(i. non-woven)* **puhastuslappe**, mille valmistamisel kasutatakse hüdromähkimise tehnoloogiat, ehk kanga kiud seotakse omavahel kõrgsurve veejugade abil. Tulemuseks on tugev, mittelagunev ja ebemevaba kangas, mida pakutakse nii perforeeritud tükkidena rullis kui ka valmis lõigatud puhastuslappidena, mis on neljaks kokkulapitult karpi pakendatud. Tegemist on nn. ühekordsete puhastuslappidega, mis peale kasutamist hävitatakse – nii välditakse kord juba kasutatud lapiga värvimiseks ettevalmistatava pinna rikkumist.

Puhastuslappe saab siiski taaskasutada – näiteks esimeseks puhastamiseks ja auto kuivatamiseks peale veega pesemist. Puhastuslapid on soovitav neljaks kokku voltida, kui seda pole juba valmistaja poolt tehtud – nii on võimalik pinna puhastamisel lappi oluliselt pikemalt kasutada, voltides ühe külje määrdumise järel ette järgmise külje. Kuna enamasti on seda tüüpi puhastuslapil pinna puhastamiseks mõeldud ainult üks pool siis sel viisil kokku volditud lapil saab kasutada nelja külge.

Fotod 4, 5 ja 6 *– Erinevalt pakitud puhastuslapid*

Tutvuge pindade puhastamise töövõtetega täpsemalt peatükis 4.2. Pindade puhastamine.

Lisaks eelpool toodud puhastuslappidele kasutatakse pindade lõplikuks puhastamiseks enne värvimist lisaks nn. **vahalappe** *(i. tack rag).* Vahalapi näol on tegemist vahaga või vahalaadse ainega immutatud marlikanga või *non-woven* materjaliga ning selle abil eemaldatakse kuivalt (st. ilma puhastusaineid kasutamata) värvimiseks ettevalmistatud ja puhastusainega puhastatud pinnalt enne värvimist viimasedki tolmuosakesed.

Lisaks kangataolisest materjalist vahalappidele on firma 3M turule toonud ka nn. mahulised *non-woven* vahalapid. Seda tüüpi vahalapid on sarnased lihvimisel viimistlemiseks kasutatava lihvvillaga, kuid materjal ei sisalda abrasiive vaid vahalaadset ainet. Puhastuslapi mahuline struktuur ja vaha võimaldavad koostöös tolmuosakeste eriti efektiivset eemaldamist ning seda tüüpi vahalapid ei jäta pinnale kunagi vahajälgi, mis teeb nad eriti sobivaks kasutamisel koos vesipõhiste värvidega. Siiski tuleb mahulisi vahalappe kasutades olla ettevaatlik ja mitte avaldada lapile liigset survet, vastasel juhul võivad mahulise lapi välimised kiud kriimustada värvitavat pinda.

Vahalapiga pinda puhastades puhutakse samal ajal pinnale suruõhupüstolist õhku. Õhujuga tõstab tolmuosakesed pinnalt üles ja need kleepuvad vahalapi pinnale. Samas ei lase õhuvool vahalapil liiga tugevalt pinnaga nakkuda, välistades võimaluse vahajääkide pinnale jäämiseks.

***Foto 7** – Tavalised vahalapid*

***Foto 8** – Non-woven vahalapid*

***Foto 9** – Mahulised non-woven vahalapid*

Kindlasti tuleks peatuda veel ühel erilisel puhastuslapi tüübil. Selleks on **mikrokiudlapp**.

Mikrokiudlapi kiud on niivõrd peened, et ühes ruutsentimeetris kangas on mitu kilomeetrit imepeent kiudu, korrutades selle arvu lapi pindalaga, saame kokku tohutut hulga kiude sisaldava ja väga suure puhastusvõimega toote. Mikrokiudlappe kasutatakse peamiselt poleerimistööde juures ja nendega eemaldatakse pinnalt poleerainete jäägid ning üleliigne vaha.

Puhastuslappide valmistamiseks kasutatav mikrokiud on tavaliselt kas 100% polüester või polüestri ning polüamiidi (*Nylon*) segu. Kõrgeima kvaliteediga puhastusklappide tootmiseks lõhestatakse mikrokiud tootmise käigus, nii et tulemuseks nn. „mitmeniidiline“ kiud. Lõhestatud kiud ja nende vahelised tühimikud teevad seda tüüpi materjalist valmistatud puhastuslapid eriti efektiivseteks. Lõhestatud lintja mikrokiuga puhastuslapid justkui „lõikavad“ mustuse ja tolmu pinnalt lahti ja pinnalt eemaldatud osakesed jäävad mikrokiudlapi sisse lõksu. Lisaks mehaanilisele puhastusvõimele toimivad mikrokiudlapid efektiivselt ka tänu sellele, et lapi kiud on valmistamisel positiivselt laetud ja negatiivselt laetud tolmusekesed tõmbuvat lapi sisse nagu magnetiga.

***Foto 10** – Mikrokiudlapi kasutamine*

***Fotod 11 ja 12** – Eri tüüpi mikrokiudlapid pindade puhastamiseks*

3.2.3. Pindade puhastamise abivahendid

Pesu- ja puhastusainete doseerimise vahendid

Pesuainete pihustamiseks pinnale on parimaks abivahendiks pihustamispudel *(i. bottle sprayer)*. Selline pudel võib olla nn. pumppudel, mis on varustatud käsipumbaga, mille abil tekitatakse pudelisse rõhk või siis nn. survepudel, mille korral pudel survestatakse suruõhuga läbi ventiili. Mõlemal juhul pihustub puhastusaine päästikule vajutades läbi spetsiaalse pihustamisdüüsi ühtlaselt pinnale ja seejärel pühitakse see puhastuslapiga pinnalt jälle kokku.

***Foto 13** – Puhastusaine pihustamine pinnale*

***Foto 14** – Pumppudel*

***Foto 15** - Survepudel*

Soovi korral võib alternatiivina puhastusaine pinnale pihustamisele niisutada puhastuslappi ja sellega siis pind üle pühkida. Puhastusvedeliku doseerimiseks puhastuslapile kasutatakse nn. kolb-pudelit *(i. plunger can).*

***Foto 16** – Kolb-pudel integreerituna töölauda*

***Foto 17** – Kolb-pudel*

Kolbpudeli alusele vajutades pritsib aluse jalas olev kolb pudelis olevat pesuvedelikku augulisele alus-taldrikule. Üleliigne pesuvedelik valgub alustaldrikult pudelisse tagasi.

Kolbpudeli kasutamine on väga ökonoomne viis puhastuslapi niisutamiseks.

Puhastuspüstolid

Pinna puhastamiseks suruõhuga on vajalik kasutada suruõhupüstolit. Kindlasti peaks auto pindade puhastamiseks kasutama õhupüstolit, mille ots ei kriimustaks pinda selle vastu puutudes. Seetõttu on eelistatud kummist või alumiiniumist otsikuga, ümardatud otsiku servadega püstolid. Valmistatakse ka nn. *multidüüsiga* õhupüstoleid, mis mitmekordistavad väljapuhutava õhujoa, kuna suruõhk haarab kaasa ümbritsevat õhku. Tänu tunnelile muutub see ühtseks õhujoaks, mille kogus on kordades suurem suruõhu joast.

***Fotod 18,19,20,21** – Erinevad puhumispüstolid ja –otsikud; Parempoolseimal fotol on multidüüsiga puhumispüstol.*

3.3 Katmismaterjalid

Kattekiled. Kattepaberid. Maalriteibid. Vahtteibid. Muud teibid. Vedelad katmismaterjalid.

Õpiväljund: Õpilane tunneb ja oskab kasutada tänapäevaseid kattematerjale. Omab arusaama katmise vajadusest ning oskab kasutada erinevaid katmisviise.

Sõiduki ettevalmistamise, kruntimise ja värvimise käigus tekib palju tolmu ja pritsmeid. Oluline on vältida auto mitteremonditavate pindade määrdumist nende toimel. Vajalik on kinni katta praod ja vahed, kuhu tolm võiks ladestuda ning värvimisprotsessi käigus sealt suruõhu toimel välja puhutud saada – see rikuks värvimise lõpptulemuse. Katmisprotsess võib tunduda kõrvalseisjale küllatki kerge ja lihtsa tööetapina, kuid sageli on värvimist vajav pind või selle asukoht sõidukil selline, et kogu katmisprotsess tuleb hoolega läbi mõelda ning leida selleks sobivad materjalid ja vahendid. Siinkohal kiirendavad automaalri oskused ja teadmised sõiduki korrektsest katmisest kogu tööprotsessi oluliselt, sest katmisele kuluv aeg pole otseselt produktiivne ning hooletu või oskamatult katmine võib tekitada soovimatuid lisakulutusi. Näiteks värvi- või krunditolmu sattumisel mittevärvitavatele aladele toob endaga kaasa poleerimisvajaduse ja värvitolmu sattumisel sõiduki salongi detailidele toob kaasa eripuhastuse vajaduse või äärmuslikul juhul detaili asendamise uuega.

Alljärgnevalt ülevaate kattematerjalidest, milleks on:

- Kattekiled
- Kattepaber
- Maalri-, disaini- ja kaitseteibid
- Vahtteibid
- Vedelad kattematerjalid

3.3.1 Kattekiled

Sõidukite katmiseks sobib selleks välja töötatud spetsiaalne polüetüleenist (**HDPE, PE**) valmistatud kile paksusega 10-15 µm, mis kokkupuutel värvainetega ei reageeri, vaid absorbeerib (imeb endasse) värvainet, tänu millele värv nakkub kile pinnaga ning ei irdu järgnevate pihustusetappide käigus. Tavaline polüetüleenkile ja ehituspoodides müüdav teibiga kile auto värvimiseks ei sobi, sest kuivanud baasvärv võib kile pinnalt eemalduda lakkimise käigus värvipüstoli poolt tekitatud õhujoa toimel. Staatiline (pinnale liibuv) autokattekile leiab väga laialdast kasutust, kuna sõiduki katmine toimub kiiresti ja mugavalt – selleks tõmmatakse ca. 4 m laiune kile üle terve auto, seejärel lõigatakse värvitavad detailid välja ning teibitakse servade külge.

Kattekilega töötamisel on soovitav kasutada spetsiaalset kattekile hoidikut.

***Foto 22** – Kattekile hoidik koos rullis kattekilega (Colad)*

***Foto 23** – HDPE Kattekile on karbis pakitud kokku (Colad)*

3.3.2 Kattepaberid

Auto katmiseks sobiliku paberi pealispind on spetsiaalselt immutatud, et see kokkupuutes värvainega ei laguneks ega laseks läbi vedelikke. Lisaks on spetsiaalselt automaalritööks mõeldud kattepaber tolmu- ja ebemevaba. Kattepaberi tihedus on tavaliselt vahemikus 40-60 g/m². Kattepaberi rullidesse on pakendatud 150-400 jm. paberit ning saada on kattepaberit laiustes 0,2-1,5 m. Levinuimad kattepaberi laiusmõõdud on 40, 60 ja 90 cm.

OLULINE! Autode katmiseks värvitolmu eest ei sobi ajalehepaber või trükitööstuse jääkpaberi rullid. Selline paber on küll odav, kuid eraldab ebemeid, mis rikuvad värvimistulemuse ning ei takista vedela värvi (nt. lakk) läbiimbumist pinnale. Kaetud vigastamata pinnale paberist läbiimbunud lakk nõuab poleerimist või halvemal juhul lihvimist ja uuesti lakkimist.

Kattepaberiga katmisel on soovitatav kasutada spetsiaalseid paberijaotureid, kus väljatõmmatava kattepaberi servale kleebivad koheselt ka teibiriba, mis hõlbustab paberipaani kleepimist vajalikku kohta. Paberijaoturid on varustatud statsionaarse hambulise lõikeservaga, mis võimaldab paberi rullist lahti rebida ilma nuga kasutamata.

***Foto 24** – Kattepaberi jaotur eri mõõtu paberile ja kilele*

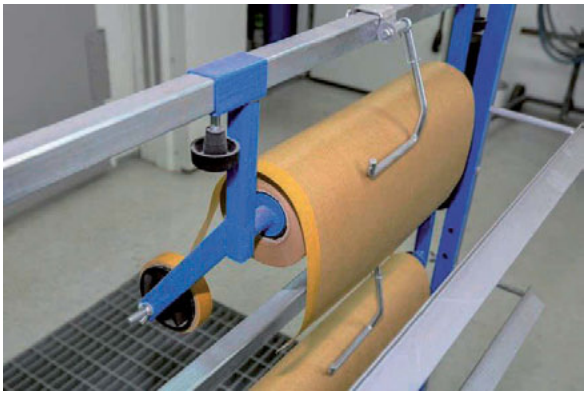


***Foto 25** – Kattepaberi serv varustatakse automaatselt teibiga*

***Foto 26** – Kattepaber tõmmatakse vajalikus pikkuses välja...*

***Foto 27** – ... ja rebitakse rullist lahti, alustades teibi poolt*

Maalripaberist sobiva pikkusega tüki rebimine polegi nii lihtne, kui see esmapilgul tundub. Rebimist tuleb alati alustada teibi poolt ja paber peab olema tõmmatud pingule vastu lõikeserva, vastasel juhul hakkab paber ebaühtlaselt rebenema ja tulemuseks on paberist ja teibist koosnev segadus.

3.3.3 Maalriteibid

Katmismaterjalide kinnitamiseks pinnale või kattematerjalide omavaheliseks ühendamiseks kasutatakse spetsiaalselt töödeldud paberist maalriteipe. Maalriteipidega saab katta ka väiksemaid alasid, näiteks suunatuled, ukselingid jne. Maalriteibi juures on oluline, et ta säilitaks oma nakkeomadused nii vee- kui ka lahustipõhiste värvimaterjalide kasutamisel. Teip ei tohi sõiduki küljest lahti tulla ka kuivatamistsükli käigus - ehk siis 80°C kraadi juures 60 minuti jooksul või infrapuna-kuivatusega kuivatades 120°C juures 15 min jooksul. Samuti ei tohi teip eemaldamisel jätta pinnale liimijääke, mis tekitavad lisatööd ning võivad kahjustada värvitud pinda.

Kvaliteetne automaalri tööks sobiv maalriteip koosneb tavaliselt 4-st kihist.

- **Teibi kaitsekiht** – selle ülesanne on tagada, et teip liialt kergesti lahti ei rulluks ning kaitsta teibi paberkihti pinnapuhastusainete ja vee sisseimbumise eest. Märgunud teip ei kinnitu enam korralikult ja võib jätta eemaldades pinnale liimikihi.
- **Paberkandja** – teibi põhimaterjal võib olla valmistatud siledast või krepitud paberist. Krepitud paberist teipi saab venitada, mis võimaldab lihtsamini katta kumeraid servi.
- **Kruntliim** – see on liimikiht, mis hoiab põhiliimi paberi küljes. Samuti täidab see liim krepitud paberi lainetes olevad poorid, et teibi eemaldamisel ei jääks värviserv pooridesse valgunud värvi tõttu „karvane“ või sakiline.
- **Põhiliim** – selle liimikihi abil kinnitub teip pinnale. Liimi omadustest sõltub teibi vastupidavus temperatuurile. Automaalri töös kasutatavate teipide temperatuurikindlused on vahemikus 60-120°C. Madala temperatuuritaluvusega teipide kasutamisel ettenähtust kõrgemal temperatuuril esineb oht, et teibi eemaldamisel jääb teibi liim pinnale, mitte ei eemaldu koos teibiga.
- **OLULINE!** Maalriteibid pole ette nähtud pikaajaliseks pinnale jätmiseks, seepärast tuleks teibid eemaldada kohe peale kuivatustsükli lõppu või hiljemalt 24 tunni jooksul!

Automaalri töös kasutatakse maalriteipe standardsete laiustega 19, 25, 38 ja 50 mm. Reeglina on rullis 50 m teipi. Teibi valikul tuleb pöörata tähelepanu lisaks temperatuurikindlusele ka lahusti- ja veekindlusele, et värvimiseelne pesu silikoonieemaldajaga ja veepõhise värviga värvimine ei põhjustaks teibi lahti tulemist pinnalt või liimi irdumist paberkandjalt.

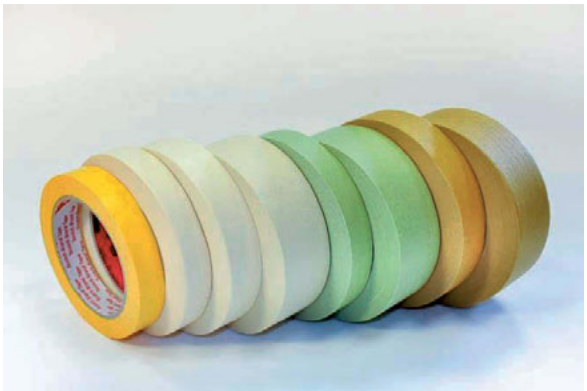
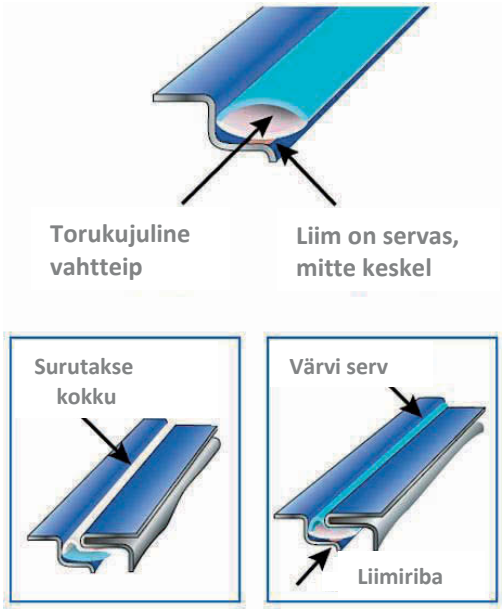


***Foto 28** – Valik erinevaid autode värvimisel kasutatavaid teipe*

***Foto 29** – Maalriteibi täpseks rebimiseks vajalik käte asend*

3.3.4 Vahtteibid

Kõige tõhusam materjal uste ja luukide vahede katmiseks on spetsiaalne **vahtteip.** Vahtteip on valmistatud õhulisest ümarast või torujast 6-20 mm diameetriga avatud pooridega vahtmaterjalist ning selle üks külg on varustatud liimiribaga. Vahtteip väldib värvitolmu sattumist mittevärvitavatele pindadele, näiteks uste sisepinnad ja piilarid.



***Joonis 1** – Uut tüüpi vahtteip võimaldab katta ka kitsaid pilusid*

***Foto 30** – Erinevad vahtteibid*

Vahtteipi saab edukalt kasutada ka krundi, värvi või laki sujuva ülemineku saavutamiseks servadel-kantidel osalise värvimise korral. Seda teipi on väga kiire ja mugav kasutada ka väikeste avade sulgemiseks, näiteks linkide ja suunatulede avade katmisel.

***Foto 31** – Vahtteibi kasutamine kruntimistöödel*

***Foto 32**– Vahtteibi erinevad kasutusvõimalused värvimisel*

Vaata lähemalt vahtteibi kasutamise kohta peatükist 4.3.3 Pindade katmine.

3.3.5 Muud teibid

Disainteipe valmistatakse enamasti PVC materjalist (polüvinüülkloriid). Neid teipe kasutatakse laialdaselt disainvärvimisel, kujundite ja ning joonte tegemisel ning juhul kui ühe detaili värvimiseks on vaja kasutada kahte või enamat värvust. Disainteip on elastne, hästi painduv ning ei jäta värvimisel „sakilisi“ servi. Disainteip sobib hästi ka keerukate detailide servade täpseks katmiseks remontvärvimisel.

Disainteip kinnitub hästi pinnale ega jäta eemaldamisel baasvärvi pinnale liimijääke. Soovitatav on värvida esimeses järjekorras objekti kõige kõrgemal asuv osa ning eemaldada teibid kohe peale värvimise lõpetamist, et teibi servale ei jääks sinna peale valgunud värvist kõrgeid rante. Disainteipe valmistatakse erineva laiusega 3-15 mm ning ära rebitavate ribadega „ribateipi“ laiusega 25 mm.

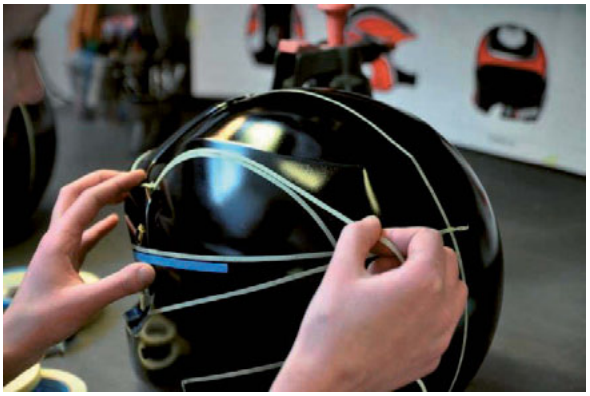


Foto 33 *– Disainteip võimaldab katta keeruka kujuga objekte*

Foto 34*– Disainteibi kasutamisel jäävad värviservad täpsed*

Kaitseteipide abil kaitstakse sõiduki detaile, mis asuvad ekstsentrilise lihvmasina või lihvhöövliga töödeldavate detailide või pindade kõrval, näiteks ukse lihvimisel kantakse kaitseteip kõrval oleva vigastamata tiiva või ukse servale. Tänu sellele ei vigasta kogemata üle töödeldava detaili serva libisenud lihvmasin kõrval olevat detaili.

Servakaitse teibina võib kasutada tugevat ja paksu teipi, millest lihvpaber koheselt läbi ei tungi, näiteks hõbedast ventilatsiooniteipi või kartongteipi. Saadaval on ka spetsiaalselt servade kaitseks valmistatud kaitseteip, millest on lihtne kindla pikkusega tükke rebida, kuna see teip on valmistatud nii et rebeneb kergesti ristisuunas.

Foto 35 *– Kaitseteip säästab töödeldava detaili kõrval asuvat detaili vigastustest*

3.3.6 Vedelad kattematerjalid

Vedelad kattematerjalid on geelja olekuga, reeglina läbipaistvad ja vees lahustuvad ained. Neid kasutatakse enamasti kohtades, kus soovitakse kaitsta pindu värvitolmu eest pikema aja jooksul. Vedelad kattematerjalid kantakse pinnale pihustades.

Kõige levinum kasutusala on värvimiskambri seinte kaitsmine värvitolmu eest (nn. kambri kaitsevaha). Sellisel juhul on tegemist kergelt kleepuva materjaliga, mis säilitab oma kleepuvad omadused ka pinnale kantuna. Kui kaitsevaha hakkab ära kuivama ja tema kleepumisomadused nõrgenevad, siis pestakse see veega maha ning kantakse pinnale uus kiht.

Vedelaid kaitsematerjale valmistatakse ka autode katmiseks, sellisel juhul ei ole materjal kleepuv vaid moodustab auto pinnale sileda kiletaolise kihi, mida on võimalik hiljem kas koorides või survepesuriga pestes eemaldada. Vedela kattematerjali peamine pluss on selle kiire pealekandmisvõimalus mistahes kujuga pinnale. Vedelad kattekiled pole autode värvimisel siiski suurt populaarsust leidnud kuna nende kasutamine ei võimalda väga täpset katmist ja mõni probleemkoht võib kergesti märkamata jääda.

Foto 36 – *Vedel kaitsekile autode katmiseks (3M)*

Fotod 37,38 – *Vedel kaitsekile värvikambri seinte kaitsmiseks*

3.4. Lihvimismaterjalid

Lihvmaterjalide ülesehitus ja kasutusalad. Abrasiivide liigitus. Pinnatud abrasiivide ehitus ja valmistamisprotsess. Pinnatud abrasiivid värvitöökoja protsessis. Mahulised abrasiivid. Erilahendustega abrasiivid. Lihvmaterjalide karedused. Erinevus käsitsilihvimise ja masinlihvimise vahel.

Õpiväljund: õpilane teab ja tunneb erinevaid lihvmaterjale ning nende kasutusotstarvet. Oskab valida erinevateks töö etappideks sobiva karedusega lihvmaterjali.

Pindade lihvimiseks, matistamiseks ja värvkatte või pinnadefektide eemaldamiseks kasutatakse erinevaid **abrasiive** ehk **lihvimismaterjale**. Nimetus „liivapaber“ on pärit ajast, mil see lihvimisvahend alles leiutati ning siis oli põhiliseks abrasiivseks materjaliks loodusest kaevandatavad mineraalid, mis peenestati ja sõeluti ning saadud „liiv“ kinnitati liimi abil paberile. Tänapäeval kasutatakse looduslikku päritolu mineraale abrasiivide tootmiseks üha vähem ning peamiselt on abrasiivid süsteetiliselt valmistatud. Sünteetilisi mineraale kasutatakse väga erinevatele alusmaterjalidele kantuna.
Seega on väljend „liivapaber“ kohati eksitav, kuid üldise nimetusena jätkuvalt käibel. Käesolevas õpikus oleme siiski otsustanud sõna „liivapaber“ hüljata ja nimetame neid lihvimiseks mõeldud materjale lihvmaterjalideks või abrasiivideks.

Kuid alustame algusest, ehk millest ja kuidas lihvmaterjale valmistatakse.

3.4.1. Lihvmaterjalide ülesehitus ja kasutusalad

Lihvimismaterjalide valmistamiseks kasutatakse erinevaid mineraale, nii looduslikke kui ka sünteetilisi. Järgnevalt teeme ülevaate, milliseid mineraale abrasiivides kasutatakse ja millistes valdkondades neid tarvitatakse.

Korund on looduslik segu korundist ja raudoksiidist. Korundist saab purustamise teel valmistada kandilisi terakesi, mis lõikavad suhteliselt aeglaselt ja kalduvad siledaks kuluma. Korund oli kunagi levinuim abrasiivmaterjal, kuid on tänapäeval laialdaselt asendatud sünteetiliste mineraalidega.

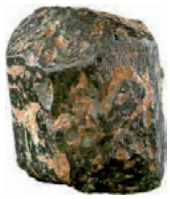


Foto 39 – *Korund (Wikimedia:minerals)*

Korundi kasutusalad: metallide poleerimine juveelitööstuses.

Granaat on värvuselt punakaspruun, keskmise kõvadusega ja heade lõikeservadega abrasiiv-materjal. Granaat murdub kasutamise käigus, moodustades uued lõikeservad.

Foto 40 – *Granaat (Wikimedia:minerals)*

Granaadi kasutusala: puidu lihvimine.

Alumiiniumoksiid (Al_2O_3) on sünteetiline mineraal väga erinevate karedustega. Sitke, vastupidav ning kõige laialdasemalt kasutatav abrasiiv. Almiiniumoksiidi osake on kandilise kujuga. Toodetakse täielikus kareduste valikus.

Foto 41 – *Erinevad alumiiniumoksiidi vormid (KWH MIRKA)*

Alumiiniumoksiidi kasutusalad: alates jämelihvimisest kuni enamuste metallide ja puidu peenviimistluseni.

Ränikarbiid (SiC) on terav, väga kõva, kuid rabe mineraal, mida toodetakse kõigis karedustes. Kasutatakse kiire lõike ja ühtlase viimistluse saavutamiseks.

Foto 42 – *Ränikarbiid (KWH MIRKA)*

Ränikarbiidi kasutusalad: lihvmaterjalide valmistamiseks, millega viimistletakse messingut, titaani ja roostevaba terast, samuti plastikuid, puitu, saepuruplaate ning klaasi.

Alumiiniumtsirkoon on sulam alumiiniumoksiidist ja tsirkoonoksiidist, mis on väga vastupidav.

Foto 43 – *Alumiiniumtsirkoon (KWH MIRKA)*

Alumiiniumtsirkooni kasutusalad: jämedateraline kihi eemaldamine metallilt ja puidult.

Keraamiline Al_2O_3 on sünteetiline mineraal, mis tänu termilisele töötlemisele on väga vastupidav ja omab peent ja korrapärast kristallstruktuuri. Tänu peenele struktuurile murduvad töö käigus tema pinnalt pisikesed killud ning murdekoht on ise uueks lõikeservaks.

Tänu sellele omadusele on keraamilisest **Al_2O_3** valmistatud lihvimismaterjalid palju vastupidavamad ja kauakestvamad, kui tavalisest alumiiniumoksiidist tooted.

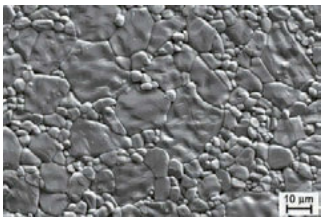


Foto 44 – *Keraamiline Al_2O_3 suurendatuna (www.keramverband.de)*

Kasutusalad: puidu raspeldus ja keskmise karedusega lihvimine, metallide käiamine, keeviste tasandamine, jäme ja keskmise karedusega lihvimine.

Teemant on tugevaim teadaolev looduslik aine. Teemanti kasvatatakse ka tehislikult. Võimaldab lihvida ka väga tugevaid materjale.

Foto 45 – *Teemant on ülitugev materjal (www.mineral-hub.net)*

Teemanti kasutusalad: keraamika, kivi, klaasi ja väga kõvade metallisulamite (nt.volfram karbiid) töötlemine. Teistele abrasiivmaterjalidele kuju andmine.

3.4.2 Abrasiivide liigitus

Autode remontvärvimise protsessi käigus kasutatavad lihvmaterjalid võib oma välise vormi põhjal jagada kolme põhigruppi:

1. **Pinnatud abrasiivid** on abrasiivid, mis on kantud kas paberist, riidest, kilest või fiibermaterjalist alusele ja on kasutatavad ühelt poolt. Näiteks lihvlehed ja lihvkettad.

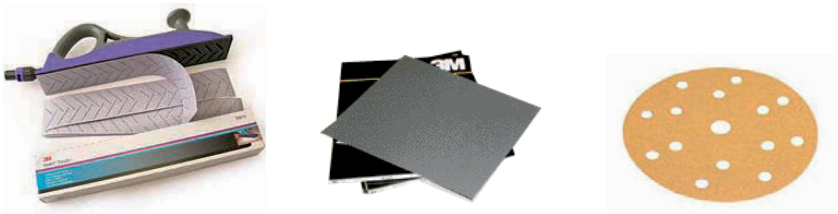


Foto 46– *Pinnatud abrasiive kasutatakse lehtede, höövlipaberite või ketastena*

2. **Mahulised abrasiivid.** Mittekootud *(i. non-woven)* materjalil põhinevad abrasiivid. Siia gruppi kuuluvad abrasiivid, mis on mahulised ja läbinisti abrasiivsed. See tähendab, et kandev materjal on segatud abrasiiviga. Selliseid abrasiive saab kasutada mõlemalt poolt. Näiteks kärgkettad ja lihvvillad ehk „karukeeled“.

Foto 47 – *Mahulisi abrasiive toodetakse lehtede , ribade ja ketastena*

3. **Abrasiivsed pastad** on abrasiivi sisaldavad vedelad tooted, näiteks matistus- ja poleerpastad.

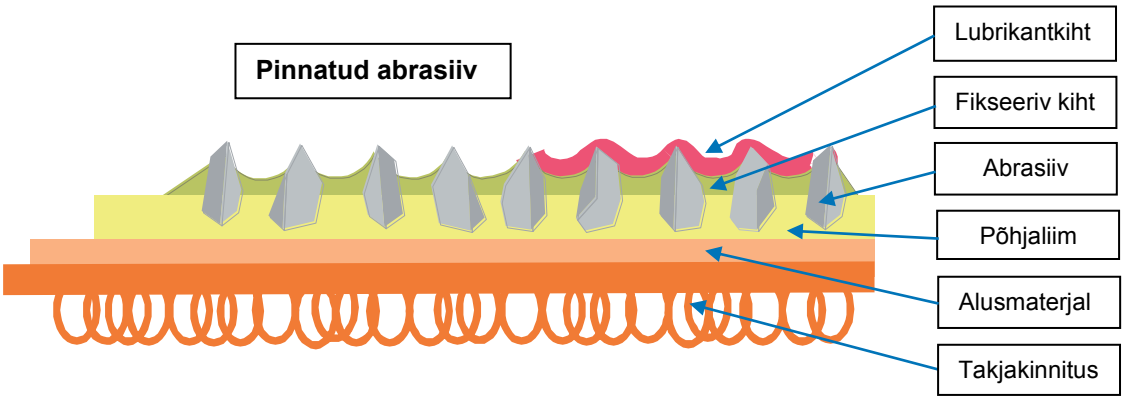
Foto 48 – *Matistus- ja poleerpastad sisaldavad abrasiiviterasid*

3.4.3 Pinnatud abrasiivide ehitus ja valmistamisprotsess

Lihvmaterjalide ehituse ja valmistamise kohta on infot saadaval vaid pinnatud abrasiivide kohta, seepärast toome näitena just nende valmistamise. Teiste abrasiivide valmistamise informatsioon on kaetud tootmissaladustega. Pinnatud abrasiividek *(i. coated abrasives)* on kõik lihvmaterjalid, mis eksisteerivad lehtede, ketaste, rullide ja käsnade kujul. Nimetus tuleneb tehnoloogiast, kuidas abrasiivi valmistatakse.

Pinnatud abrasiivid koosnevad viiest peamisest kihist:

1. **Alusmaterjal**, millele kantakse abrasiivne materjal ja mis hoiab seda koos.
2. **Põhjaliim**, mille ülesandeks on kinnitada abrasiiviosakesed alusmaterjalile.
3. **Abrasiivne mineraal**, mille abil pinda lihvitakse.
4. **Fikseeriv kiht**, mis hoiab abrasiiviterakesed esialgses positsioonis ja ei lase neil alusmaterjalilt lahti murduda.
5. **Lubrikantkiht**, mille ülesandeks on vältida lihvimistolmu kleepumist abrasiivile ja seeläbi hoida ära lihvmaterjali ummistumine või metalli lihvimise korral lihvitavat pinda jahutada.



***Joonis 2** – Pinnatud abrasiivi ülesehitus (KWH MIRKA)*

Pinnatud abrasiivide alusmaterjalid. Lihvmaterjalide alusmaterjaliks kasutatakse põhiliselt paberit, kilet või kangast. Autode eeltöö tegemiseks toodetava lihvmaterjali alusena kasutatakse peamiselt paberit ja kilet.

Aluspind	(g/m²)	Paksus (µm)	Tõmbetugevus (N/cm²)
A paber	90	110	100
B paber	110	135	140,0
C paber	120	150	160,0
D paber	150	185	170,0
	180	220	200,0
E paber	220	250	280,0
	250	280	320,0
F paber	270	310	360,0
T paber	300	382	385,0

***Joonis 3** – Abrasiivmaterjalide aluspaberite klassifikatsioon*

A ja B paberit kasutatakse peenemate kareduste puhul käsilihvimistoodetel.

C paberit kasutatakse nõudlikematel toodetel ja keskmistel karedustel. C paber kannatab suuremat survet kui B-paber. Kasutatakse näiteks peenema karedusega lihvketaste valmistamiseks.

D paberit kasutatakse jämedamate kareduste puhul käsilihvimisel kasutamiseks.

E paberit kasutatakse kitsaste viillintide, samuti ketaste ja lehtede tootmisel jämedatel karedustel.

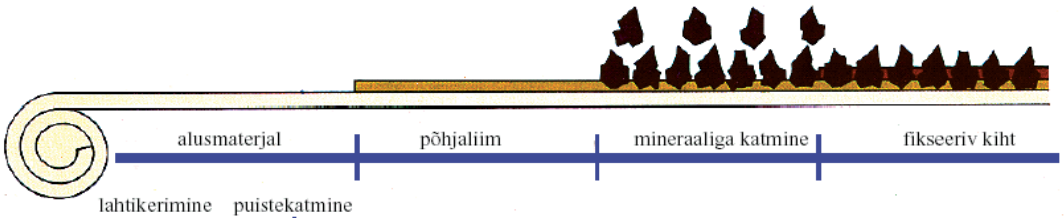
F paberit kasutatakse puidu lihvimiseks mõeldud lailintide valmistamiseks, kus on vajalik vormi ja pikkuse stabiilsus.

T paberit kasutatakse suurte kareduste puhul ja eriti tugevate laiade lihvlintide valmistamisel.

Pinnatud abrasiivi valmistamisel kasutatakse abrasiivi alusmaterjalile kandmiseks pindamis-tehnoloogiat, mis on sarnane asfaltteede killustikuga katmisele. Kui sõidutee aluspõhjaks on asfaltbetoon, millele valatakse siduvaks aineks bituumen ning seejärel puistatakse sellele killustik, siis lihvmaterjali puhul on aluspinnaks nt. paber, kile või kangas, siduvaks aineks liim ning pinnakatteks abrasiiviterad.

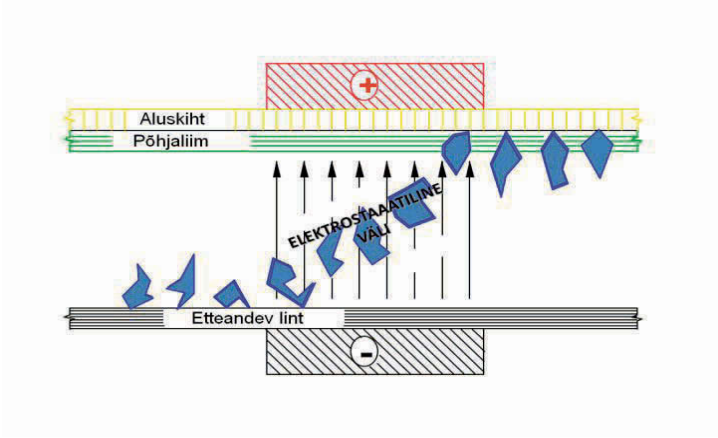
Pindamiseks kasutatakse järgmisi meetodeid:

1. Puistemeetod. Mineraali osakesed puistatakse põhjaliimiga kaetud alusmaterjalile. Meetodi nõrkuseks on abrasiiviosakeste ebaühtlane kõrgus. Seepärast kasutatakse seda jämedamate kareduste valmistamiseks.



Joonis 4 *– Alusmaterjali katmine abrasiiviga puistemeetodil*

2. Elektrostaatiline meetod . Selle meetodi puhul tõmmatakse mineraali osakesed alusmaterjali pinnale elektrostaatilise välja abil. Meetodi eelis seisneb selles, et elektrostaatilises väljas pöörduvad abrasiiviosakesed, enne põhjaliimile kinnitumist, teravate otstega ülespoole, tagades abrasiivi ühtlase ja ühekõrguse jaotumise pinnal. Tänu sellele ei teki lihvimise käigus lihvitavale pinnale kõrgemate abrasiiviosakeste poolt tekitatud üksikuid sügavamaid lihvimiskriime, mis lõpptulemuse rikuvad.



Joonis 5 *– Alusmaterjali katmine abrasiiviga elektrostaatilisel meetodil*

3. Rullmeetod. Rullmeetodi puhul kantakse abrasiivi ja põhjaliimi segu vedelal kujul rullide vahel alusmaterjalile. Meetodit kasutatakse peenikeste kareduste valmistamisel, sest meetod tagab mineraali ühtlase jaotuvuse tervel pinnal. Näiteks peenlihvimiseks mõeldud käsilihvpaberite puhul.

Pinnatud abrasiivide pinnakatte tüübid

Abrasiivi kasutusotstarbest lähtuvalt valmistatakse lihvmaterjalide pind erineva materjalitihedusega, eristatakse hõredat, tihedat ja poolhõredat katet.

1. Hõre (avatud) kate. Sellise kattemeetodi puhul katavad mineraali osakesed 40-70 % alusmaterjali pinnast. Selline kate võimaldab lihvimistolmul lihtsamini eralduda, sest abrasiiviterade vahele jäävad n.ö. „kanalid“, mida mööda tolm ära imetakse. Kasutatakse pindade puhul, mis eraldavad lihvmaterjali ummistavat tolmu.

2. Tihe (suletud) kate. Tiheda katte puhul katavad mineraali osakesed 100 % alusmaterjali pinnast ja on tihedalt üksteisega ligistikku. Selline kate sisaldab pinnaühiku kohta maksimaalset arvu abrasiiviterasid, mis kindlustab väga agressiivse lõike, olles samal ajal pika tööeaga. Tiheda kattega lihvitud pind on hästi ühtlaste kriimudega, mis on eriti oluline kõvade materjalide lihvimisel. Kasutatakse pindade puhul, millel ummistumine pole probleemiks (nt. metallid)

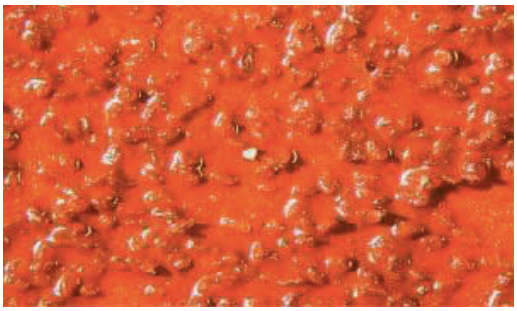


***Foto 49** – Hõreda (avatud) kattega abrasiiv*

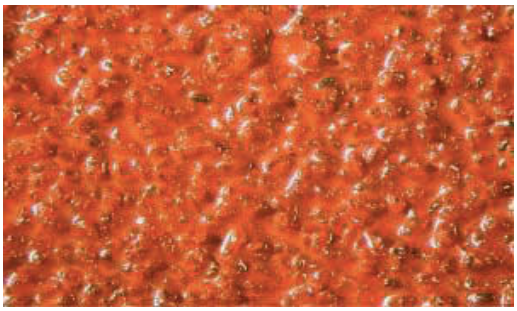


***Foto 50** – Tiheda (suletud) kattega abrasiiv*

Poolhõre kate. Nagu nimetus ütleb, on tegemist on eelmiste kattetüüpide vahepealse variandiga. Mineraali osakesed katavad 70-90% pinnast. Kasutatakse enamasti universaalsemate lihvmaterjalide puhul.

Lubrikantkiht. Lubrikantkihti kasutatakse pinnatud abrasiivide puhul ennekõike kleepuvat tolmu eraldavate pindade (pahtel, värv, puit) lihvimiseks mõeldud lihvmaterjalidel. Lubrikantkihi ülesanne on takistada lihvmaterjali pinna ummistumist sinna kleepuva tolmu poolt. Lisaks pinna ummistumise kaitsele kasutatakse lubrikantkihti ka metallide lihvimiseks mõeldud abrasiividel ja sel juhul on tema ülesanne lihvitava pinna jahutamine. Näiteks roostevaba metalli lihvimisel pind kuumeneb, kuid lubrikantkihi aurustumine selles kuumuses aitab soojust eemale juhtida ja pinda jahutada.

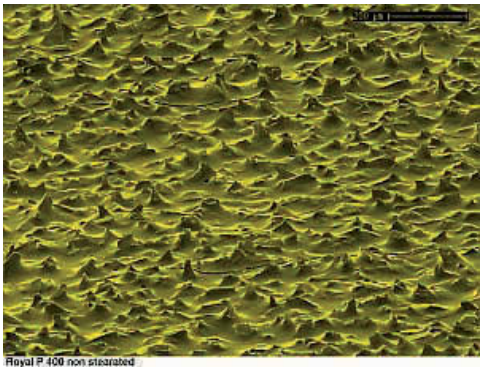


***Foto 51** – Ilma lubrikandi kihita abrasiivmaterjal*

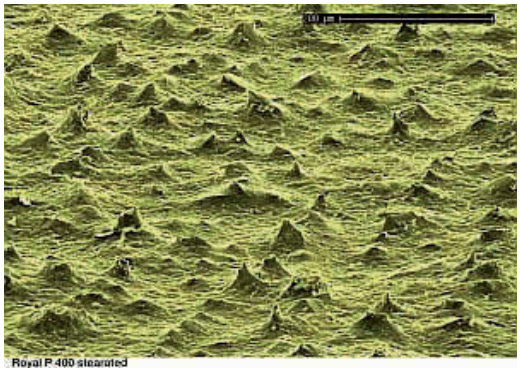


***Foto 52** – Lubrikandi kihiga kaetud abrasiivmaterjal*

3.4.4 Pinnatud abrasiivid värvitöökoja protsessis

Pinnatud abrasiivid on kõige suurema kasutusega abrasiivid autode remontvärvimisel. Peamised pinnatud abrasiivide kasutusalad on lihvkettad, lihvlindid ja ribad, lihvpaberid, pehmel alusel lihvpaberid ja lihvkäsnad. Enamus lihvmasina, -höövli või klotsi alla kinnitatavatest abrasiividest kinnitatakse täna nn. „krõpsuga“, ehk **takjakinnitusega** (*i. velcro*).

Lihvkettad on ümara kujuga ja erineva läbimõõduga abrasiivsed lihvmaterjalid, mida kasutatakse lihvimisel ümara tallaga ekstsentrik-lihvmasinate all. Peamised läbimõõdud on: 32 mm, 75-77 mm, 150 mm ja 200 mm. Eksisteerib ka 125 mm kettamõõt, kuid seda suurust kasutatakse peamiselt puidutööstuses või hobikasutusel. Kettad on tolmuäratõmbe tagamiseks augustatud.

Lihvkettaid on olemas valikus P60 – P1500 karedusega. Peenemad karedused kasutavad juba eritehnoloogiat, millest on eraldi juttu allpool.

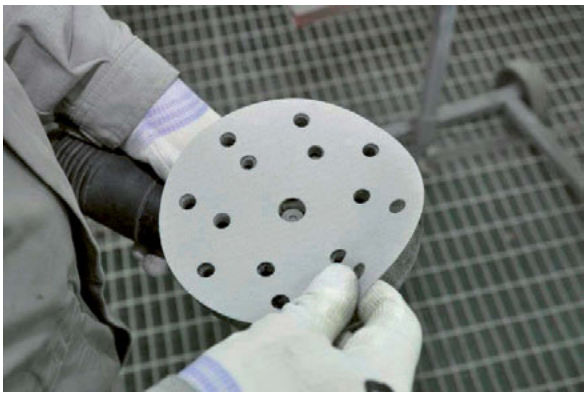


***Foto 53** – Eeltöös kasutatakse peamiselt 150 mm lihvkettad*

***Foto 54** – 75 mm lihvketta kasutamine peenlihvimisel masinaga*

Lihvlindid ja -ribad on mõeldud kasutamiseks lihvhöövlite ja klotside all. Peamine kasutatav laius on 70 mm, aga kasutatakse ka 80 ja 115 mm laiusi linte. Levinud on valmislõigatud pikkustega lindid e. **lihvribad**. Näiteks firma 3M valmistab lihvribasid mõõtudega 70 X 396 mm, mida on võimalik murda kaheks, saades poole lühemad ribad, mis sobivad omakorda kasutamiseks 198 mm pikkuse lihvklotsiga.

Lihvlinte- ja ribasid kasutatakse peamiselt pahtli lihvimise juures pinnale kuju andmisel, teatud määral ka krundi lihvimisel. Tooted on saadaval valikus P60 – P500 karedusega. Tänapäeval on levinud augustatud lihvlindid, läbi mille on võimalik tekkiv tolm pinnalt ära imeda, tänu sellele kestab abrasiiv kordades kauem. Firma MIRKA toodab ka mahulisi abrasiiviribasid, neist täpsemalt allpool.

***Foto 55** – Pahtli lihvimiseks kasutatakse pinnatud abrasiivi*

***Foto 56** – Lihvhöövel ja –klots, mille alla abrasiiv kinnitub*

Pehmel alusel lihvpaber rullis on mõeldud servade ja kantide käsitsi lihvimiseks ja praktiliselt kõik värvitöökojad kasutavad käsitsi lihvimisel just seda tüüpi abrasiivmaterjale. Paberpõhjal abrasiiv-materjali aluskihile on teiselt poolt liimitud õhukesest poroloonist aluskiht, mis ühtlustab käe ja näppude surve ning tagab alati ühtlase lihvimisjälje. Saadaval perforeeritud rebimisjoontega rullides, karedustes P80-P800.

Lihvkäsnad on tegelikult analoogsed tooted eelmistele, selle vahega, et lihvkäsna korral on abrasiivi aluseks tugev ja elastne, tiheda struktuuriga vahtmaterjal ning abrasiiv on kinnitatud otse selle pinnale. Lihvkäsnad sobivad eriti hästi tugevalt nõgusate pindade ja kontuuride lihvimiseks ja on tugevamad kui pehmel alusel lihvpaber, siiski on nende kasutamine viimasel ajal vähenenud, sest lihvimisjälje sügavus oleneb siin survest käsnale rohkem kui paberi korral ning karedused pole numbriliselt määratud. Saadaval karedustena MEDIUM - ULTRA FINE.

***Foto 57**– Lihvimine pehmel alusel käsilihvpaberiga ja käsilihvpaberi pakend*

***Foto 58** – Lihvkäsnad (3M)*

3.4.5. Mahulised abrasiivid

Mahulised, mittekootud materjalist valmistatud abrasiivid *(i. non-woven)* kujutavad endast mahulist struktuuri, mis pole kangas vaid eritehnoloogial valmistatud ebasümmeetriline kiudmaterjal. Kõige rohkem meenutab see materjal oma olemuselt villa, mille kiud on kaetud abrasiiviosakestega. Siit tuleneb ka üks levinud nimetusi – **lihvvill**. Veel kasutatakse selle toote puhul nimetusi „*karukeel*“ ja *Scotch-Brite*, millest viimane viitab selle tehnoloogia leiutanud 3M Company tootenimele.

***Foto 59** – Erinevate suurustega ja erinevat tüüpi lihvvillad*

Lihvvilla kiud on vetruvad ning ei „lõika“ pinda sarnaselt pinnatud abrasiividele. Sellised abrasiivid sobivad väga hästi pindade matistamiseks, eriti näiteks keerulise kujuga pindade puhul. Nad kopeerivad lihvitava pinna kuju ning eemaldavad sellelt vaid imeõhukese kihi. Seepärast kasutatakse lihvvillasid sisepindade matistamisel (nt. kapotialused), hajutusalade ettevalmistamisel, tehase krundi matistamisel ja õrnade pindade lõppviimistlusel enne pinnavärvi pealekandmist.

Lihvvilla ülesehitus

Lihvvilla korral on mittekootud mahuline kiudstruktuur üleni kaetud imepeenete abrasiiviosakestega, mis töötavad sõltumata lihvimise nurgast või villa asendist.

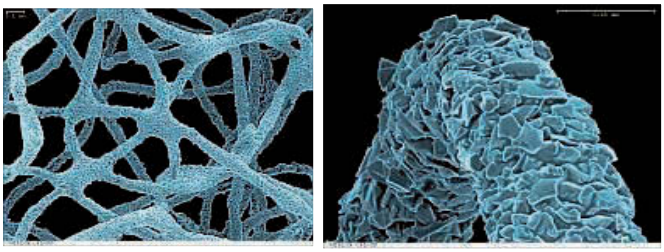


Foto 60 *– Suurendused lihvvilla struktuurist*

Lihvvillade karedusi tähistatakse tähekombinatsioonidega: VFN *(i.very fine)*, SFN *(i.super fine),* UFN *(i.ultra fine)* ning nende paremaks eristamiseks valmistatakse neid erinevat värvi:

- **VFN** punane või purpurlilla – lihvimine enne kruntimist , karedus ca. 320-360
- **SFN** tumehall – lihvimine enne värvimist, karedus ca. 500-1500, oleneb valmistajast
- **UFN** helehall või kollane – hajutusalade ettevalmistamine, karedus ca.1500-2500

Lihvvillade karedused pole absoluutsed, võrreldes pinnatud abrasiividega, kus abrasiivi terade suurus on täpselt teada ja lubatud maksimaalse lihvimiskriimu sügavus määratletud. Seepärast jagatakse lihvvillad vastavalt värvile ja kasutusotstarbele ning antakse vaid umbkaudne vastavus pinnatud abrasiivi karedusele.

Lihvvillade eelised pinnatud abrasiivi ees on: ei ummistu, väga väike läbilihvimise oht ja ühtlane viimistlus. Lihvvillasid saab kasutada nii märjalt kui ka kuivalt.

Kärgkettad on sama tehnoloogia baasil valmistatud, tugevad abrasiivkettad, mis on mõeldud pindade puhastamiseks värvist ja roostest.

Fotod 61,62 *– Kärgkettad on sobivad vana värvi ja rooste eemaldamiseks ilma metalli õhemaks lihvimata*

Kärgketaste struktuur on jäigem, kui lihvvilladel, kuid siiski piisavalt elastne, et eemaldada pinnakatted keerulisema kujuga pindadelt, kartma seejuures läbilihvimist. Kärgkettad toimivad koorivalt ja ei lõika aluspinna metalli õhemaks, nagu seda teevad teised sama karedusega abrasiivid (käia-. lamell ja fiiberkettad). Tänu oma elastsusele on sellise kettaga võimalik pinnalt eemaldada korrosioon isegi juhul, kui selle kolded on sügavale pinna sisse sööbinud.

Pinnatud abrasiiviga võrreldes vastab kärgketaste karedus orienteeruvalt P120 karedusele.

3.4.6. Erilahendustega abrasiivid

Lisaks tavapärasele lihvmaterjalile on suuremad tootjad turule toonud mitmeid innovatiivsete erilahendustega abrasiive. Tuntumad neist on 3M **Trizact ™,** MIRKA **Abranet** ja MIRKA **Abralon**.

3M Trizact ™ on nn. struktuurne abrasiiv, kus alusmaterjali pinnale on kantud komposiidi kiht, mille sees asuvad mineraaliosakesed. Selle abrasiivi valmistamiseks kasutatakse patenteeritud tehnoloogiat -**mikroreplikatsiooni**.

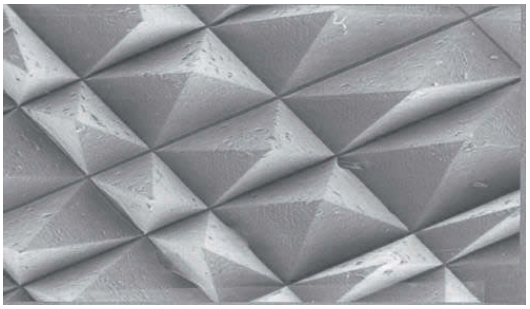


***Foto 63** – Suurendus 3M Trizact ™ abrasiivi pinnast*

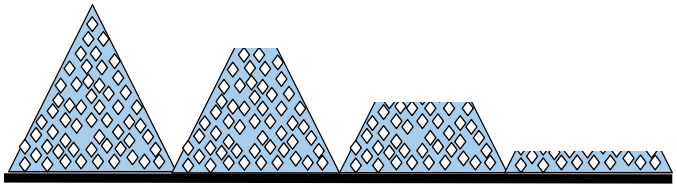


***Foto 64** – 3M Trizact ™ abrasiivi kulumine töö käigus*

Mikroreplikatsiooni käigus jagunevad täitemassi sisse segatud abrasiiviosaksed massi sees ühtlaselt laiali. Seejärel kantakse täitemass püramiidilaadse struktuurina alusmaterjalile. Tehnoloogia edu seisneb selles, et kui tavalistel pinnatud abrasiividel on alusmaterjalil vaid üks kiht abrasiivi, siis 3M Trizact'i puhul moodustub neid mitu kihti, sest abrasiivikiht on mahuline. Lihvimise käigus püramiidide struktuur kulub, tuues esile uue kihi abrasiivi, tänu millele on abrasiivi kasutusaeg kordades pikem pinnatud abrasiiviga võrreldes ning pinda lõigatakse kogu aeg „värske" abrasiiviga.

***Foto 65** – 3M Trizact ™ P3000 lihvkettad*

***Foto 66** – Värvipinna peenlihvimine 3M ™ Trizact P6000 kettaga*

3M Trizact ™ abrasiive valmistatakse karedustes: P1000, P1500, P3000 ja P6000.

3M Trizact ™ abrasiive kasutatakse ainult pinna viimistlemiseks **märglihvimise meetodil**: P1000 sobib pinna matistamiseks, P1500 pinnadefektide eemaldamiseks, P3000 pinna ettevalmistamiseks enne poleerimist ja P6000 on mõeldud poleerimistöö kiirendamiseks ja kasutatakse lihvimispasta asemel. NB! Trizact abrasiive (v.a. P1500) ei saa kasutada defektide (jooksukohad, tolmutäpid) eemaldamiseks, sest need kohad on tugevamad, kui Trizacti täitemass, mis on ette nähtud kuluma värskete terade esiletoomiseks.

MIRKA Autonet ja MIRKA Abralon on firma MIRKA KWH poolt välja töötatud mahtabrasiivid.

MIRKA Autonet on mõeldud just autovärvitöökodade vajadusi silmas pidades. Selle abrasiivmaterjali aluseks on patenteeritud tehnoloogial põhinev võrgutaoline materjal, mis võimaldab lihvimistolmu üsna täiuslikult ära imeda. Tänu sellele lihvmaterjal ei ummistu ja lihvitavale pinnale ei teki paakunud lihvimistolmu poolt tekitatud kriime. Saadaval on see toode kareduste vahemikus P80-600.

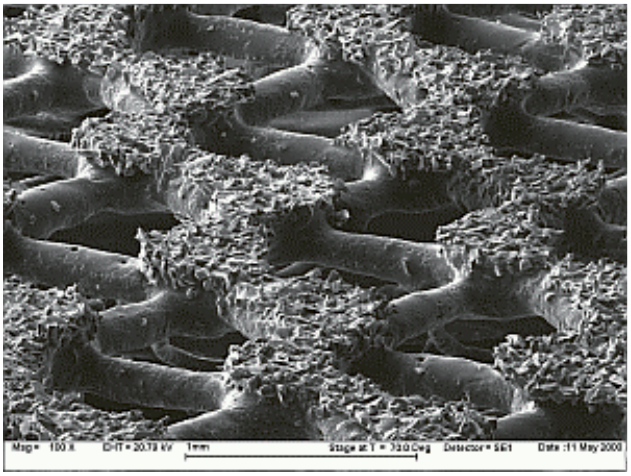


***Foto 67** – MIRKA Autonet abrasiivmaterjal suurendatuna*

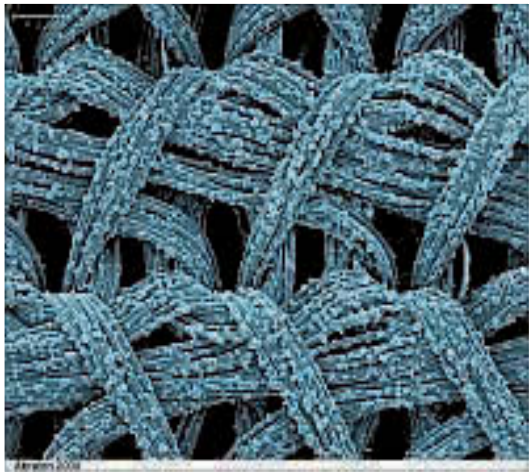


***Foto 68** – MIRKA Abralon peenabrasiiv suurendatuna*

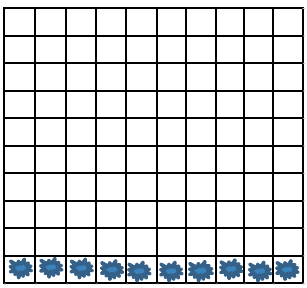
MIRKA Abralon on kootud võrku meenutav lihvmaterjal, mis on kinnitatud poroloonalusele. See toode on mõeldud pinna lõppviimistluseks enne poleerimist, matistamiseks ja hajutusalade ettevalmistamiseks. Tänu poroloontaustale jääb lihvimisjälg eriti sujuv. Kasutatakse **märglihvimiseks** ja saadaval on see karedustes P600, P1000, P2000, P3000 ja P4000.

3.4.7. Lihvmaterjalide karedused

Lihvmaterjali agressiivsuse iseloomustamiseks kasutatakse erinevaid tähistusi, mis oma olemuselt iseloomustavad abrasiiviterakeste suurust ehk lihvmaterjali karedust.

Lihvmaterjalide valmistamiseks sorteeritakse mineraaliosakesed kõigepealt sarnase suurusega fraktsioonideks. Selleks kasutatakse kahte meetodit – **sõelumist** ja **setitamist**. Seejärel võetakse lihvmaterjali valmistamiseks mingi kindla fraktsiooni osakesi ning omistatakse sellele kareduse tähis. Kareduse tähistamiseks kasutatakse Euroopas **FEPA** (*The Federation of European Producers of Abrasives*) süsteemi, mille puhul kareduse number näitab fraktsiooni sõelumiseks kasutatud sõela avade arvu ühe ruuttolli pikkusel serval. Piltlikult öeldes, kui paigutada sõelutud terad üksteise kõrvale ritta, siis näitab number, mitu tera mahub ühe tolli pikkusele joonele.

Abrasiiviterad sõela avades



Näide:

1“=25,4 mm.

Kui sõela tihedus on 80 ava 25,4 mm peale, siis on kareduseks 80, kui 25,4 mm peale on 400 ava, siis on kareduseks 400.

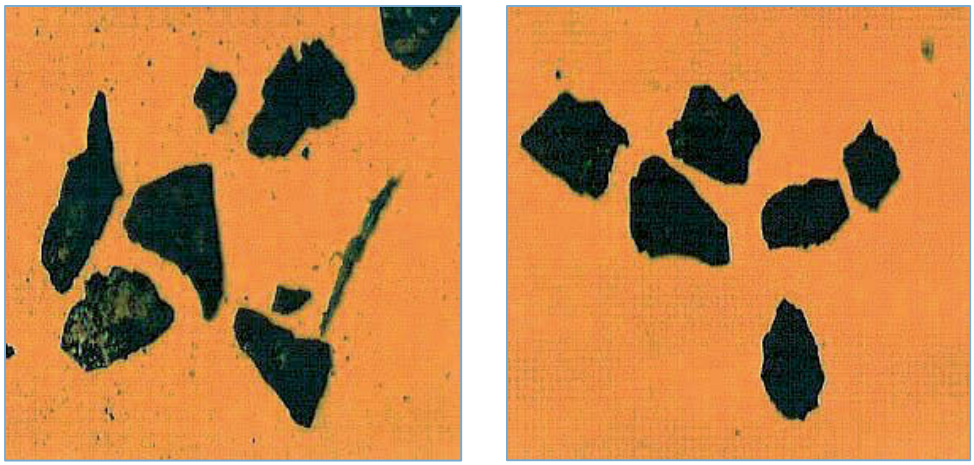
Seega, mida suurem on kareduse number, seda peenem on abrasiiv.

Mineraaliosakeste eraldamine fraktsioonideks

Ühesuuruste abrasiivterade eraldamiseks kasutatakse kahe tööstuslikku meetodit: sõelumine (karedustel P12-P220) ja setitamine (P240-P2500).

Lisaks numbrilisele kareduse tähisele, kasutatakse numbri ees tihti ka P-tähte. “P” kareduse numbri ees on tähistab, et abrasiiv vastab FEPA poolt kehtestatud standardile. FEPA standard määrab ära mineraalide lubatud suurima ja väikseima mõõdu igas kareduses. FEPA standardile mittevastavas lihvmaterjalis võib sisalduda veidi väiksemaid ja suuremaid abrasiiviteri, millest automaalrile põhjustab probleeme just viimane variant.

Mitte-FEPA 80 karedus **FEPA standard P80**



Joonis 6 – *FEPA standardile mittevastava ja vastava abrasiivi osakesed*

Lihvmaterjalide karedused automaalritööde erinevates etappides:

Suuremate tootjate (3M, Mirka) soovitused nende **kuivlihvmaterjalide** kasutamiseks on alljärgnevad:

1.	Vana värvi eemaldamine ja halja pleki puhastamine enne pahteldamist	**P80-120**
2.	Üleminekud haljalt plekilt vanale värvile enne pahteldamist	**P120-180**
3.	Pahtli lihvimine	**P120-180**
4.	Pahtli viimistlemine enne täitevkrundi pinnalekandmist	**P240-320**
5.	Tehasekrundi või vana värvi lihvimine täitevkrundi pinnalekandmiseks	**P240-360**
6.	Täitevkrundi lihvimine 1-kihilise pinnavärvi pealekandmiseks	**P360-500**
7.	Täitevkrundi lihvimine 2-kihilise efektvärvi pealekandmiseks	**P500-600**

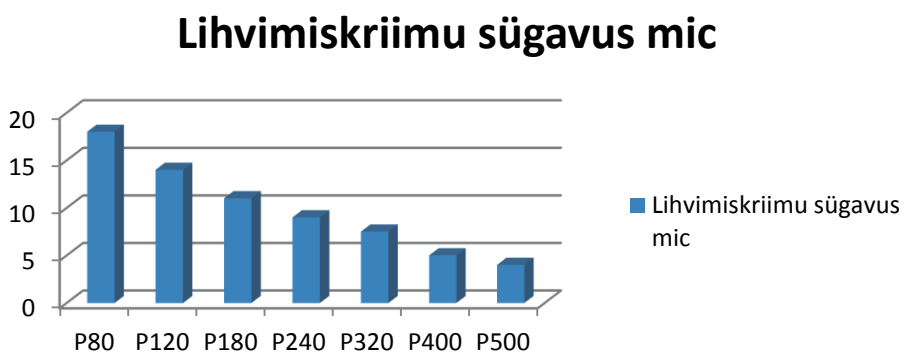
Märglihvimiseks mõeldud lihvmaterjalide karedused:

1.	Täitevkrundi või vana värvi lihvimine 1-kihilise pinnavärvi pealekandmiseks	**P600-800**
2.	Täitevkrundi või vana värvi lihvimine 2-kihilise efektvärvi pealekandmiseks	**P800-1000**
3.	Värvidefektide eemaldamine	**P1500-2000**
4.	Pinna viimistlemine enne poleerimist	**P3000-6000**
5.	Hajutusalade ettevalmistamine füüsiliseks nakkumiseks	**P2000-2500**
6.	Hajutusalade ettevalmistamine „keemiliseks“ nakkumiseks	**P3000-4000**

Automaalritöökojas kasutamiseks sobivate abrasiivide kareduste täielik rida näeb välja selline:

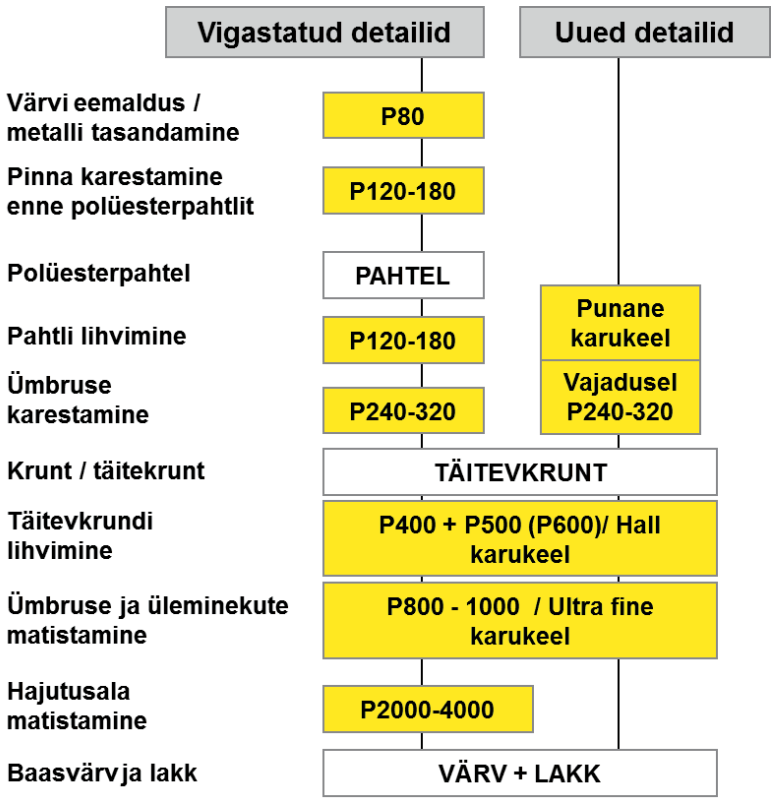
P80; P100; **P120**; P150; **P180**; P220; **P240**; P280; **P320**; P360; **P400**; **P500**; **P600**;**P800**; P1000; **P1200**; **P1500**; **P2000**; P2500; **P3000**; P4000; **P6000**.

Lihvimistöödel tuleb pinda alati töödelda jämedamast karedusest järk-järgult peenemale üle minnes. Iga järgnev karedus peab välja lihvima eelmise kareduse lihvimiskriimud. Reaalses elus kõiki eelpooltoodud karedusi siiski ei kasutata, vaid valitakse välja veidi lühem kareduste rida (**näites sinisega märgitud valik**), kuid oluline on, et lihvimisel ei tohi „üle hüpata“ enamast kui kahest karedusest. Selle põhjuseks on asjaolu, et liiga suure kareduste vahe puhul kulub eelneva kriimu väljalihvimiseks tunduvalt rohkem aega või mis veel hullem – mõned kriimud jäävadki välja lihvimata ning nad tulevad esile alles peale pinnavärviga katmist. See aga tähendab kulukat pinna uuesti ettevalmistamist ja ülevärvimist.



Joonis 7 - *Kriimu sügavused mikronites erinevate kareduste puhul masinlihvimisel*

Optimaalne ja enim kasutatav kareduste rida vahemikus P80 kuni P400 on selline: P80; P120; P180; P240; P320; P400. Peenemate kareduste puhul valitakse konkreetse töö jaoks sobiv karedus.



Joonis 8 – *Skeem abrasiivide kasutamise kohta autode kereremondi käigus*

3.4.8. Erinevus käsitsilihvimise ja masinlihvimise vahel

Automaalri töös kasutatakse nii käsitsi- kui ka masinlihvimist. **Masinlihvimise protsess** on oluliselt kiirem, kuid esineb kohti, kus masinaga lihvimine on keeruline või siis on käsitsi lihvimine täpsem, näiteks keerulise kujuga pinnad, väiksed õnarused või detaili servad. Seetõttu on käsitsilihvimine teatud kohtades jätkuvalt vajalik.

Käsitsilihvimise juures on oluline meeles pidada, et lihvklotsi või höövlit peab liigutama pinnal sirgjooneliselt (või kergelt diagonaalis) edasi-tagasi, masinlihvimise korral teeb aga lihvmasina tald ekstsentrilisi võnkeid amplituudiga 2,5 -10 mm, lisaks pöörleb seda tüüpi lihvmasina tald vabalt ringi, muutes nii pidevalt lihvpaberi asendit pinna suhtes.

Liikumistrajektoori ja lihvimiskiiruse erinevus tekitab sama kareduse puhul aga **erineva sügavusega lihvimiskriime** – käsitsi lihvides on surve pinnaühikule suurem ja pinnale tekkiv kriim on reeglina veidi sügavam, kui masinlihvimise puhul. Selle erinevuse pehmendamiseks on soovitav valida käsitsilihvimiseks üks kuni kaks astet peenem karedus kui masinlihvimisel. Näiteks krundi lihvimisel masinaga, karedusega P400, tuleks sama pinna käsitsi lihvimisel valida kareduseks P500 või P600. Samal põhjusel on soovitav detaili servad käsitsi ära lihvida enne masinlihvi, sest siis on võimalik masinlihvimise käigus minna piisavalt serva lähedale, et sügavamate lineaarsete kriimudega ala jääks võimalikult kitsas. Viimistledes servi käsitsi peale masinlihvi, jääb sügavamate kriimudega ala laiem ja võib jääda kattevärvi alt läbi kumama.

OLULINE! Kuivlihvimise tehniline standard täitevkrundi lihvimisel enne värvimist veepõhiste alusvärvidega ja lakkimist on järgmine:

1. **Masinlihvimine P500-P600**
2. **Käsitsi lihvimine pehmel alusel lihvlindiga P800**

Sellise abrasiivide kareduse puhul võib olla kindel, et olenemata värvisüsteemi valmistajast, ei jää lihvimiskriimud kindlasti värvi ja laki alt näha ja kvaliteetne lõpptulemus on alati garanteeritud.

Joonis 9 – *Käsitsi lihvimise võrdlus masinlihvimisega*

3.5 Remontvärvimisel eeltöös ja värvimisel kasutatavad värvimaterjalid

Põhimõisted. Värvimaterjalide koostis. Värvimaterjalide liigitus ja kasutusotstarve.

Õpiväljund: Õpilane omab põhiteadmisi värvimaterjalide koostisest ja liigitusest ning ülevaadet värvimisprotsessis kasutatavatest materjalidest ja nende kasutusotstarbest.

3.5.1 Põhimõisted

Üks olulisemaid küsimusi mis tekib automaalriks õppijal - mis on värvimaterjalid?

Autode värvimisel kasutatakse kõikides eeltöö- ja viimistlusvärvimise etappides väga laia valikut erineva viskoossusega vedelaid, erineva koostise ja omadustega keemiatööstuse tooteid (aineid). Need tooted kokku moodustavad **värvisüsteemi**. Kokkuleppeliselt nimetame edaspidi värvisüsteemi kuuluvaid tooteid **värvimaterjalideks**. Igal värvisüsteemi valmistajal on valik omavahel keemiliselt ja füüsikaliselt kokku sobivaid värvimaterjale.

Värvimaterjalid, lühendatult ka **värvid** *(i. paint materials, refinish paints)* on erineva viskoossusega vedelad ained, mis kantakse pinnale erinevate meetodite abil. Värvi täielikult kuivades moodustub ühtlane kiht, mis on füüsiliselt tugevalt seotud aluspinnaga, millele värv kanti. Seda, aluspinda katvat kihti, nimetakse **värvikihiks** *(i. coating film)*, olenemata sellest, mitmest erinevast värvimaterjalist see kiht koosneb (näit. krunt, värv, lakk).

Värvikihil on kas peamist ülesannet:

- Kaitsta aluspinda kahjustavate välismõjude eest, nagu: päikesekiirgus, vihm, kõrge ja madal temperatuur, kemikaalid, niiskus jne.
- Visuaalselt esteetilise ja ühtlase mulje saavutamine: pinna vigastuste korrigeerimine, värvuse, läike ja eriefektide tekitamine.

Edaspidi kasutame tekstis värvide kaitsvate omaduste kohta väljendit „tehnilised omadused“ ja **visuaalsete** (optiliste) omaduste kohta väljendit „esteetilised omadused“.

Peatükk „Eeltöö- ja värvimaterjalid“ on mahuka sisuga ja rohkelt informatsiooni sisaldav osa sellest õpikust ning seetõttu alustame ülevaatega autode remontvärvimisel kasutatavate materjalide

liigitusest. Värvimaterjalid võib jagada otstarbe ja omaduste järgi kahte põhigruppi ja need omakorda alagruppideks järgmiselt:

1. **Eeltöö värvimaterjalid (e. kruntmaterjalid)**
    - Pahtlid ja pritspahtlid
    - Krundid
    - Täitevkrundid
    - Eriotstarbelised krundid

2. **Viimistlusvärvimisel kasutatavad värvimaterjalid (e. viimistlusvärvid)**
    - Pinnavärvid
    - Alusvärvid (ka. baasvärvid)
    - Lakid (kattelakid)

Kõik muud eeltöö- ja värvimismaterjalid kuuluvad ühte neist gruppidest või on nende värvimaterjalide **komponendid**.

Pahtel *(i. stopper, putty)*

Pahtel on plastne, peamiselt pahtlilabida abil käsitsi pinnale kantav komposiitmaterjal, valmistatud tavaliselt polüestervaigu baasil. Pahtli otstarve on täita aluspinna vigastusi ja siluda ebatasasusi. Pahtlikihi siledus saavutatakse lihvimise teel pinna kujuga sobivate klotside ja lihvmasinate abil. Pahtel peab väga hästi nakkuma aluspinnaga ja seda peab olema suhteliselt lihtne töödelda. Pahtli kiht peab hästi siduma selle peale kantavate värvimaterjalide kihte.

Pritspahtel *(i. polyester filler)*

Pihustiga pinnale kantavat pahtlit nimetatakse pritspahtliks. Keemiliselt on pritspahtel sarnane toode pahtlile, kuid tänu muudetud viskoossusele saab seda pinnale kanda ka pihustades. Pritspahtli otstarve on sama mis pahtlil – vigastuste täitmine ja pinna ühtlustamine.

Krunt, ka aluskrunt, nakkekrunt, korrosioonikaitsekrunt *(i. primer, wash-primer, isolating-primer)*.

Krunt on vedel värvimaterjal, mis võib sisaldada värvilisi pigmente ja erinevaid lisandeid. Kruntide põhiülesanne on kaitsta metallipinda korrosiooni eest, tagada võimalikult hea nakkuvus metalli ja järgmiste värvimaterjali kihtide vahel ning aluspinna isoleerimine.

Täitevkrunt *(i. primer-surfacer, extender, filler).*

Täitevkrunt on vedel värvimaterjal, mis sisaldab suurel hulgal hea täitevõimega tahkeid osakesi. Täitevkruntide ülesanne on eeltöö lihvimisjälgede ja ebatasasuste täitmine, aluspinna isoleerimine ja sileda ühtlase pinna tagamine värvimiseks. Täitevkrundid jagunevad:

- Lihvitavad täitevkrundid *(i. sanding surfacer, sanding extender, sanding filler)*
- Märg-märjale täitevkrundid *(i. non-sanding surfacer, wet-on wet filler)*
- Universaalsed täitevkrundid – võimalik kasutada nii lihvitavate kui ka märg-märjale täitevkruntidena

Täpset piiri, kus lõpevad krundid ja algavad täitevkrundid, on suhteliselt raske täpselt määratleda, sest mitmed kruntmaterjalid täidavad kas täielikult või osaliselt mõlemat rolli, siiski kasutatakse kokkuleppeliselt definitsiooni „täitevkrunt“ enne värvimist pihustatavate, ehk värvimiseks ettevalmistavate ja pinda täitvate kruntmaterjalide kohta.

Pinnavärv *(i. topcoat)*

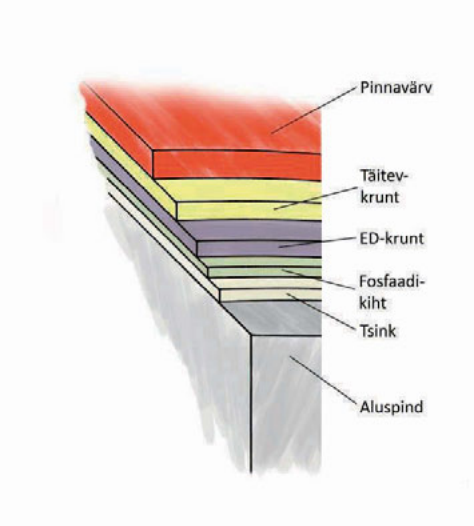
Pinnavärv on värv, mis sisaldab sideainele lisaks orgaanilisi või sünteetilisi pigmente ja tekitab kuivades ühtlasi nii aluspinda välismõjude eest kaitsva kui ka dekoratiivse ning läikiva kihi. Ehk siis, kaitseomadused ja dekoratiivsed omadused saavutatakse sama värvimaterjali abil.

Alusvärv, ka baasvärv *(i. basecoat, base paint)*

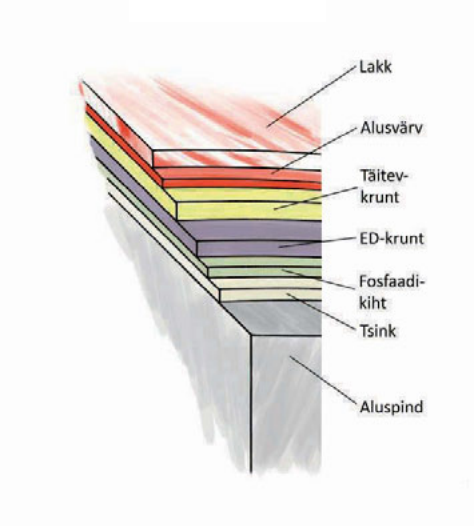
Alusvärvil on ainult dekoratiivne ülesanne, kaitseomadused ja läige saavutatakse alusvärvi peale kantava laki abil. Algselt leiutati alusvärvi- ja kattelaki süsteem selleks, et oleks lihtsam värvida metallikefekt-värve, tänapäeval värvitakse praktiliselt kõik sõiduautode pinnakatted alusvärv/kattelakk-süsteemis.

Lakk, ka kattelakk *(i. clearcoat, clear)*

Pinnavärv ja läbipaistev kattelakk on praktiliselt sama koostisega, erinedes peamiselt selle poolest, et laki korral ei ole värvimaterjali segusse lisatud pigmente ja seetõttu on kuivanud lakikiht täiesti läbipaistev.



***Joonis 10** – Pinnavärvi süsteem*



***Joonis 11** – Alusvärvi- ja laki värvisüsteem*

3.5.2 Värvimaterjalide koostis

Värvimaterjalid koosnevad mitmetest erinevatest koostisosadest ehk **komponentidest**, mis aitavad täita nii kaitseülesannet kui ka esteetilist funktsiooni. Peamisteks värvimaterjalide koostisosadeks on:

- Sideaine
- Pigmendid
- Lahustid
- Lisandained (aditiivid)

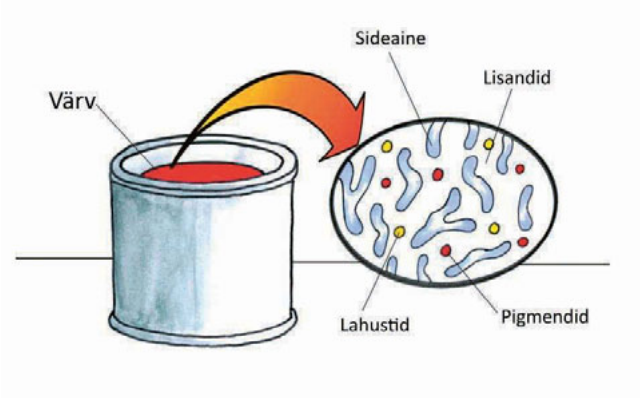
Sideained

Sideaine (*i. binder* või *resin*) on värvi osa, mis ei ole peale värvi kuivamist ei täielikult vedelas ega ka täielikult tahkes olekus. Sideainete kohta kasutatakse keemias ka sõna **vaik**. Värvi koostises on sideainel kanda kõige tähtsam osa, nimelt moodustab sideaine enamiku kuivanud värvikihist ja tagab värvikihi hilisemad omadused: läige, elastsus ja vastupidavus.

Sideaine keemiline koostis määrab olulisemad **värvi omadused,** nagu:

- Kuivamismeetod (millise protsessi tagajärjel värv kuivab)
- Läige ja pinna kõvadus
- Ilmastikutaluvus (vastupanuvõime keskkonnamõjudele nagu külm, vihm, päike, **abrasioon** jne.)
- Elastsus
- Nakkuvus aluspinnaga **(adhesioon)**

Auto värvimisel kasutatavate värvide sideained põhinevad kas akrüül-, alküüd-, melamiin-, epoksiid-, või mõnel muul kunstvaigusüsteemil. **Värvimaterjali tüüp** määratletaksegi selle järgi, millise sideaine põhjal on värv valmistatud, seega näiteks akrüülvärv sisaldab sideainena põhiliselt akrüülvaiku ja epoksiidvärv sisaldab sideainena epoksiidvaiku.

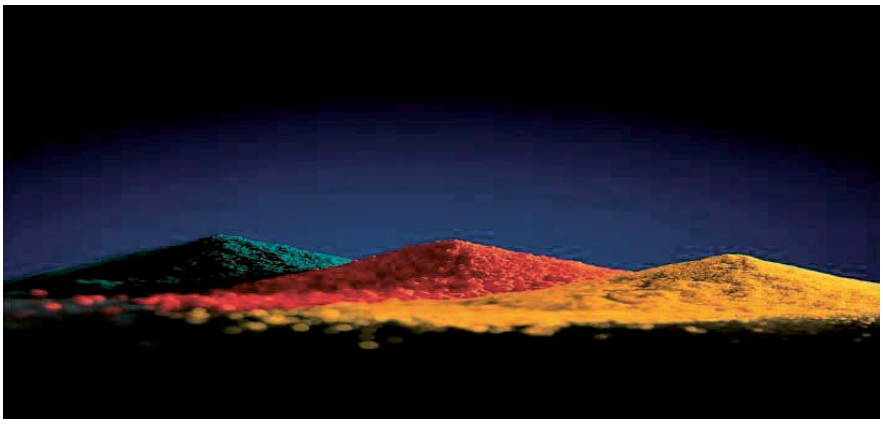


***Joonis 12** – Värvi koostisosad*

Pigmendid

Pigmendid on tahked, väga peeneks jahvatatud osakesed, mis ei lahustu sideaines kuid muudavad sideainega segunemisel selle värvust. Pigmente toodetakse orgaanilistest ja anorgaanilistest materjalidest, nende jahvatamise teel spetsiaalsete seadmete abil. Pigmendid tarnitakse värvi tootmiseks peamiselt hõlpsasti **disperseeruva** pulbrina, mis on kas looduslik – orgaanilised pigmendid või kunstlikult valmistatud - sünteetilised pigmendid.

Pigmentide ülesanne värvis on tagada **värvus** ja **katvus** (e.vähendada sideaine läbipaistvust).



***Fotod 69 ja 70** – Põhivärvuste pigmendid tahkel kujul ja punane pigment koos sideainega*

Lisaks põhiülesandega pigmentidele sisaldavad mitmed värvimaterjalid ka muud tüüpi pigmente, millel on eeltoodust erinevad, peamiselt tehnilised ülesanded.

Ülesannete järgi jagatakse pigmendid järgmistesse gruppidesse:

- **Korrosioonikaitse pigmendid** – kaitsevad aluspinna materjali (teras, alumiinium, magneesium jt.) korrodeerumise eest välismõjude toimel.
- **Viimistluspigmendid** – Tagavad värvipinnale värvuse ja katvuse. Oma omadustest lähtuvalt võivad anda värvipinnale konkreetse värvuse (näiteks sinine, kollane, punane) või tekitada optilise efekti (metallik-efekt, pärlmutter-efekt, Xirallic-eriefekt).
- **Täitepigmendid** - Täiendavad viimistluspigmente värvimaterjali koostises, tagavad stabiilsema ja „paksema“ värvikihi.
- **Eriülesandega pigmendid** – annavad värvile mingi kindla eriomaduse, näiteks eriti suure vastupidavuse niiskuse toime suhtes, suure temperatuuritaluvuse või kriimustuskindluse.

Lahustid

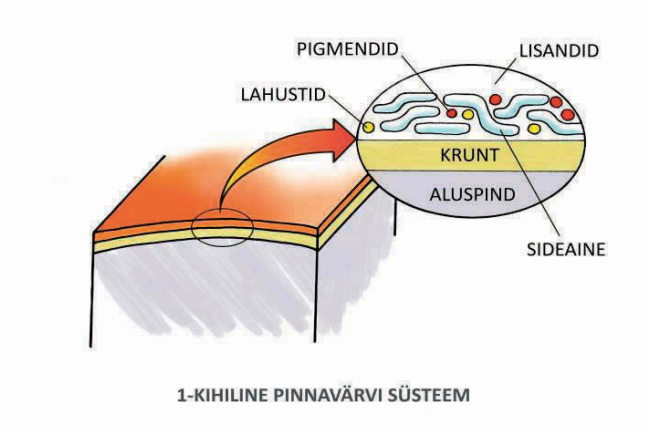
Lahustid on värvimaterjalide osa, mille ülesanne on hoida sideaine vedelas olekus enne värvimist ja värvi pihustamise ajal, nii et värvimaterjali oleks lihtne pinnale kanda. On olemas ka värve, milles lahusti puudub, sel juhul on tegemist tahkete värvidega nagu näiteks pulbervärvid, mis vedelduvad temperatuuri toimel peale pulbrilisel kujul pinnale kandmist.

Lahusti peab takistama värvi kuivamast kuni hetkeni, mil see kantakse pinnale, seejärel lendub lahusti kuivamisprotsessi käigus ja värv jääb ühtlase sileda kuiva kihina pinnale. Kuivanud ja aluspinnale kinnitunud värvipinna sisse lahusteid ei jää. Tehniliselt võiks lahusteid nimetada ka vedelaks sideaineks ning juhul kui värvi on vaja enne pealekandmist teatud määrani vedelamaks teha, saab seda teha lahustit (vedeldit) lisades.

Värvi sees valmistamisprotsessi tagajärjel olev lahusti ja värvimise protsessi vajadusel lisatav lahusti (vedeldi) võivad olla keemiliselt sama tüüpi või ka erinevad. Nii sisalduv kui ka lisatav lahusti peavad sobima keemiliselt värvi aluseks oleva sideainega.

Kõik värvimaterjalid jaotuvad kasutatava lahustitüübi järgi kaheks põhigrupiks:

- **Lahustipõhised värvid** (*i. solvent-based, solvent-borne*) - sisaldavad lahustitena ja vedelditena ühendeid, mis koosnevad lenduvatest orgaanilistest ühenditest (LOÜ), nagu butüül-atsetaat, ksüleen, atsetoon, benseen, petrool jm.
- **Veepõhised värvid, ka vesibaasvärvid** *(i. water-based, water-borne)* - sisaldavad lahustina ja vedeldina põhiosas vett.



***Joonis 13** – Lahusti lendub kuivamisel*

Lisandid (lisandained)

Värvimaterjalide üldine ja lõplik kvaliteet määratakse peamiste koostisosade (sideaine, pigmendid ja lahustid) kvaliteediga, nende segamissuhtega ning otstarbele vastavalt valitud lisanditega. Ilma lisanditeta ei suudaks värvimaterjalid täita mitmeid olulisi neile esitatavaid nõudeid nagu tugevus, täitevõime ja vastupidavus päikesekiirgusele.

Lisandite tüübid:

- **Kõvendid** *(i. hardeners, catalyst)* – kutsuvad esile kuivamise (polümerisatsiooni) keemilise protsessi tulemusena, tagavad värvipinna lõpliku kõvaduse.
- **Aktivaatorid** *(i. accelerators)* – kiirendavad polümeeriseerumisprotsessi toimumist.
- **Täiteained** *(i. extenders)* – mõjutavad tekkiva värvipinna struktuuri omadusi, nagu krobelisus, täitevõime jm.
- **Paksendajad** *(i. thickeners)* – parendavad värvi konsistentsi ja muudavad värvi püsivamaks vertikaalpindadel e. vähendavad värvi valgumise ohtu (**tiksotroopsus**).
- **Plastifikaatorid** e. pehmendajad *(i. elastifiers, elastic-additives)* – mõjutavad kuivanud värvipinna elastsust ja painduvust.
- **Emulgaatorid** *(i. emulsifiers)* – parendavad värvi **suspensioonis** komponentide segunemist.
- **Märgumisvahendid** (*i. wetting agents*) – parendavad ülejäänud värvi komponentide ühtlustumist pinnal värvimise protsessis.
- **Dispergandid** *(i. dispersion agents)* – takistavad klompide teket värvis säilitamise ajal.
- **Settimisvastased lisandid** *(i. anti-sedimentation agents)* – hoiavad pigmendid värvi suspensiooni sees paigal ja takistavad neil settimast anuma põhja värvi säilitamise ajal.

3.5.3 Värvimaterjalide liigitus kuivamismeetodi järgi

Kuivanud värvikihi lõplikud omadused sõltuvad suuresti sellest, milline on värvimaterjalide kuivatamiseks kasutatav meetod. Lisaks sideaine tüübile saab värvid liigitada ka muudel alustel, üheks kõige olulisemaks neist on värvi kuivamise või kõvendumise meetod. Kuna sellest sõltub autode värvimisel nii seadmete, tööriistade kui ka tööprotsessi valik, siis on oluline põhjalikult tutvuda erinevate värvi-materjalide kuivamismeetoditega.

Kuivamismeetodi järgi liigitatakse värvid kolme gruppi:

1K värvimaterjalid (sünteetilisel sideainel põhinevad värvimaterjalid)

- Kuivavad lahustite ja vedeldite lendumise tagajärjel;
- Kuivavad sideaine **oksüdatsiooni** tagajärjel.

2K värvimaterjalid

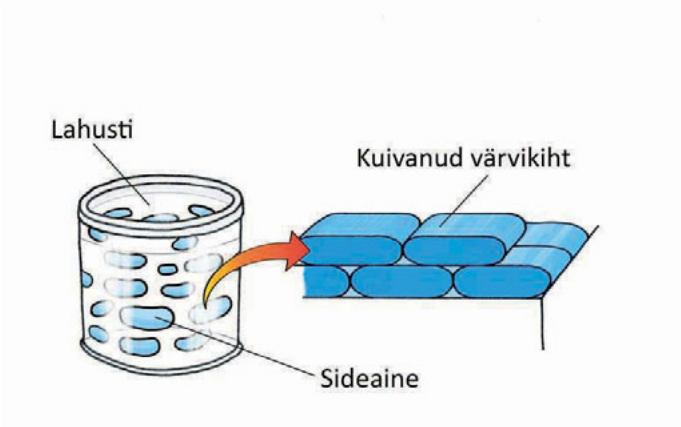
- Kuivavad kahe või enama värvi komponendi vahel toimuva keemilise reaktsiooni (polümerisatsiooni) tulemusel.

Tähised **1K** ja **2K**, mida kasutatakse ka värvimaterjalide nimetustes, tähistavadki kokkuleppeliselt värvimaterjalide kuivamismeetodi – **1K** tähistab **1-komponentseid**, kas lahusti lendumise või oksüdatsiooni tagajärjel kuivavaid värvimaterjale ja **2K** tähistab **2-komponentseid**, keemilise reaktsiooni tagajärjel kuivavaid värvimaterjale.

Viimastel aastatel on nende tähiste kasutamisest värvimaterjalide tootenimedes suures osas loobutud ja materjalide kuivamismeetod selgub toote tehnilisest kasutusjuhendist.

Kuivamine lahustite ja vedeldite lendumise tagajärjel

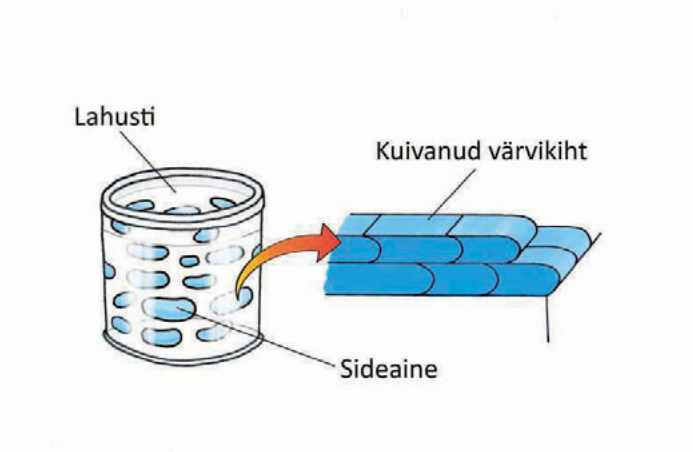
See on lihtsaim kuivamismeetod, mille korral sideaine muutub tahkeks peale lahustite lendumist. Lahustite lendumist kiirendab soojus ja õhu liikumine. Kuna ei toimu keemilist reaktsiooni, siis on 1K värvimaterjalid osaliselt pöörduvad e. näiteks kuivanud 1K sünteetilise pinnavärvi kiht sulab uuesti, kui puutub kokku teatud tüüpi lahustitega.



Joonis 14 *- Kuivamine lahusti lendumise tagajärjel*

Kuivamine sideaine oksüdeerumise tagajärjel.

Tahaksime siinkohal rõhutada, et lahustite lendumine toimub kõigi kuivamismeetodite korral. Kuivamisel oksüdeerumise tagajärjel toimub lisaks lahustite lendumise tagajärjel kuivamisele ka keemiline reaktsioon värvi sideaine ja atmosfääri hapniku vahel ning seda protsessi nimetatakse oksüdeerumiseks. Sellist kuivamist saab kiirendada spetsiaalsete aktivaatorite lisamisega.



Joonis 15 *– Kuivamine sideaine oksüdatsiooni tagajärjel*

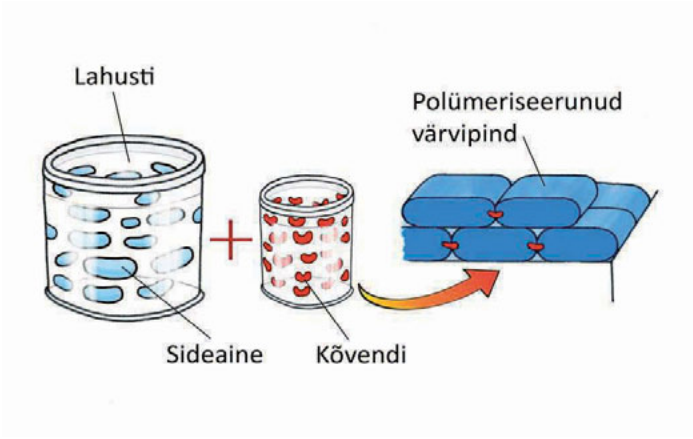
Moodsas autode remontvärvimise tehnoloogias kasutatakse 1K värvimaterjale suhteliselt vähe või ainult spetsiifiliseks otstarbeks, sest 2K värvimaterjalide kiht on kuivanult oluliselt vastupidavam ja nende kasutamine on ka 1K materjalidest oluliselt kiirem, eriti kuivatusprotsessis.
2K värvimaterjalide kasutamise üldistumise negatiivne külg on nende kasutamise kahjulikkus ümbritsevale keskkonnale ja töötajate tervisele, seda eelkõige tänu kõvendites sisalduvatele, inimorganismile kahjulikele ühenditele.

OLULINE! Moodsad autode remontvärvimiseks mõeldud värvimaterjalid, eriti aga 2K-värvimaterjalid on mõeldud kasutamiseks ainult professionaalsetes värvimistöökodades, kus on tagatud vajalikud tingimused automaalri tervise kaitseks sobivate seadmete ja tervisekaitsevahendite näol.

Kuivamine keemilise reaktsiooni toimel kahe või enama värvikomponendi vahel

Kuivanud värvikiht tekib siin kahe või enama värvikomponendi vahel aset leidva keemilise reaktsiooni tagajärjel - polümeriseerumisel. Autode remontvärvimisel kasutatavate värvimaterjalide korral toimub selline reaktsioon tavaliselt toatemperatuuril ja seetõttu tuleb kokku segatud komponentidega värvimaterjal kohe peale töösegu valmistamist ära kasutada. Keemilise reaktsiooni tagajärjel toimuvat kuivamist nimetatakse ka **kõvenemiseks**.

Kõvenenud värvikihi keemilised omadused erinevad värvi tootmiseks kasutatud sideaine keemilistest omadustest ja seetõttu on võimalik muuta polümeriseerunud värvikiht oluliselt vastupidavamaks, mitte ainult keskkonnamõjudele, vaid ka lahustite toimele. Just seetõttu nimetatakse selliselt kuivavaid värve vahest ka **pöördumatuteks värvideks**.



***Joonis 16** – Kuivamine keemilise reaktsiooni (polümerisatsiooni) tagajärjel.*

Kuivamisprotsessi (kõvenemist) on võimalik kiirendada temperatuuri tõstmisega kuivamise ajal, selle tagajärjel saavad lahustid pinnale kantud värvikihist kiirelt lenduda ja keemiline reaktsioon võib alata. Enamasti kiirendab kõrgem temperatuur ka polümerisatsiooni kulgemist. On oluline aru saada, et tehniliselt kõvenevad 2K värvimaterjalid ka toatemperatuuril, kuid kõrgendatud temperatuur võimaldab seda protsessi kordades kiirendada.

Kui kaks värvimaterjali komponenti tuleb omavahel kokku segada enne kasutamist (pihustamist), nimetatakse sellist värvi **kahekomponentseks värviks** e. **2K-värviks** *(i. 2K-paint, 2-pack paint).*

Need kaks komponenti on:

- **Põhikomponent** e. sideaine koos pigmentide ja lisaainetega;
- **Kõvendi** (ka aktivaator või katalüsaator).

Lahustit ei loeta otseselt värvi komponendiks, kuna lahusti lendub kuivamisprotsessi ajal ja ei ole seega kuivanud värvikihi osaks.

***Foto 71** – Värvi komponentide segamine kaalu abil*

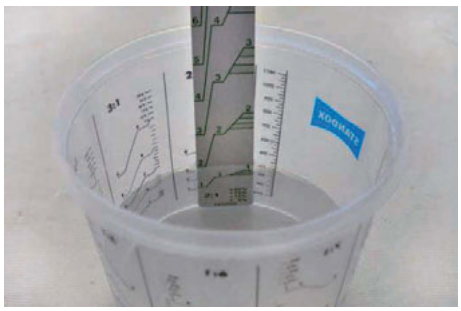


***Foto 72** – Värvi komponentide segamine mõõtejoonlaua abil*

Kuni kokku segamiseni hoitakse värvikomponente eraldi anumates. Mõlemad komponendid sisaldavad lahusteid, mis hoiavad neid vedelana. Komponendid segatakse enne kasutamist kokku antud värvi-materjali jaoks iseloomuliku **segamissuhte** järgi.

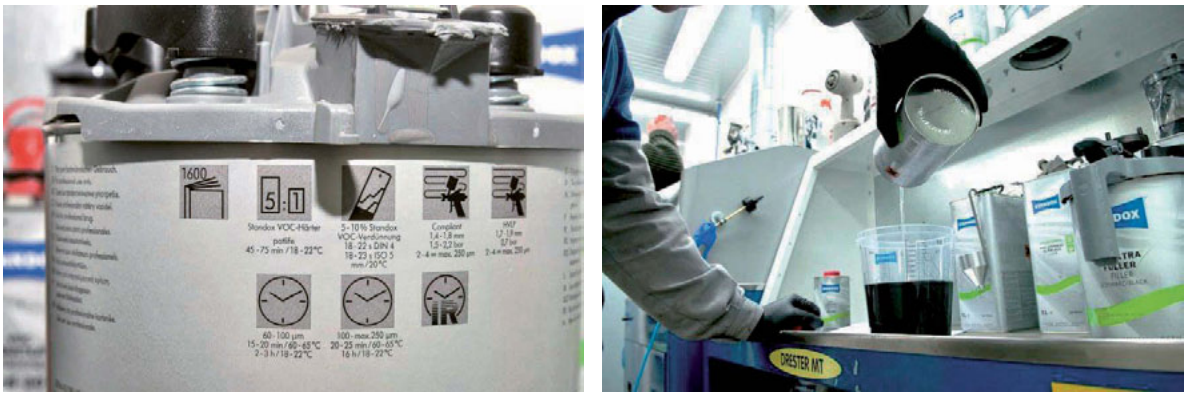
OLULINE! Autode remontvärvimisel kasutatavate värvimaterjalide tehnilistes kasutusjuhendites ja purkide etikettidel toodud komponentide segamissuhted on toodud reeglina **mahusuhtena,** mitte kaalusuhtena.

Kuna komponentide erikaalud on erinevad, siis õige segamissuhte saavutamiseks on parim viis kasutada **värvisegamistarkvara**, mis võtab erinevate materjalide ja nende komponentide erikaalude erinevusi automaatselt arvesse ja kuvab sellele vastava koguse grammides, võimaldades kaalumist elektronkaaluga või spetsiaalse kombineeritud **värvisegamisarvutiga**. Värvisegamistarkvara puudumisel on võimalik samuti värvimaterjalide komponente õiges segamissuhtes annustada, kasutades segamiseks spetsiaalset seguvahekordade märgistega **värvisegamisanumat** või silindrilist anumat ja seguvahekordade märgistega mõõtejoonlauda. **Mõõtejoonlaual**, mida maalrid tihti ka *mõõdupulgaks* või *mõõtetikuks* kutsuvad, on ära toodud erinevate seguvahekordade märgised, mille abil on võimalik värvimaterjali vedelad komponendid õiges mahuvahekorras annustada.

Näide segamissuhtest. Kui värvimaterjali segamissuhteks on 2:1 ja vajadusel lisatakse sellele pihustamisviskoossuse saavutamiseks 10% lahustit, siis sellist segamissuhet märgib põhiosa värvi-süsteemide valmistajatest **2:1+10%**, see tähendab, et töösegu sisaldab 2 mahuosa värvimaterjali põhikomponenti ja sellele lisatakse 1 mahuosa kõvendit või aktivaatorit. Niimoodi saadud töösegule lisatakse seejärel pihustamiseks sobiva viskoossuse saavutamiseks veel 10 mahuprotsenti lahustit, kusjuures lahusti protsent arvutatakse mõlema komponendi summast (e.10% 3-st osast on 0,3).

Mõned värvivalmistajad, näiteks BASF (Glasurit, RM) märgivad oma värvimaterjalide komponentide mahusuhteid eeltoodust erinevalt, näiteks **2:1:1**, kus esimene komponent moodustab 2 mahuosa, kõvendi või aktivaator moodustab 1 mahuosa ja lahusti (vedeldi) 1 mahuosa. Siinjuures arvutatakse nii teine komponent kui ka lahusti esimese komponendi suhtes, mitte mõlema komponendi summa suhtes.

OLULINE! Ärge ajage mahusuhete arvutamise erinevaid põhimõtteid segi, kasutage alati sama värvisüsteemi valmistaja mõõtejoonlauda, mille tooteid segate!



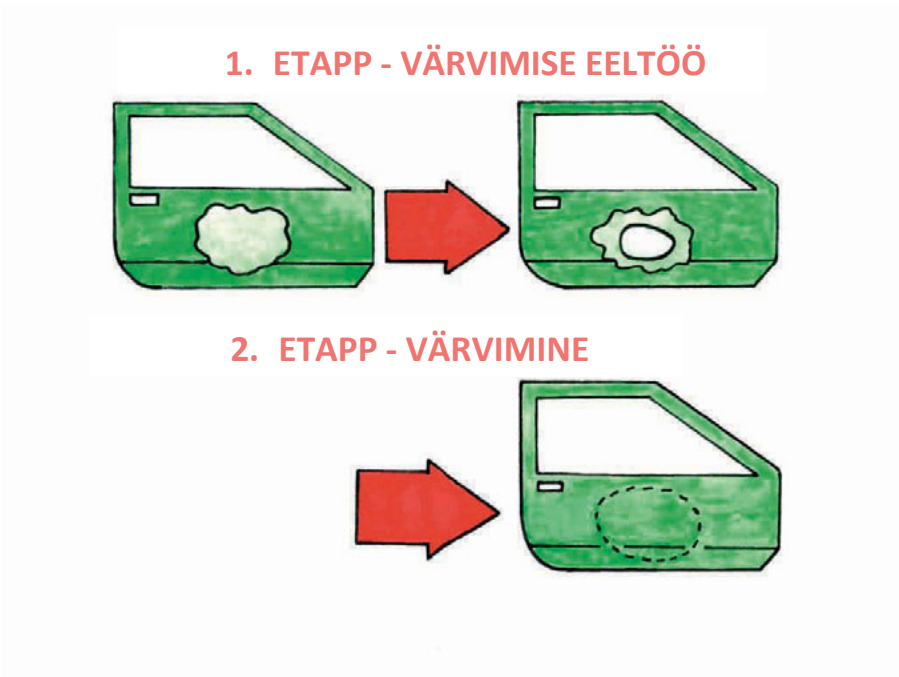
Fotod 73,74 *– Värvimaterjalide segamisel on lisa-abiks piktogrammide ja teksti kujul toodud kasutusjuhend toote purgil*

3.6. Eeltöö värvimaterjalid

Aluskrundid. Pahtlid. Pritspahtlid. Täitevkrundid. Eriotstarbelised krundid. Kivikaitsematerjalid. Muud värvimaterjalid.

Õpiväljund: Õpilane omab põhiteadmisi autode remontvärvimisel ettevalmistustööde käigus kasutatavatest materjalidest ja nende kasutusotstarbest.

Kui auto satub kere- ja värvitöökotta remondi või roostevigastuste tagajärjel, on valikuks viga saanud keredetailide remont või väljavahetamine. Mõlemal juhul läbib töökotta saabunud sõiduk protsessi, mis algab kere pinnalt vigastuste eemaldamise ja pinna puhastamisega ning lõpeb värvimise või lakkimisega. Tööetappide ja neis kasutatavate värvimaterjalide ülesanne on kaitsta aluspinda korrosiooni ja kahjulike keskkonnamõjude eest, tasandada võimalikke pinnavigastusi ja valmistada pinnad ette värvimiseks. Värvimine ja lakkimine omakorda tagavad lõpliku eeltöödeldud pindade kaitse keskkonnamõjude eest ja annavad autole tagasi algse väljanägemise.



***Joonis 17**- Autode remontvärvimise kaks põhietappi*

Nii, nagu eelmise peatüki alguses mainitud, jaotub autode remontvärvimise protsess kaheks põhietapiks – värvimise ettevalmistustöödeks e. **eeltööks** ja lõpliku värvikihi pinnale kandmiseks e. **värvimiseks**. Värvimismaterjalid võib vastavalt sellele, millises protsessi osas neid kasutatakse, jagada samuti kaheks – **eeltöö värvimaterjalid** ja **viimistlusvärvid.**

Eeltöö värvimaterjalid hõlmavad endas tervet süsteemi erinevaid värvimaterjale, mis kantakse pinnale värvimiseks ettevalmistava protsessi (e. eeltöö) käigus, enne lõpliku värvi pinnalekandmist. Värvkatte ülesehitusest oli juttu peatükis 1.3., nüüd aga tutvume autode remontvärvimisel kasutatavate eeltöö värvimaterjalidega põhjalikumalt.

3.6.1. Aluskrundid

Auto metallpindade remontvärvimisel on väga oluline taastada tehase korrosioonikaitse ja tagada sellele vastav või sellest tõhusam kaitsetöötlus. Juhul, kui pindade remondil paljastub aluspinna haljas metall, on vajalik kaitsta metallipind spetsiaalse aluskrundiga. Aluskruntide ülesandeks on, lisaks korrosioonikaitseomadustele, tagada võimalikult hea nakkuvus aluspinna ja ülejäänud värvikihi vahel.

Aluskrundid jagunevad kaheks põhigrupiks:

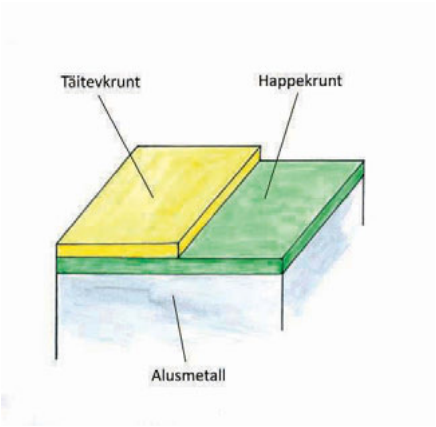
- **Happekrundid e. reaktsioonkrundid** *(i. wash-primers, acid-etch primers, reaction-primers)*
- **Epoksiidkrundid** *(i. epoxy-primers)*

Happekruntide nakkumine halja metallipinnaga toimub keemilise reaktsiooni teel, mille käigus metallipind **passiveeritakse** happekrundi koostisosaks oleva fosforhappelahuse toimel. Happekrundid sobivad kasutamiseks nii haljal teraspinnal, tsingitud teraspinnal kui ka alumiiniumpinnal.

Happekrundid võivad olla kahekomponentsed, sel juhul segatakse omavahel kokku krunt ja aktivaatoriks olev fosforhappe lahus, või ühekomponentsed – sellisel juhul on happeosa krundile juba valmistusprotsessis lisatud ja reaktsioon algab kokkupuutel metallipinna ja õhuhapnikuga.

2K-happekruntide kasutusaeg peale komponentide kokku segamist on tavaliselt 24 tundi, peale seda muutub krunt kasutuskõlbmatuks.

Happekrunt kantakse pinnale sobiva krundi- või värvipüstoliga tavaliselt ühes või kahes õhukeses kihis ja kuivanud happekrundi kihi paksus ei ületa tavaliselt 15 µm.



Joonis 18 *– Happekrunt ja täitevkrunt*

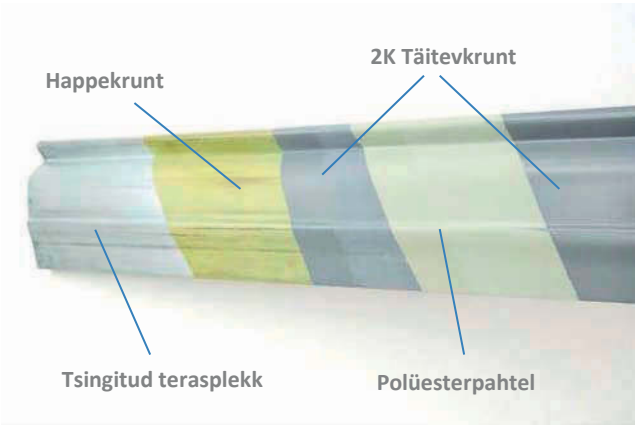


Foto 75 *– Happekrunt + 2K täitevkrunt korrosioonikaitseks*

Peale happekrundi kuivamist, mis jääb vahemikku 30-60 min, on vajalik katta krundi pind 2K täitev-krundiga, et isoleerida happekrunt edasisest värvikihist ja tagada piisav krundikihi paksus lihvimis-kriimude täitmiseks ning kivilöökide kaitseks auto hilisemal kasutamisel.

Happekrunt kantakse pinnale eesmärgiga katta kõik kohad, kus haljas metall on paljastunud. Mittemetalsel aluspinnal, näiteks vanal värvipinnal, ei parenda happekrunt nakkuvust, kuna reaktsiooni aluspinnaga ei toimu. Nendel pindadel kuivab happekrundi kiht lihtsalt lahusti lendumise tagajärjel ja ei mõjuta oluliselt järgmise värvimaterjali kihi nakkuvust. Kui metall on paljastunud (välja lihvitud) ühel detailil mitmest erinevast kohast, siis on mõistlik katta happekrundiga kogu detail, ainult nii võite olla veendunud, et haljas metall on kogu ulatuses täielikult kaitstud.

Täielikult kuivanud ja P240-P320 karedusega lihvitud happekrundi ja 2K täitevkrundi pinnale võib vajadusel kanda ka polüesterpahtlit või -pritspahtlit.

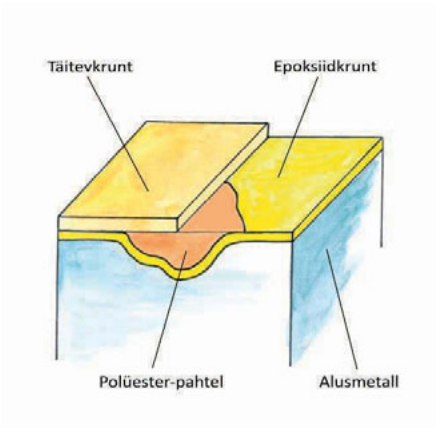
OLULINE! Otse happekrundi pinnale ei tohi kunagi kanda polüesterpahtlit või polüester-pritspahtlit, sest nende kõvendiks olev peroksiid võib reageerida happekrundi osaks oleva fosforhappega!

Juhul, kui on vajalik pahteldada happekrundiga kaetud pinda, tuleks kasutada isoleerimiseks 2K täitevkrunti või alternatiivina kasutada happekrundi asemel aluskrundina epoksiidkrunti. Happekrundi kandmine kõvendunud pahtlipinnale on lubatud, sest kuivanud pahtel happekrunti ei mõjuta.

EL-is autode remontvärvimisel kasutatavate happekruntide lubatud LOÜ maks. väärtus <780 g/l.

Epoksiidkrundid nakkuvad halja metallipinnaga sarnaselt polüesterpahtliga, füüsiliselt ja keemilist reaktsiooni metallipinnaga ei toimu. Siiski on kuivanud epoksiidkrundi nakkumine metallipinnaga tugev ja krundipind on ka väga vastupidav mehaaniliste vigastuste ja niiskuse toimele. Epoksiidkrundi kiht võib olla ka üsna paks ja tänu sellele täidavad teatud tüüpi eposkiidkrundid kahte ülesannet, tagades nii metallipinna korrosioonikaitse kui ka toimides täitevkruntidena värvi all.

Epoksiidkrundid kuivavad keemilise reaktsiooni tagajärjel, kõvendiks on spetsiaalne epoksiidkrundi kõvendi. Epoksiidkruntide kuivamisaeg on suhteliselt pikk, tavaliselt 3-6 tundi toatemperatuuril.



Joonis 19 *– Epoksiidkrunt*

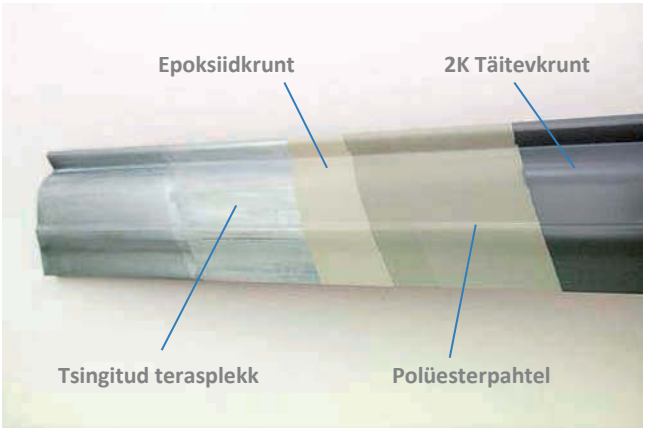


Foto 76 *– Epoksiidkrunt korrosioonikaitseks*

Epoksiidkruntide kuivatamine kõrgendatud temperatuuriga või IR-kuivatiga võib halvendada krundi nakkuvust aluspinnaga, seetõttu tuleks kindlasti enne kasutamist tutvuda krundi tehnilise kasutusjuhendiga!

Epoksiidkruntidel on suhteliselt hea korrosioonikaitse võime, siiski tuleb silmas pidada, et kahe-etapiline aluskruntimine e. esimese kihina happekrunt ja teise kihina täitevkrunt, tagab enamasti epoksiidkrundist parema kaitsevõime. Happekrundi poolt passiveeritud pind takistab ka korrosiooni arenemist krundikihi all, isegi kui pind on kohati metallini vigastatud ja hakkab sealt roostetama. Pinnale kantud happekrunt neutraliseerib ka kerge pinnarooste, seda omadust epoksiidkrundil pole.

Epoksiidkrundid on samas väga sobivad kasutamiseks aluskrundina polüesterpahtlite ja pritspahtlite all, kuivanud epoksiidkrundi kiht on lahustitele praktiliselt läbistamatu ja väga heade isoleerimis-omadustega. Enne pahteldamist tuleks kuivanud epoksiidkrundi pind ühtlaselt karestada P240-P320 lihvpaberi või lihvvillaga, et tagada hea nakkuvus.

EL-is autode remontvärvimisel kasutatavate epoksiidkruntide ja muude aluskruntide (v.a. happe-kruntide) lubatud LOÜ maks. väärtus <540 g/l.

Lisaks eelpool toodud kahte peamist tüüpi aluskruntidele eksisteerib ka nn. **kombineeritud aluskrunte,** milles on ühendatud kas epoksiidkrundi ja happekrundi omadused või epoksiidkrundi ja täitevkrundi omadused.

Foto 77 *– 1K happekrunt (näide)*

Foto 78 *– 2K Happekrunt (näide)*

Foto 79 *– Epoksiidkrunt (näide)*

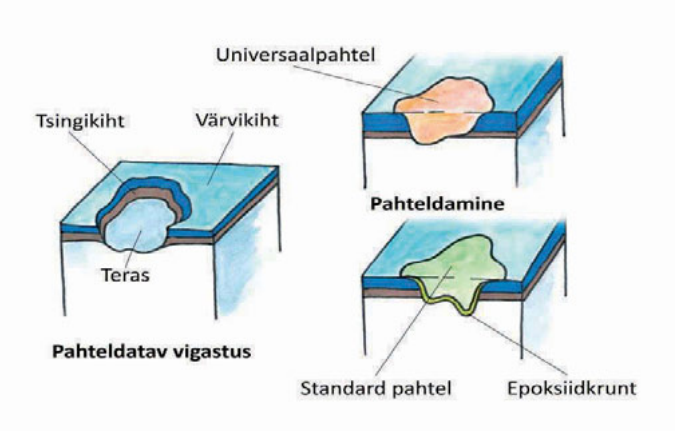
Aluskruntide tööosegude valmistamine (krundi „segamine“). Aluskrundid on reeglina 2K värvimaterjalid, mis tähendab, et neid segatakse enne pihustamist tööosegu saamiseks kõvendi või aktivaatoriga ning vajadusel lisatakse pihustusviskoossuse saavutamiseks lahustit (vedeldit). Tüüpiliselt segatakse happekrundid aktivaatoriga (fosforhappe lahus) 1:1 ehk ühele mahuosale happekrundile lisatakse 1 mahuosa aktivaatorit. Epoksiidkrundid segatakse tüüpiliselt kõvendiga 2:1 , 3:1 või 4:1 ja vajadusel lisatakse tööviskoossuse saavutamiseks 5-20% lahustit.

Aina enam kasutatakse tööprotsessi lihtsustamiseks ka värvisüsteemi valmistaja poolt valmis tööseguna aerosoolpudelitesse pakendatud nn.**Spray-krunte**, mis võivad olla nii 1K- kui ka 2K tooted.

3.6.2. Pahtlid

Pahtlite ülesanne on täita aluspinna vigastusi ja siluda ebatasasusi. Plekitöö käigus õgvendatud pinna siledust loetakse pahteldamiseks piisavaks, kui pinna üldiseks tasandamiseks pole vaja üle 1 mm paksust pahtlikihti, paikselt võib pahtlikihi paksus olla kuni 3 mm.
Autokerede remondil kasutatakse põhiliselt kahekomponentseid polüester-sideainel põhinevaid pahtleid e. polüesterpahtleid, mis koosnevad sideainest, täiteainetest, pigmentidest ja lisandainetest.

Polüesterpahtlite sideaineks on **stüreenis** lahustatud polüestervaik. Täiteaineks kasutatakse erinevaid aineid, näiteks talki või kriiti. Täiteaine valik sõltub pahtli kasutusotstarbest. Lisandainete lisamisega antakse pahtlile konkreetseks otstarbeks vajalikud lõplikud omadused, näiteks nakkuvus tsingitud pindadega või alumiiniumiga, niiskuskindlus jm. Pahtli kõvendamiseks kasutatakse aktivaatorina peroksiidi, mis tekitab termilise kuivamise protsessi polüestervaigu ja stüreeni vahel.



***Joonis 20** – Polüesterpahtli kasutamine tsingitud terasplekil*

Metallpindadele mõeldud pahtlid sobivad üldjuhul kasutamiseks nii terasest-, galvaniseeritud terasest- kui ka alumiiniumist pindadele. Selliseid pahtleid nimetatakse ka **universaalpahtliteks**.

Tsingitud terasplekist aluspindade puhul tasub siiski pahtli tehnilisest kasutusjuhendist kontrollida selle sobivust galvaniseeritud terasele, sest teatud tüüpi polüestervaigud võivad lahustada mikroskoopilise kihi tsinki, see aga omakorda nõrgendab nakkuvust ja võib põhjustada pahtli koorumist metalli pinnalt.

***Foto 80** - Standox universaalpahtel*

***Foto 81** - Glasurit universaalpahtel*

Plastpindade pahtlid on värvisüsteemide valmistajate poolt spetsiaalselt välja töötanud pahtlid, millele on lisatud reeglina elastsuslisandeid ja nakkuvuse parendajaid, et tagada piisav nakkuvus plasti pinnaga ja mis peamine – et pahtli pind ei murduks ega praguneks kui aluspinnaks olev plast paindub või temperatuuri mõjul paisub ja kahaneb.

Foto 82 *- Standox pahtel plastidele*

Foto 83 *- Glasurit pahtel plastidele*

Klaaskiudpahtlitele on lisatud klaaskiudu või muid armeerivaid kiude, mis lisavad pahtlile sisemist tugevust ja jäikust. Klaaskiudpahtleid kasutatakse suuremate vigastuste ja keevisliidete esmaseks täitmiseks, sest klaaskiudpahtlit võib pinnale kanda oluliselt paksemas kihis kui 3 mm. Siiski sobib klaaskiudpahtel peamiselt väikese läbimõõduga pindade või konkreetsete vigastuste täitmiseks.

Klaaskiudpahtli kandmine roostest täielikult puhastamata pinnale on nagu *kahe teraga mõõk* – ühelt poolt saab vigastus kiiresti parandatud, kuid teiselt poolt on suur oht, et rooste jätkab oma hävitustööd.

Pahtlite kõvendid. Polüesterpahtlite kõvendiks on **peroksiid,** mis on pakendatud eraldi plasttuubi. Peroksiidkõvendi on peamiselt punaseks või siniseks toonitud pastataoline mass, mida lisatakse pahtlitele tavaliselt 2-3%. Siiski tuleb alati hoolikalt järgida kasutatava pahtli tehnilist kasutusjuhendit.

Vaadake pahtlite kasutamise kohta täpsemalt peatükist 4.5 Pahteldamistööd.

3.6.3 Pritspahtlid

Pritspahtlid on keemiliselt koostiselt ja kasutusotstarbelt pahtlitega samalaadsed, kuid vedelad, pihustades pinnale kantavad polüestermaterjalid, mille peamine ülesanne on pinna vigastuste ja ebatasasuste kiire täitmine. Pritspahtlite kasutamine on põhjendatud juhtudel, kui on vaja kiiresti remontida suurt hulka pindade ebatasasusi, näiteks rahekahjustuste, restaureerimistööde või väljalihvitud vanade ebatasaste värvikihtide korral. Igapäevasel avariiremondil kasutatakse polüester-pritspahtlit suhteliselt harva, kuna lisanduv tööetapp pikendab tööaega.

Foto 84 *– 2K aluskrunt enne pritspahtlit*

Foto 85 *– Pritspahtli pihustamine*

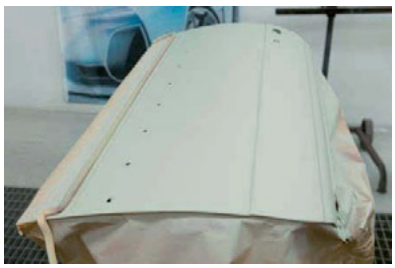


Foto 86 *– kuivanud pritspahtel*

OLULINE! Kuna pritspahtlitel puuduvad korrosioonikaitse omadused, siis on oluline haljad metalli-pinnad enne pritspahtli pinnale kandmist kindlasti kruntida, kasutades selleks epoksiidkrunti.

Pritspahtlite kõvendid. Sarnaselt polüesterpahtlitega on ka pritspahtlite kõvendiks peroksiidi lahus, tavaliselt läbipaistvasse plastpurki pakitud läbipaistva vedeliku kujul ja seda lisatakse pritspahtlile reeglina 5% (kontrollida toote tehnilisest kasutusjuhendist!) Kõvendiga segatud pritspahtli kasutusaeg on lühike – 15-40 minutit ja seetõttu on oluline töösegu valmis teha vahetult enne pinnale kandmist.

Pritspahtel kantakse tavaliselt pinnale sellise viskoossusega, mis saadakse materjalile vedela kõvendi lisamisel. Vajadusel võib pritspahtli viskoossuse muutmiseks kasutada spetsiaalset lahustit, mis on mõeldud ainult polüestermaterjalide vedeldamiseks. Keelatud on pritspahtli vedeldamine näiteks nitro-lahustiga või 2K värvide vedeldamiseks mõeldud lahustitega, kuna polüestermaterjalide kuivamis-protsess on väga kiire ning ebasobiv lahusti ei saa kiiresti kuivava materjali seest lenduda ning selle tulemuseks võib olla pritspahtli alla jäävate värvikihtide sulamine ning nakkuvuse halvenemine.

OLULINE! Otse lihvitud pritspahtli pinnale värvimine ei ole lubatud, kuna pritspahtel on suhteliselt poorne materjal ja imab vedela pinnavärvi või alusvärvi osaliselt enda sisse ning tulemuseks on ebakvaliteetne värvkatte pind.

Seetõttu on vajalik kasutada enne värvimist täitevkrunti, et sulgeda pritspahtli poorid ja isoleerida polüestermaterjalid täielikult.

SELGITUS. Eesti keeles täpsete vastete puudumise tõttu aastatel 1990-2000 levisid automaalrite seas erinevad tõlgendused värvimaterjalide nimetuste ja kasutusotstarvete kohta ning üks suurimaid eksiarvamusi, mis sellest ajast pärit on, puudutab just polüester-pritspahtleid. Nimelt aeti siis ja aetakse vahel veel tänagi omavahel sassi pritspahtel ja täitevkrunt. Mingil põhjusel levis väärarusaam, et kõik materjalid, mida saab pinnale pihustada, millel on täitevõime ning mida saab siledaks lihvida, on pritspahtlid. Sellest tulenevalt tekkis töökodades hulk tehnilisi probleeme kuna pritspahtleid kasutati läbisegi täitevkruntidega ning tulemus ei kannatanud mingit kriitikat.

Pidage meeles – pritspahtliks nimetatakse vedelat, pihustatavat pahtlit ja selle kasutusotstarve on sama, mis pahtlil - tasandada pinnad siledaks. Pritspahtel on alati vaja katta täitevkrundiga!

Vaadake pritspahtlite kasutamise kohta täpsemalt peatükist 4.5 Pahteldamistööd.

3.6.4 Täitevkrundid

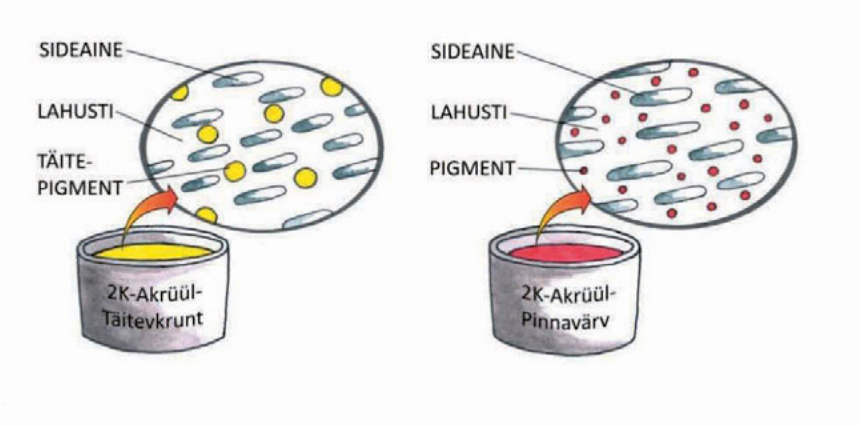
Kui automaalril on vaja värvimiseks ette valmistada uut, tehasekrundiga detaili või enne remonditud ja pahteldatud ning kujusse lihvitud auto pinda, siis aitab soovitud tulemuse saavutada **täitevkrunt**.

Täitevkrunt moodustab tugeva ja isoleeriva aluskihi, millele saab kanda pinnavärvi või alusvärvi ja laki kombinatsiooni. Täitevkruntide peamine ülesanne ongi luua puhverkiht aluskrundi ja pealmise värvikihi vahel, et kaitsta aluspinda kivitäkete ja väliskeskkonna kahjustava mõju eest ning moodustada sile ja ühtlane aluspind viimistlusvärvi kihtidele. Sama otstarvet on täitevkrundil ka originaalvärvkatte puhul.

Termin *täitev*krunt viitab seda tüüpi krundi olulisele omadusele, milleks on väikeste pinnavigastuste (lihvimiskriimude ja ebatasasuste) täitmise võime. Täitevkrundi abil on võimalik tasandada eelnevate materjalide lihvimisest jäänud kerged kriimud ja luua ühtlane täiuslik aluskiht, millele kantakse lõplik viimistlusvärvi kiht kas pinnavärvi või alusvärvi ja laki näol. Termini täitev*krunt* teine pool viitab seda tüüpi värvimaterjalide „krundi“ omadustele, milleks on nakkuvuse ja korrosioonikaitse tagamine.

Lõplikuks viimistluseks kasutatavat värvi ja lakki ei tohi kanda otse aluskrundi, pahtli või pritspahtli pinnale, tulemuseks on ebakvaliteetne värvikiht ja värvi osaline imbumine aluspinda.

Praktiliselt kõik kvaliteetseks autode remontvärvimiseks mõeldud täitevkrundid on 2-komponentsed värvimaterjalid (2K) ning oma keemiliselt koostiselt sarnased 2K pinnavärvidega. Täitevkrundid koosnevad kas akrüül- või polüuretaansideainest, täitepigmentidest, korrosioonikaitse pigmentidest, lisandainetest ning lahustitest.



***Joonis 21** - 2K täitevkrundi ja 2K pinnavärvi võrdlus*

Täitevkrundid sisaldavad erineval määral täitepigmente ja täitepigmentidel on selle materjali koostises ka väga oluline osa. Just täitepigmentide hulk krundis määrab ühe pihustamiskorraga pinnale kantava kuivanud krundikihi paksuse. Selle tõttu liigitatakse täitevkrundid **kuivaine sisalduse** põhjal:

- keskmise kuivaine sisaldusega e. **MS** *(i. medium solids)* täitevkrundid;
- suure kuivaine sisaldusega e. **HS** *(i.high solids)* täitevkrundid;
- väga suure kuivaine sisaldusega e. **VHS** *(i. very high solids)* täitevkrundid.

Põhimõtteliselt on Euroopa Liidus lubatud kasutada vaid HS ja VHS täitevkrunte. Siiski pole tähistustel HS ja VHS täpselt kinnitatud tehnilist tähendust ja mitmed juhtivad värvisüsteemide tootjad on sellise tähistuse kasutamisest loobunud. Olulisemaks näitajaks peetakse nüüd madalat lahustite sisaldust täitevkruntides, mis omakorda tähendab suuremat kuivainesisaldust ja paremat täitevõimet. Tootjad tähistavad seda tavaliselt, lisades toote nimetusse sõna VOC *(näit. Standox VOC-System-Füller).*

EL-is autode remontvärvimisel kasutatavate täitevkruntide lubatud LOÜ maks. väärtus on <540 g/l.

Täitevkrundid jagatakse kasutusotstarbe järgi kolme põhirühma:

- **lihvitavad** täitevkrundid e. lihvkrundid *(i. sanding surfacers, sanding fillers, extenders)*;
- **märg-märjale** täitevkrundid *(i. wet-on-wet surfacers, non-stop surfacers)*;
- **universaalsed** täitevkrundid *(multi-use surfacers).*

Lihvitavad täitevkrundid kuivavad (kõvenduvad) peale pinnale kandmist täielikult kas toatemperatuuril, kuivatuskambris või IR-kuivatiga kuivatades. Peale kuivamist lihvitakse krundi pind siledaks, eemaldades nii väikesed defektid ja krundipinna pihustamisest tingitud struktuur. Peale lõplikku puhastamist on täitevkrunditud pind valmis värvimiseks.

Märg-märjale meetodil kasutatavad täitevkrundid kantakse pihustades pinnale ja peale lühikest vahekuivatusaega (15-30 min) on pind ilma vahelihvimiseta värvimiseks valmis.

Universaalseid täitevkrunte saab kasutada nii märg-märjale meetodil kui ka kuivatada ning seejärel lihvida.

Lihvitavad täitevkrundid

Lihvitavad täitevkrundid (ka lihvkrundid) moodustavad peamise osa autode remontvärvimisel kasutatavatest täitevkruntidest ja neid on võimalik kasutada nii uute detailide kui ka remonditud ja pahteldatud auto pindade ettevalmistamisel värvimiseks.

Lihvitavad täitevkrundid tagavad igat tüüpi aluspindade korral väga kvaliteetse aluspinna ja sobivad seega kvaliteetse värvitöö tegemiseks. Läbikuivanud krundikiht on tugev ja ei muuda oma kuju peale värvimist ja kuivatamist. Täitevkrundi lihvimise käigus on võimalik eemaldada aluspinnale allesjäänud ebatasasused ja saavutada täiesti ühtlane ja sile pind kvaliteetseks viimistluseks.

Suure jõudlusega moodsates autovärvitöökodades kasutatakse lihvitavaid täitevkrunte ka teisel olulisel põhjusel – et suurendada värvikambrite läbilaskvust. Töökojas, kus iga minut on arvel, on oluliselt ökonoomsem siseneda värvikambrisse täielikult värvimiseks ettevalmistatud auto või auto detailidega – krunditud, kuivatatud, lihvitud ja puhastatud. Kuna märg-märjale kruntimisel kulub ühes värvimistsüklis minimaalselt 20 min. lisaaega, siis hoitakse märg-märjale värvimisest hoidudes kahe värvikambri korral päevas kokku ca. 4 auto värvimiseks vajalik aeg. See on oluline ökonoomia nii töö ajas kui ka värvikambrite energiakulus.

Lihvitava täitevkrundi kasutamine:

***Foto 87** – Lihvitud aluspind*

***Foto 88** – Happekrunt pinnal*

***Foto 89** – Lihvitav 2K täitevkrunt pinnal*

Täitevkrunte toodetakse erinevates halltoonides (näit. valge, hall, tumehall ja must), mida omavahel segades on võimalik saavutada kattevärvile lähedaselt sobiva heledusega aluspind. Tuleks ära märkida, et täiesti mustade lihvkruntide lihvitavus on alati mingil määral halvem kui heledatel ja isegi tumehallidel kruntidel. Selle põhjuseks on lihvitavust mõjutava **musta pigmendi** suur sisaldus.

Vaatamata mingil määral halvemale lihvitavusele võib must lihvkrunt oluliselt vähendada värvikulu tumedate värvide värvimisel.

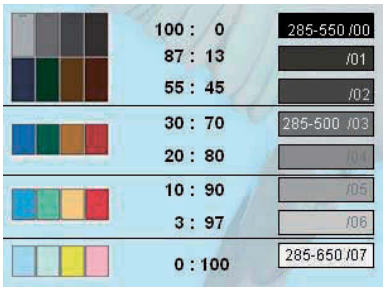
***Joonis 22** – Lihvkrundid on saadaval põhiliselt kolme värvusena – valge, hall ja must*

Lisaks halltoonides lihvkruntidele toodetakse värviliste pigmentidega toonitud täitevkrunte, nn. **toonkrunte**, mis võimaldavad anda aluspinnale pinnavärviga sarnase värvuse.

Toonkrunte kasutatakse peamiselt halvasti katvate värvitoonide puhul, eriefektvärvile sobiliku alustooni loomisel või värvi kulu kokkuhoiuks pindadel, kus tavalise krundi laigud erineks värvuselt oluliselt ülejäänud värvkattest.

Toonkruntide populaarsus on siiski langemas seoses nende kõrgele hinnale (värviliste pigmentide kasutamine teeb krundi hinna oluliselt kallimaks) ja moodsate alusvärvide ning pinnavärvide heale katvusele. Samuti on kiire töötempo korral iga auto jaoks eri värvi kruntide segamine ajaline lisakulu.

Nii täitevkrundi halltooni kui ka värvust valides (toonkrundi korral) tuleb lähtuda koos värviretseptiga kuvatavast soovitusest, kasutada krundi tooni valimiseks mõeldud postreid või valida krundi halltoon nii, et see oleks visuaalselt lähedane kasutatava värvi toonile.



Vasakpoolses tulbas on auto värvused, keskmises tulbas musta ja valge täitevkrundi vahekord protsentides ja parempoolses tulbas täitevkrundi värvus skaalal 00…07.

285-550 täitevkrunt, must
285-650 täitevkrunt, valge

Vastavalt auto värvusele valib automaaler sobiva täitevkrundi heleduse, näiteks kollase värvi korral tuleks valida variant 07 (valge) ja tumerohelise värvi korral variant 01 või 02 (tumehall).

***Foto 90** – Näide; Glasurit värvisüsteemi krundi valiku poster ja selle kasutuspõhimõtete*

Märg-märjale täitevkrundid

Märg-märjale täitevkrundi kasutamisel moodustab täitevkrunt isoleeriva vahekihi aluspinna ja värvi vahel, ilma pinna pisivigastusi oluliselt kompenseerimata. Märg-märjale kruntimisprotsessi korral kantakse krunt aluspinnale, kasutades sobiva pihustusotsikuga (tavaliselt 1,3-1,5 mm) krundi- või värvipüstolit. Püstoli valikul on oluliseks kriteeriumiks saavutada pihustamisel võimalikult väike värvipinna struktuur ja hea siledus.

Märg-märjale kruntimist kasutatakse ainult täielikult vigastamata või väikeste vigastustega uute varuosade kruntimisel. Kuigi see meetod võib anda ajalise säästu kogu remondiprotsessile, sest ära jäävad täitevkrundi kuivamisele ja lihvimisele kuluv aeg, tuleks siiski arvestada faktiga, et igale värvimistsüklile lisandub värvikambris ca. 15-30 min. tööaega kruntimiseks ja vahekuivatuseks ning suure efektiivsusega värvitöökojas ei ole see enamasti aktsepteeritav.

Märg-märjale kruntimine sobib väga hästi kasutamiseks sisepindade värvimisel, kus värvipinna visuaalne kvaliteet pole esmase tähtsusega, küll aga peab olema tagatud korrosioonikaitse.

***Foto 91, 92, 93** – Sisepindade värvimine märg-märjale. Esimesel pildid happekrunt, teisel märg-märjale krunt ja kolmandal värv*

Märg-märjale kruntimisel jääb ka lõplikult värvitud pinna visuaalne kvaliteet madalamaks võrreldes lihvitava täitevkrundiga ettevalmistatud ja lihvitud pindade kvaliteediga, sest krundi pihustamisel tekkiv värvipinna struktuur kopeerub ka pinnavärvile või alusvärvile ja lakile.

Kuna värvi ja lakiga kaetakse lõpuni läbikuivamata krundipind, siis toimub lõplik kuivamine alles koos värvikihiga ja seetõttu on läbikuivamist vajavate materjalide kiht suhteliselt paks. Seetõttu võib vahekuivatusaja ja/või kihipaksuste nõuete eiramine kaasa tuua hilisemat järelkuivamist, värvi- või lakipinna läike kadu ja nakkuvuse halvenemist. Eriti oluline on see vesipõhiste alusvärvide kasutamisel ja siin tuleb väga täpselt järgida nii krundikihi paksust kui ka ette nähtud vahekuivatusaega.
Liiga „märjale“ krundikihile kantud vesipõhine alusvärv tekitab tõsise nakkuvusprobleemi ja värvikiht võib hiljem koos lakiga pinnalt irduda. Märg-märjale kruntimissüsteem sobib hästi pakiautode värvimiseks, kus kvaliteet ei pea olema nii kõrge, aga ajaline kokkuhoid suurte pindade värvimisel on tuntav.

Universaalsed täitevkrundid

Universaalseid täitevkrunte on võimalik kasutada erinevatel remontvärvimise protsessidel. Näiteks on võimalik ühte ja sama toodet kasutada nii isoleeriva aluskrundina, lihvitava täitevkrundina kui ka märg-märjale täitevkrundina.

Universaalsete kruntide seguvahekorrad võivad erinevate protsesside jaoks olla erinevad või kasutatakse alati sama seguvahekorda, kuid sel juhul erinevad on kihtide arv ja kihtide paksus. Siiski on universaalsed täitevkrundid mingil määral kompromiss ja spetsiaalselt pinna täitmiseks välja töötatud lihvitav täitevkrunt võimaldab kindlasti kahe pihustamiskihiga saavutada paksema krundikihi kui parima universaalse krundi puhul. Samuti jääb spetsiaalselt märg-märjale tööprotsessiks välja töötatud täitevkrundi pind peale pihustamist ühtlasem ja siledam kui universaalsel krundil.

Näide universaalse krundi kasutusvõimalustest (Glasurit 285-270):

Aluskrundina: 1 õhuke kiht, kihipaksus 10-20 µm

Täitevkrundina: ½ + 1 kiht, kihipaksus 50-70 µm

Lihvitava täitevkrundina: 2-3 kihti, kihipaksus 80-100 µm

Seguvahekord on selle krundi korral olenemata kasutusalast 5:1:1.

Täitevkruntide segamissuhtest. Sarnaselt aluskruntidele on ka autode remontvärvimise protsessis kasutatavate täitevkruntide komponentide seguvahekorrad toodud mahuvahekordadena ja krundi komponente ise segamisanumas kokku segades on alati oluline kasutada sama tootja mõõte-joonlauda, kelle materjalide töösegu valmistatakse.

Võimalusel soovitame kruntide segamisel alati kasutada värvisegamistarkvara abi, nii väldite võimalikke vigu. Tarkvara kasutades valite toote, sisestate sobiva töösegu koguse ja programm annab teile täpselt teada, millist komponenti, mis järjekorras ja kui palju segusse kallata.

Fotod 94, 95, 96 *- Täitevkrundi segamine, kasutades spetsiaalset segamissuhetega mõõduanumat*

3.6.5. Eriotstarbelised krundid

Lisaks eelpool käsitletud peamistele krunditüüpidele toodetakse ja kasutatakse ka mitmesuguseid kitsa kasutusalaga eriotstarbelisi krunte, näiteks:

- Nakkekrundid plastidele (***Vaadake peatükk 6.5 Plastide värvimine***);
- Isoleerkrundid *(i. sealer)* lihvimata aluspinnaga nakkumise saavutamiseks;
- Fluorestseeruvate värvide aluskrunt (mõnes värvisüsteemis);
- Vesialusel täitevkrundid, mida kasutatakse lahustitundlike pindade isoleerimiseks.

Näide krundi tehnilise informatsiooni lehest koos seletustega

Tehniline informatsioon

	Värvisüsteem	Näitab käsitletavat värvisüsteemi.	
	LOÜ(VOC) väärtus	Näitab orgaaniliste ühendite (lahustite) sisaldust krundi kasutusvalmis töösegus (**RFU – ready for use**).	
	Komponentide segamissuhe	Segamissuhe on antud värvimaterjali tootja mõõtejoonlaudade jaoks. Komponentide segamissuhe ja kasutatud protsendid on antud alati mahusuhte ja protsentidena. Komponendid ei tohi olla segatud kaalusuhte järgi. Kaalusuhte järgi segamisel ei saavutata korrektset tööviskoosust ega ka vajalikke värvimaterjali omadusi.	
	Kõvendi	Näitab kõvendeid, mida tuleb kasutada koos vastava värvimaterjaliga. Kõvendeid võib kombineerida erinevate lahustite (vedelditega), olenevalt viimistletava pinna suurusest ja temperatuurist.	
	Lahusti (vedeldi)	Näitab lahusteid (vedeldeid), mida tuleb kasutada koos vastava värvi-materjaliga. Lahusteid võib kombineerida erinevate kõvenditega, olenevalt viimistletava pinna suurusest ja temperatuurist.	
	Tööviskoossus pihustamiseks DIN 4 / 20°C juures	Värvi pihustamiseks vajalikku tööviskoossust mõõdetakse alati töösegul ja see on antud vastavalt DIN 4 viskosimeetri nõuetele. Tööviskoossusest sõltub materjali pealekandmise kvaliteet.	
	Töösurve Pihustamiseks Ülaanumaga värvipüstol	Värvipüstolite tootjad on läbi viinud testid, et leida antud värvimaterjalile sobivaim pihustamisotsik ja töösurve. Siin toodud andmete täpsel järgimisel on võimalik saavutada soovitud tulemus.	
	Pihustatavate kihtide arv	Soovitud kihipaksuse saavutamiseks pihustatav värvikihtide arv. Kui kaks värvimaterjali kihti pihustatakse ilma vahekuivatuseta üksteise järel, siis loetakse seda **üheks töökihiks.** Kui kahe kihi vahel on vajalik vahekuivamine, siis loetakse seda **kaheks kihiks.**	
	Vahekuivatus 20°C juures	Vahekuivatusaeg on aeg, mis on vajalik **lahustite lendumiseks** värvimaterjali kihist enne järgmise kihi pihustamist.	
	Kuivamine **20°C juures** **60°C juures**	Näitab toote kuivamisaega. 20°C juures 60°C juures	Siin toodud aja jooksul peab värvitud pind kuivama etteantud temperatuuril, sellele lisandub temperatuuri saavuta-miseks kuluv aeg.
	Infrapuna (lühilaine) (kesklaine)	Kuivamisajad infrapuna-kuivati kasutamisel.	Oluline on siin järgida etteantud temp. ja vahekaugust pinnast.

3.6.6 Kivikaitsematerjalid ja hermeetikud

Kivikaitsematerjale (ka kivikaitsemastiks, kivikaitsemass) kasutakse autokere piirkondades, mis on kõige rohkem ohustatud rataste alt lendavate kivikeste löökide poolt, näiteks karpide välispinnad, poritiiva servad, uste alumised servad ja rattakoopad. Kivikaitsematerjalid loovad värvikihi alla elastse kihi, mis summutab müra ja kaitseb aluspinda edukalt kivilöökide poolt tekitatavate läbivate vigastuste eest.

Kivikaitsematerjalid pihustatakse pinnale sõltuvalt viskoossusest ja soovitavast pinnastruktuurist, kasutades selleks kas spetsiaalset kivikaitsepüstolit või sobiva pihustamisotsikuga värvipüstolit. Kivikaitsematerjalid on reeglina peale kuivatamist ülevärvitavad.

Kivikaitsematerjalid jagunevad lahustipõhisteks ja vesipõhisteks materjalideks, mida kasutatakse valmis kujul või segatuna kõvendatud pinnavärviga. Selle õpiku piiratud mahu tõttu me antud peatükis kivikaitsematerjalide keemilisel koostisel ja kirjeldustel täpsemalt ei peatu.

Soovitame kivikaitsematerjalide valikul lähtuda kasutatava värvisüsteemi tootja soovitusest ja nagu ikka – hoiduda kõige odavamatest, hobikasutuseks mõeldud kivikaitsemastiksitest, suure tõenäosusega tuleb nende kasutamise järel mõne aja pärast töö uuesti ette võtta.

***Foto 97** – Rattakoopasse enne värvimist pihustatud kivikaitse*

***Foto 98** – Ülevärvitud kivikaitsematerjal poritiiva sees*

Viimastel aastatel on autotootjad hakanud kasutama oluliselt rohkem elastsuslisandiga krunte ja see on märkimisväärselt vähendanud vajadust kasutada remondil eraldi kivikaitsematerjale. Samuti on uute autode konstruktsioon selline, et kivikaitsemastiksite kasutamisvajadus on vähenenud. Siiski peaks automaaler olema võimeline valima ja pinnale kandma kivikaitsematerjali, mis sobib tehtava töö jaoks nii tehniliselt kui esteetiliselt.

Hermeetikuid kasutatakse pragude ja pleki liitepindade tihendamiseks, et tagada parem korrosioonikindlus, peatada niiskuse ligipääs kerekonstruktsioonidele ja sisepindadele ning tagada vajalik mürasummutus. Kui uued detailid (nt. uksed) saabuvad remonditöökotta tihendamata servadega, on tavaliselt automaalri ülesanne servad hoolikalt tihendada, jälgides ja kopeerides tehase originaalmastiksi laiust ja kuju.

Hermeetikud on tavaliselt kas polüuretaanmastiksid (PU) või polümeermastiksid. Eelistada tuleks kindlasti polümeermastikseid, sest nende kuivamisel ei teki järelkuivamist ning seda tüüpi mastiksid kuivavad lõpuni ka värvikihi all.

Pihustatavad hermeetikud on mastiksite eriliik, mille viskoossus on väiksem kui suure viskoossusega kerehermeetikutel. Seda tüüpi mastikseid saab pinnale kanda spetsiaalsete mastiksi pihustamise püstolitega ja tihti vajavad seda tüüpi mastiksid enne kasutamist veel ka soojendamist selleks mõeldud väikese elektrisoojendiga, et materjal oleks pihustamise ajal piisavalt vedel.

Pihustatavad hermeetikud võimaldavad täpselt kopeerida autotehaste poolt kasutatavate mastiksite kuju ja struktuuri ning tagavad tehasemastiksitega võrreldava kaitse mehaaniliste vigastuste ja korrosiooni eest.

Foto 99 *– Spetsiaalse otsikuga liitekohtadesse paigaldatav mastiks*

Foto 100 *– Pihustatava mastiksi kasutamine*

Mastiksite pihustamiseks on välja töötatud terve valik erinevaid otsikuid ja abivahendeid, mis võimaldavad tõepäraselt imiteerida erinevaid autotehastes pinnale kantud mastikseid. Täpse struktuuri ja kuju järeleaimamine võib olla küllalt keeruline ja nõuab automaalrilt head koorinatsiooni ja töövahendite tundmist.

NÕUANNE: Soovitame mastiksite paigaldamist ja pihustamist vanade detailide või kattepaberi peal eelnevalt harjutada, eriti enne nõudlikusse kohta mastiksi paigaldamist. Harjutamine teeb meistriks!

3.7. Viimistlusvärvimisel kasutatavad värvimaterjalid

Viimistlusvärvide liigitus. Pinnavärvid. Lakialused värvid. Kattelakid. Lisandained.

Õpiväljund: Õpilane omab põhiteadmisi autode remontvärvimisel viimistlusvärvimisel kasutatavatest materjalidest ja nende kasutusotstarbest.

Autode remontvärvimise viimases etapis kasutatavaid värvimaterjale võib eesti keeles nimetada koondnimetustega **viimistlusvärvid**. See nimetus pole ehk sisuliselt täiesti korrektne, kuid iseloomustab siiski kahte olulist aspekti – tegu on remontvärvimise viimases etapis e. viimistlusel kasutatavate värvimaterjalide e. värvidega.

Just viimistlusvärvid on see osa, mida on võimalik visuaalselt hinnata – nii värvus, läige kui struktuur on suhteliselt lihtsalt mõistetavad suurused ja kõik muud protsessis kasutatud värvimaterjalid on ju viimase värvikihi all peidus. Millest see viimane värvikiht siis koosneb?

3.7.1 Värvide liigitus

Viimistlusvärvide liigitus värvimisprotsesside järgi

Viimistlusvärvimisel kasutakse erinevaid värvimaterjale ja erinevaid meetodeid nende materjalide pinnale kandmiseks. Lihtsustatult võiks öelda, et viimistlusvärvid jaotatakse vastavalt viimistlus-värvimisel kasutatavate värvimaterjalide kihtide arvu järgi.

Kihtide arvule vastavalt liigitatakse värvimaterjalid kaheks süsteemiks:

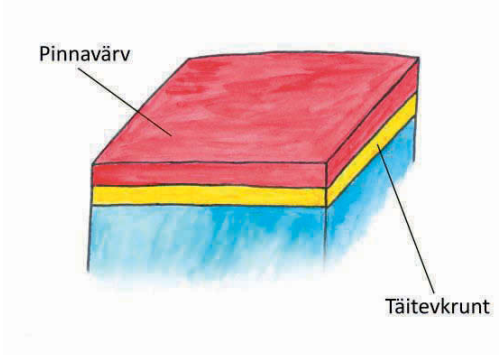
Ühe kihi pinnakate e. pinnavärv *(i .One-stage topcoat, Single-layer topcoat)*

Sellise värvkatte ehituse korral vastutab värvikiht kõigi värvkattele pandud ülesannete täitmise eest, nagu vastupidavus ilmastikule ja keskkonnamõjudele, pinna kõvadus ja elastsus, värvus ja läikeaste.

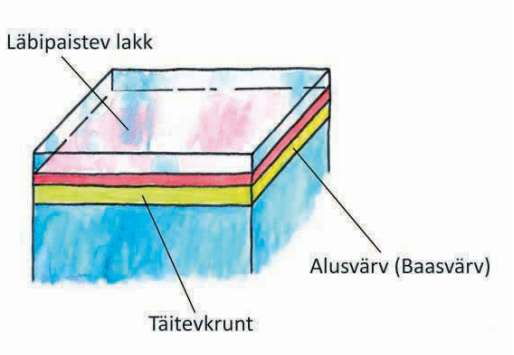
Kahe kihi pinnakate e. lakialune värv *(i. Two-stage topcoat, Basecoat/Clearcoat system)*

Sellise värvkatte ülesehituse korral vastutab **alusvärv e. baasvärv** *(i. basecoat)* värvkatte värvuse ja/või efekti tagamise eest. Kõikide muude omaduste eest vastutab läbipaistev, alusvärvi peale kantav **kattelakk** e. lakk

Autode remontvärvimisel kasutatav ühe kihi pinnavärv ja läbipaistev kattelakk on praktiliselt sama koostisega, tavaliselt 2-komponentsed akrüül- või polüuretaansideainel põhinev viimistlusvärv, ainult selle vahega, et kattelaki korral ei ole värvi sisse segatud pigmente.

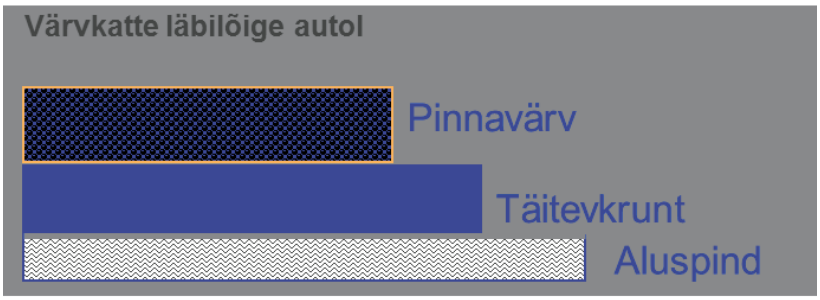


Joonis 23 *- Ühekihiline värvkate (1C)*



Joonis 24 *- Kahekihiline värvkate (2C)*

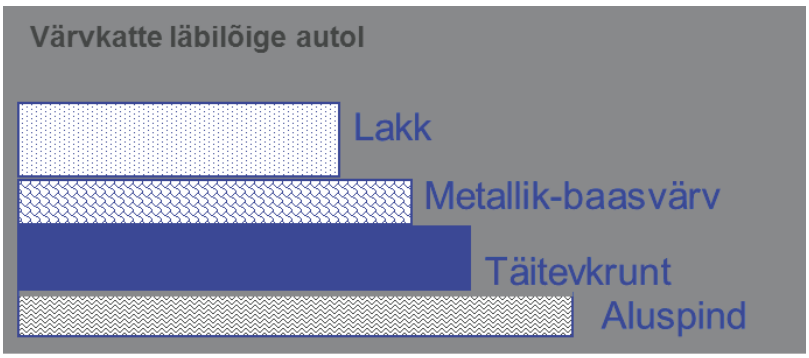
Pinnavärv (1C) - Ühe kihi pinnakatte korral kantakse ettevalmistatud pinnale kas ühes või mitmes järjestikulises kihis tugevalt pigmenteeritud värv. Selline värv kuivab tavaliselt 2-komponent värvile omase polümerisatsiooni tagajärjel ja jätab pinnale kõva, läikiva värvikihi. Ühe kihi pinnavärve (1C) kasutakse tänapäeval peamiselt paki- ja veoautode värvimisel.



***Joonis 25** – 1C värvipinna ehitus*

Alusvärv/kattelakk (2C) - Kahe kihi pinnakatte korral kantakse pinnale kõigepealt dekoratiivse otstarbega alusvärv. See protseduur töötati algselt välja peamiselt metallikvärvide lihtsamaks ja ühtlasemaks pinnale kandmiseks, kuid on tänapäeval kasutusel nii ühevärviliste- kui ka efektvärvide värvimisel. Alusvärv e. baasvärv kaetakse peale vahekuivamist kattelakiga, mis nakkub värvipinnaga keemiliselt. Praktiliselt kõik tänapäeva sõiduautod on värvitud sellist tehnoloogiat kasutades ning 95% Euroopas teostatavatest autode remontvärvimistöödest teostatakse samuti alusvärv/kattelakk protsessi kasutades.

Alates pärlefekt-pigmentidel põhinevate efektvärvide kasutuselevõtmisest on alusvärv/kattelakk – tehnoloogiat kasutatud ka nende värvide värvimisel. Kuna pärlefektvärvid on tihti madalama katte-võimega ja efekt saavutatakse täpselt ette nähtud kihtide arvu pinnale kandmisega, on siin oluline roll ka aluspinna värvusel, mis võib oluliselt mõjutada lõpptulemust.

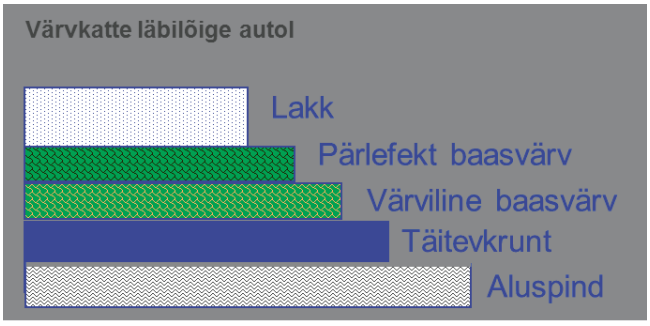


***Joonis 26** – 2C värvipinna ehitus*

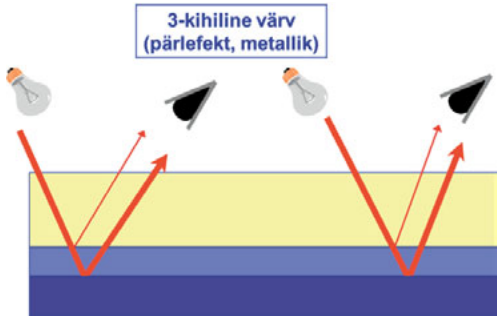
Alusvärv/Efektvärv/Kattelakk (3C) – Kolme kihi pinnakatte korral kantakse pinnale kõigepealt nn. **alusvärvi aluskiht** *(i. ground-color)*, mille ülesanne on tagada katvus ja anda aluspinnale vajalik toon või ka efekt. Alusvärvi aluskiht võib olla nii ühevärviline kui ka efekt-pigmente sisaldav.

Aluskihi kuivamise järel kantakse pinnale **alusvärvi efektkiht** *(i. effect-color)*, mis on tavaliselt pärlefekt- või eriefektpigmente sisaldav poolläbipaistev alusvärv. Peale mõlema värvikihi täielikku kuivamist kantakse pinnale läbipaistev kattelakk.

Kolme kihi värvisüsteemiga tehases viimistletud autode remontvärvimine on tunduvalt aeganõudvam protsess kui kahe kihi värvi korral, mõlemad alusvärvi kihid vajavad korralikku kuivatamist ja toonisobivuse tagamiseks on tavaliselt vajalik hajutada nii aluskiht kui ka efektkiht külgnevatele detailidele.

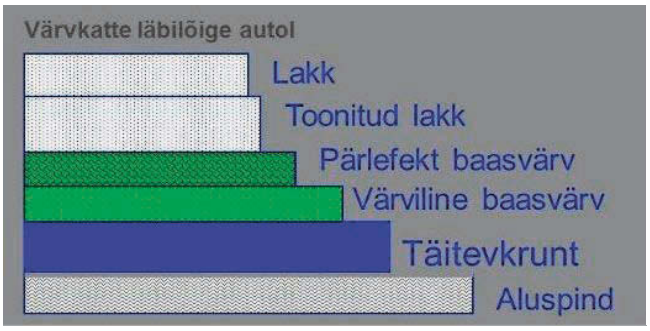


***Joonis 27** – 3C värvipinna ehitus*

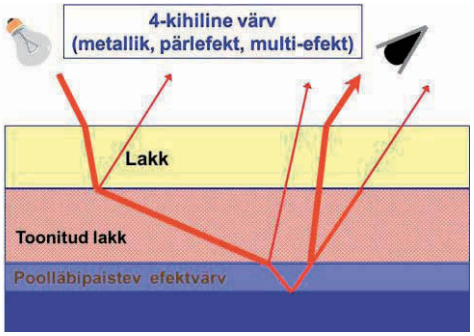


***Joonis 28** – Valguse peegeldumine 3C värvipinnalt*

Alusvärv/Efektvärv/Toonitud Kattelakk/Kattelakk (4C) – Nelja kihi pinnakatted on hakanud levima viimaste aastate jooksul ja nende värvide kasutamise eesmärgiks on saavutada auto värvipinna eriti efekte väljanägemine. Nelja kihi pinnakatete korral toimub värvimisprotsess tavaliselt samuti kui kolme kihi pinnakatete korral, kuid peale alusvärvi kihtide kuivamist lakitakse pind kergelt toonitud lakiga, et saavutada erilist, nn. „märja pinna“ efekti. Seejärel lakitakse pind veelkord, seekord juba läbipaistva kattelakiga. Läbipaistev kattelakk on siin vajalik selleks, et kaitsta toonitud lakki UV-kiirguse mõju eest. 4C- menetlusega tehases värvitud autode remontvärvimine on eriti keerukas, kuna igal kihil on oma osa kogutulemuse saavutamises ning väiksemgi eksimus võib tuua kaasa ebaõnnestumise.



***Joonis 29** – 4C värvipinna ehitus*



***Joonis 30** – Valguse peegeldumine 4C värvipinnalt*

Keemiliselt koostiselt jagunevad autode remontvärvimisel kasutatavad alusvärvid (baasvärvid) kaheks põhigrupiks:

1. **Lahustipõhised** alusvärvid *(i. solvent-borne basecoats)*
2. **Veepõhised** alusvärvid *(i. water-borne basecoats)*

Euroopa Liidus on autode värvimisel kasutatavate värvide lubatud lahustisisalduse maksimum-määraks 420 g/L. Teoreetiliselt pole määratud, millisel sideainel ja/või lahusti kombinatsioonil peavad alusvärvid põhinema, ainuke kriteerium on seesama 420 g/L. Tehniliselt on see lahustisisalduse määr nii madal, et selle piirnormi sisse jäämiseks on ainus võimalus kasutada veepõhiseid alusvärve.

Erinevad värvisüsteemide valmistajad kasutavad veepõhiste alusvärvide valmistamisel erinevaid sideaineid, kuid üks on sama - kasutatavaks lahustiks on põhiosas vesi. Tegelikult sisaldavad ka veepõhised alusvärvid alati teatud koguses orgaanilisi lahusteid, muidu pole pigmendi ühtlane jagunemine autovärvides lihtsalt võimalik. Kasutatakse spetsiaalse koostisega orgaanilisi lahusteid, mis on võimelised veega ühinema.

OLULINE! Lähtuvast sellest, et kogu Euroopa Liidus on lahustipõhiste alusvärvide kasutamine keelatud, keskendutakse selle raamatu kõigis osades ainult veepõhiste alusvärvide kasutamisele.

3.7.2 Viimistlusvärvide pigmendid

Viimistlusvärvimisel kasutatavad värvid võivad sisaldada mitmeid erinevaid pigmente. Pigmendid määravad valmis värvitöö värvuse ja efekti. Lakid pigmente ei sisalda.

Pigmendid võib jagada nelja põhikategooriasse:

- Ühevärvilised pigmendid *(i. solid pigments, uni-pigments)*
- Metallikpigmendid *(i. metallic-pigments, silvers)*
- Pärl-efekt pigmendid *(i. pearl-effect pigments, pearls)*
- Eriefekt pigmendid, tavaliselt eelmiste kombinatsioonid *(i. special-efect pigments)*

Ühevärvilised pigmendid

Ühevärvilised, nii pinnavärvides kui ka lakialustes värvides kasutatavad pigmendid on mineraalse või orgaanilise päritoluga, hea katvusega ja annavad värvikihile mingi kindla värvuse. Need pigmendid võivad olla näiteks punased, valged, rohelised või sinised.

Foto 101 *- Valge ühevärviline pigment*

Foto 102 *- Sinine ühevärviline pigment*

Metallikpigmendid

Metallikpigmendid on tegelikud väga peeneks jahvatatud alumiiniumlehekesed. Metallikpigmendid tagavad nii katvuse kui ka metallipinnaga sarnase peegelduse. See peegelduv efekt võib olla väga erinev, olenevalt alumiiniumosakeste suurusest, kujust ja paiknemisest kuivanud värvikihis.

Metallikpigmentide segamisel ühevärviliste pigmentidega saadakse näiteks metallik-sinine ja kuldne. Kui värvuses kasutatakse metallikpigmente ilma ühevärviliste pigmentidega segamata või kui nad sisaldavad väga vähe selliseid pigmente, kutsutakse neid värvusi **hõbedasteks või hõbehallideks.**

Metallikpigmentide tootmisest lähtuvalt on tulemuseks kandiliste ebaühtlaste servadega alumiinium-osakesed või suhteliselt korrapäraste servadega, litrikujulised alumiiniumosakesed. Viimased annavad valgust eri nurga alt peegeldades suurema heleda/tumeda efekti kontrasti ja neid on hakatud oma kuju tõttu hüüdma **„silverdollar-pigmentideks“.**

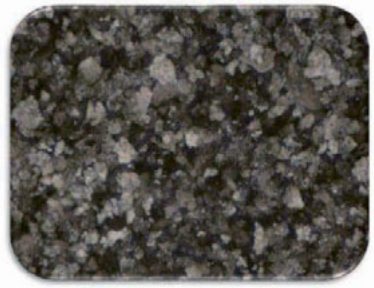


Foto 103 *- Metallikpigment - Silver*

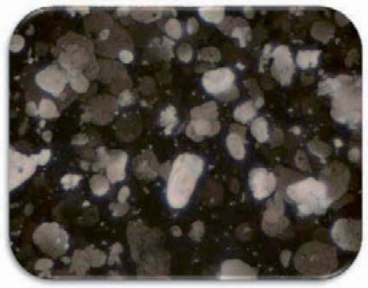
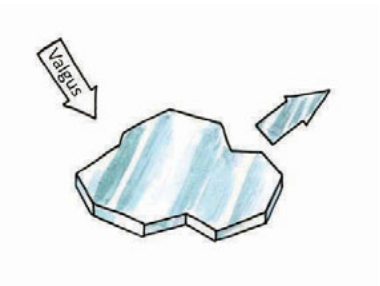


Foto 104 *- Metallikpigment - Silverdollar*



Joonis 31 *– Metallikpigmendi osake*

Pärlefekt-pigmendid

Pärlefekt- pigmendid (e. pärlmutter-pigmendid) toodetakse vilgukivist e. **micast**, mille lõhestamisel on võimalik saada eriti täpse paksusega imeväikesi liistakuid, mis kaetakse spetsiaalse protsessi käigus titaandioksiidi (TiO_2) või raudoksiidi (FeO) kihiga. Pärlefekt-pigmendid on poolläbipaistvad ega suuda seetõttu iseseisvalt katvat värvikihti moodustada. Seetõttu kasutatakse neid alati segatuna metallik-pigmentidega ja/või ühevärviliste pigmentidega. Ilma katvate pigmentide abita ei suuda pärlefekt-pigmendid aluspinda katta ja kuivanud värvikihi toon sõltuks täielikult aluskihi värvusest.

Kui valguskiired pärlefekt-pigmente läbivad, siis tekib, tänu valguse murdumisele ja peegeldumisele erinevate nurkade alt, väga efektne ja pidevalt muutuv kromaatiline efekt.

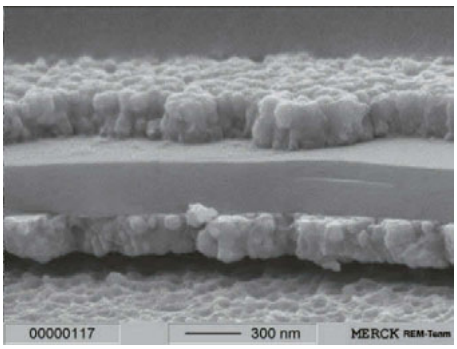
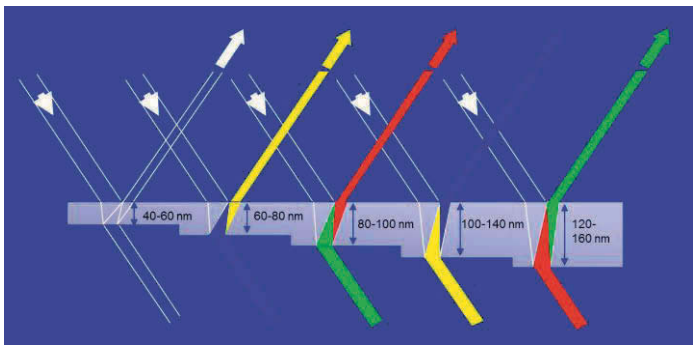


Foto 105 *- Titaandioksiidi kiht vilguosakestel*



Joonis 32 *- Efekti värvus sõltub alusmaterjaliks oleva vilgu paksusest*

Pärlefekt-pigmendi osakesele kantud oksiidikihi paksus määrab pärlefekti olemuse: valge, kollane, punane, sinine või roheline. Täpset seost pigmendiosakese mõõdu ja tekitatava efekti värvuse vahel võib näha ülal olevalt jooniselt.

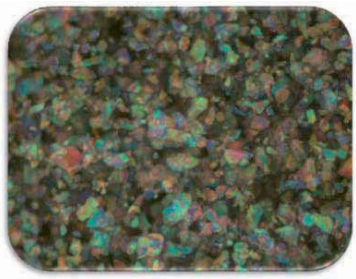


Foto 106 *- Valge pärlefekt-pigment*

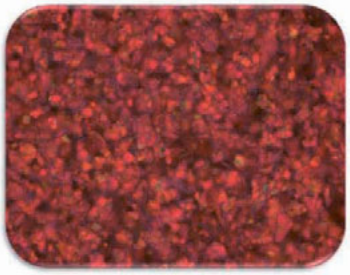


Foto 107 *- Punane pärlefekt-pigment*

Joonis 33 *– Pärlefekt-pigmendi osake*

Eriefekt-pigmendid

Viimase 10 aasta jooksul on pärlefekt-pigmentidele lisaks välja töötatud veelgi keerulisemalt valmistatud, valgust eri nurkade alt murdvad ja peegeldavad, nn. kombineeritud pigmendid. Tuntumad neist on firma **Merck KGaA**. poolt välja töötatud ja toodetavad **Xirallic**®- ja **Colorstream**®-pigmendid.

Foto 108 *- Näide Colorstream-pigmentide poolt tekitatud värvusefektidest*

Lisaks on kasutusel ka eriti tugeva efektiga, värvust dramaatiliselt muutvad **ChromaFlair®**-pigmendid, mida Eestis vahel ka kameeleon-pigmentideks nimetatakse. Selliste pigmentide tootmine on väga keerukas ja kallis ning seetõttu on ka neid pigmente sisaldavad eriefekt-värvid kordades kallimad kui tavalised metallikefekt värvid. Eriefektvärvide ülesanne on pakkuda autoostjale kordumatut värvipinna efekti ja rõhutada sellise värviga viimistletud autode eksklusiivsust. Eriefektvärvidega viimistletud autode remontvärvimine on metallikvärviga kaetud auto remondist kordades keerukam ning nende värvidega töötavad automaalrid vajavad suurt kogemuste pagasit ja väga heal tasemel väljaõpet.

OLULINE! Xirallic®, Colorstream® ja Cromaflair® – pigmentide nimetused on tegelikult kaubanduslikud tootenimed ega peegelda otseselt pigmentide koostist või valmistusviisi!

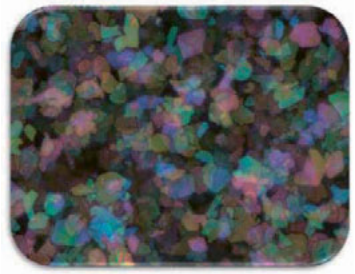


***Foto 109**- Satiin-valge Xirallic®-pigment*

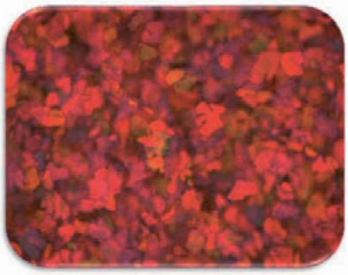


***Foto 110** - Satiin-punane Xirallic®-pigment*

3.7.3 Kattelakid

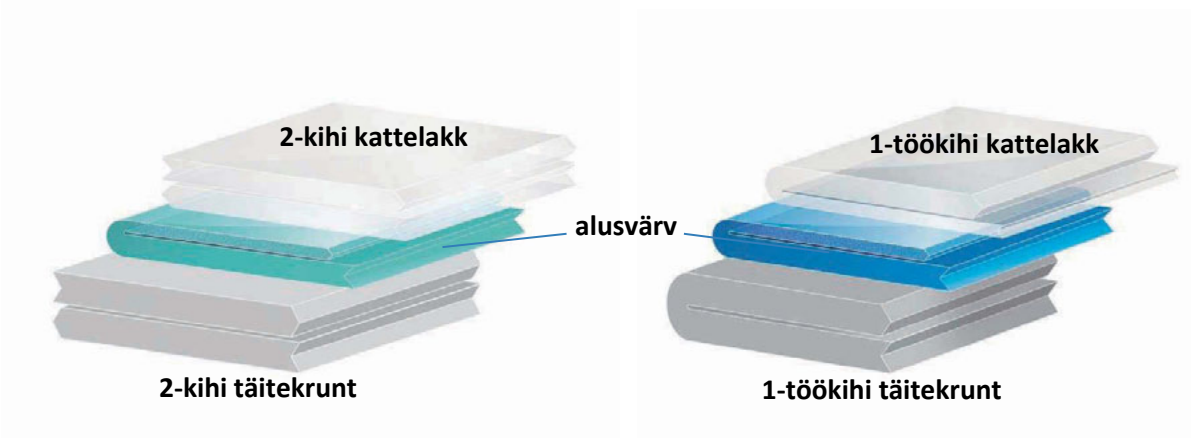
Kattelakkidel e. **lakkidel** on oluline roll autode väljanägemise koha pealt, sest just lakk on see, mis tagab pinnale läike ja füüsilise ning keemilise vastupidavuse. Hinnates auto värvkatte kvaliteeti, hindame tegelikult enamasti just pinnale kantud laki läiget, struktuuri ja tugevust. Tänapäeval on kõikide juhtivate autovärvisüsteemide valmistajate portfoolios lai valik lakke.

Autode remontvärvimisel kasutatavad lakid on enamasti 2-komponentsed, akrüül- või polüuretaan-sideainel põhinevad vedelad värvimaterjalid, mis kuivavad keemilise reaktsiooni (polümerisatsiooni) tagajärjel ja moodustavad alusvärvi pinnale sileda ning läikiva, täiesti läbipaistva kihi.

Ühe töökihi lakid – sellised lakid kantakse pinnale ühes kihis või kahes järjestikuses kihis pihustades, ilma vahekuivatuseta. Ühe töökihi lakid võimaldavad tööprotsessi oluliselt kiirendada, kuid nõuavad automaalrilt reeglina paremaid oskusi ja kõrgemal tasemel seadmeid. Juhtivad autovärvisüsteemide valmistajad on võtnud suuna ühe töökihi lakkide kasutamise suurendamisele, kuna sellel on otsene mõju värvitöökoja efektiivsusele.

Kahe töökihi lakid – lakk kantakse pinnale kahes järjestikuses kihis pihustades, kihtide vahel lastakse pinnal kuivada (lahustil lenduda) 2-10 min, olenevalt kasutatavast laki/kõvendi/lahusti kombinatsioonist, ja seejärel kantakse pinnale teine lakikiht. Kahe töökihi lakid, e. traditsioonilised lakid, on mingil määral lihtsamad kasutada, kuna esimese kihi ebaühtlust on võimalik teise kihiga parandada, kuid nende lakkide kasutamine on ajakulukam.

Viimastel aastatel on toimunud **olulised muutused autode remontvärvimise tehnoloogias** – mitmes kihis pinnale kantavad täitekrunt ja kattelakk asenduvad aina enam ühes töökihis pinnale kantava täitekrundi, alusvärvi ja kattelakiga. Ühes töökihis, ilma vahekuivatusteta pinnale kantavad värvimaterjalid kiirendavad oluliselt tööprotsessi ja vähendavad materjalikulu.



Joonis 34 *- Vasakul on näha kahe töökihi värvitehnoloogia, paremal aga moodne, ühe töökihi värvitehnoloogia*

Eriotstarbelised lakid

Kriimustuskindlad lakid *(i. scratch-restistant clearcoat v. ceramic-clearcoat*) – see on eraldi grupp lakke, mis põhinevad nanotehnoloogial - oluliseks sideaine koostisosaks on nano-suurusega (üliväikesed) läbipaistvad keraamilised osakesed, mis laki kõvenedes moodustavad koos sideaine ja kõvendiga eriti tugeva ja osaliselt isetaastuva pinna. Sellised lakid taastavad oma sileda pinna peale kergemate kriimustuste tekkimist temperatuuri toimel, kuna värvikihi osade vahel tekkinud nanoside säilib kergemate kriimustuste korral ja pind taastab päikesekiirguse soojuse toimel oma esialgse seisukorra. Mitmed autovalmistajad, näiteks Mercedes-Benz ja Lexus, kasutavad juba mõnda aega praktiliselt kõigi oma sõiduautode valmistamisel kriimustuskindlat lakki. Selliselt tehases värvitud autod kannavad tavaliselt vastavat märget ja nende remontvärvimisel on oluline kasutada sama tüüpi lakke, vastasel juhul võib tavalise lakiga kaetud pind aasta-kahe jooksul muutuda kulumise tagajärjel oluliselt matimaks kui ülejäänud, originaalvärviga auto. Nende lakkide kasutamine ei erine oluliselt tavaliste kattelakkide kasutamisest.

Mattlakid *(i. matt-clearcoat)*– teedel on aina enam näha liikumas mattpinnaga autosid ja praktiliselt alati tähendab see, et pindade viimistlemisel on kasutatud lakkimisel spetsiaalset, kuivades mati efekti tekitavat lakki. Reeglina on lakile lisatud spetsiaalset matistusainet, kuid tänapäeva autode üleni värvimiseks ette nähtud mattlakid on oma olemuselt tunduvalt keerukamad, sisaldades mitmeid lisaaineid, mis tagavad läikiva pinnaga sarnaselt vastupidava või sellest isegi tugevama mati lakipinna.

Foto 111 *- Mattlakiga kaetud Mercedes-Benz*

Foto 112 *- Õige matisusastme valimine*

Kergmetallide lakid *(i. alloy clearcoats)* – lakid mis on mõeldud spetsiaalselt halja alumiiniumi või mõne muu kergmetalli lakkimiseks. Kasutatakse peamisel poleeritud kergmetallvelgede lakkimiseks. Nendel lakkidel on võime kinnituda (liimuda) poleeritud metalli pinnale, mida tavalised lakid ei suuda, kuna ei teki piisavat nakkumist läikiva metallipinna ja kuivanud lakikihi vahel.

2K pinnavärvide ja 2K lakkide segamissuhted

Sarnaselt muudele 2-komponentsetele (2K) värvimaterjalidele on ka autode remontvärvimise protsessis kasutatavate pinnavärvide ja lakkide komponentide seguvahekorrad toodud mahu-vahekordadena ja värvimaterjali komponente ise segamisanumas kokku segades on alati oluline kasutada sama tootja mõõtejoonlauda, kelle materjalide töösegu valmistatakse.

Võimalusel soovitame nii pinnavärvide kui ka lakkide segamisel komponentidega (kõvendi, lahusti ja lisandained) kasutada alati värvisegamistarkvara abi, nii väldite võimalikke vigu.

3.7.4. Viimistlusvärvimise lisandained

Lisandaineid kasutatakse pinna erinevate omaduste saavutamiseks (struktuurne/matt pind) või tavapärasest erinevast materjalist pindade (plast, komposiit) värvimiseks. Põhilised lisandained on alljärgnevad:

- **Elastsuslisand** *(i. elastic-additive*)

  Vastavalt nimetusele, annab värvile või krundile lisaelastsuse, mis väldib värvipinna mõranemist vibratsiooni või väiksemate kokkupõrgete korral. Vähendab ka kivilöökide kahjustavat mõju värvipinnale. Kasutatakse väga laialdaselt põrkeraudade, spoilerite, karbilaiendite ja ukseliistude värvimisel.

  Lisatakse kahekomponentsetele toodetele enne kõvendi lisamist ja pihustamist;

- **Struktuurlisand** *(i.structure additive)*

  Annab värvipinnale tekstuurse ilme. Liigituvad tavaliselt peene ja jämeda struktuuriga lisanditeks. Kasutusala: liistud, kaubikute ja pakiautode põrkerauad;

- **Mattlisand e. matisti** *(i.matting agent*)

  Kasutatakse peamiselt lakkides ja 2K pinnavärvides. Annab võimaluse saavutada vajalik matisuse/läike aste. Vajadusel kasutatakse koos tekstuurlisandiga;

- **Alusvärvi muundaja või kõvendi** *(i. engine bay converter, basecoat hardener)*

  Lisaaine või spetsiaalne kõvendi, mis muudab lakialuse baasvärvi ka ilma lakkimata kasutatavaks. Kasutatakse mootoriruumi, kapoti sisepinna ja muude sisepindade värvimisel.

- **Silikooniaukude vastane lisand, ka „antisilikoon“** *(i. antisilicone, silistop*)

  Lisatakse kahekomponentsetele värvidele ja lakkidele juhul, kui mingil põhjusel tekivad materjali pihustamisel pinnale silikoonikraatrid. Ei sobi kasutamiseks selleks, et kompenseerida pidevalt halvas korras olevast suruõhusüsteemist tingitud probleeme.

- **Voolavuse vähendaja rulli ja pintsliga värvimiseks** *(i. roll and brush additive*)

  Võimaldab värvi või krundi konsistentsi „paksemaks“ muuta ehk annab võimaluse materjali pintsli või rulliga pinnale kandmiseks. Kasutatakse peamiselt tööstus- või rasketehnika värvimisel, kus värvipinna kvaliteet pole eriti oluline.

- **Kiirendi** *(i. accelerator*)

  Kiirendit lisatakse, kui värvimistöökoja temperatuur on väga madal või on tarvis värvida kiirelt väikeseid pindu. Kiirendi kasutamine võimaldab sel juhul saavutada värvkatte lõpliku kuivamise tunduvalt kiiremini. Kasutatakse nii kruntides, 2K pinnavärvides kui ka lakkides. Kiirendi kasutamine mõjutab tavaliselt kuivanud värvipinna kvaliteeti, vähendades läiget.

- **Kasutusaja pikendaja** *(i. potlife extender*)

  Lisaine, mis pikendab valmissegatud kahekomponentsete (2K) toodete kasutusaega. Kasutatakse näiteks suurte pindade värvimisel, kui eelnevalt tuleb kogu värvikogus valmis segada. Lisand ei muuda tavaliselt pihustusviskoossust ja lõplikku kuivamisaega.

- **Hajutuslahusti** *(i. fade-out thinner, spot blender)*

  Kahekomponentsete toodete (näit. pinnavärvi või laki) sujuva ülemineku saavutamiseks kasutatav lahusti, mis aitab pihustatud värvimaterjalil sulada vana värvipinna sisse. Saadaval ka aerosoolpakendis.

- **Alusvärvi hajutusaine** *(i. basecoat blender, Color Blend)*

  Spetsiaalne hajutusaine, mida kasutatakse alusvärvi hajutamisel metallikefekti sujuva ülemineku saavutamiseks ja pinna ühtlaseks märgamiseks. Tavaliselt on tegu sama tüüpi alusvärviga, mida kasutatakse, kuid sellest puuduvad pigmendid.

- **Tooner** *(i. tinter, colourant*)

  Kruntide toonimiseks mõeldud suure intensiivsusega värvaine. Tänu kontsentreeritud pigmentide sisaldusele lisatakse toonerpastat tavaliselt väga väikeses koguses - maksimaalselt 3%. Võimaldab toonida paljusid 2K pinnavärvidega segatavad toonkrunte.

OLULINE! Lisandainete kasutamisel on äärmiselt tähtis tutvuda toodete tehniliste kasutusjuhenditega enne nende kasutamist, et mitte eksida värvimaterjali valmistamisel ja kasutamisel.

Lisandainete lisamine 2K värvimaterjalide tööségusse

Üldiselt lisatakse lisandained värvimaterjalile enne kõvendi ja lahusti (vedeldi) lisamist. Näiteks, kui soovime segada 1 liitrile lakile vastavat plastitseeritud tööségu ja tehnilise kasutusjuhendi järgi on vaja lakile lisada elastsuslisandit 10%, siis toimiks see järgmiselt.

Laki tavaline segamissuhe on 2:1+10%, see tähendab et 1L lakile tuleb lisada 0,1 Liitrit (10%) elastsuslisandit ja saadud kogus 1,1 liitrit kõvendada 2:1, ehk lisada kõvendit 0,55 L. Kokku saame 1,65 Liitrit segu, mille õigele tööviskoossusele viimiseks on vaja eelnevalt saadud segule lisada veel 10% lahustit e. 0,165 Liitrit. Kokku saame pihustamisvalmis tööségu seega 1,815 Liitrit.

Juhul, kui kasutatakse teist tüüpi segamissuhete tähistust (näit. Glasurit, RM) näeks sama arvutus välja järgmine:

Laki tavaline segamissuhe on 2:1:1, see tähendab et 1L lakile tuleb lisada 0,1 Liitrit (10%) elastsuslisandit ja saadud kogus 1,1 liitrit kõvendada 2:1, ehk lisada kõvendit 0,55 L (2:**1**:1). Kokku saame 1,65 liitrit segu, mille õigele tööviskoossusele viimiseks on vaja saadud segule lisada veel 0,55 liitrit lahustit (4:1:**1**). Pihustamisvalmis tööségu saame sel korral 2,2 Liitrit.

OLULINE! Peale lisandaine lisamist värvimaterjalile tuleb need omavahel korralikult läbi segada ja alles seejärel lisada kõvendi ning lahusti. Kui see tegemata jätta, siis võib kõvendi reageerida värvimaterjali asemel kõigepealt läbi segamata lisandainega ja lõpptulemuseks võib olla lõplikult kuivamata värvipind või muud tehnilised probleemid.

3.8. Värvimaterjalide ladustamine ja jäätmekäitlus

Ladustamise nõuded. Jäätmete kogumine ja ettevalmistus utiliseerimiseks.

Õpiväljund: Õpilane omab põhiteadmisi autode remontvärvimisel kasutatavate värvimaterjalide ladustamise ja jäätmete käitlemise nõuete ja nende rakendamise kohta.

Eelnevate peatükkide käigus oleme tutvunud paljude erinevate remontvärvimisel kasutatavate värvimaterjalidega ja puutunud kokku ka nende keemilise koostisega. Nagu arvata võite, sisaldavad enamus professionaalseks kasutamiseks mõeldud värvimaterjalid vähemal või suuremal määral ohtlikke aineid ja ühendeid. Samuti on ohtlikud, nii keskkonnale kui ka töötajatele, nende värvimaterjalide jääkidega küllastunud puhastuslapid, kindad ja muud töövahendid. Vaatleme allpool võimalikke ohte, nende vältimist ja jäätmete käitlemist veidi lähemalt.

Seoses värvimaterjalide kasutamisega (ladustamine, segamine, pihustamine ja jäätmekäsitlus) võivad tekkida järgmised **peamised ohuliigid**:

- tule- ja plahvatusoht;
- oht ümbritsevale keskkonnale (õhk ja vesi);
- oht töötajate tervisele.

Selles peatükis keskendume just värvimaterjalide ladustamisel ja jäätmekäitlusel tekkida võivatele ohtudele ja nende vältimisele.

3.8.1 Ohud ja nende vältimine värvimaterjalide ladustamisel

Tule- ja plahvatusoht ladustamisel

Ebakorrektsel värvimaterjalide ladustamisel on peamiseks ohuliigiks just tule- ja plahvatusoht. Enamus värvimaterjalidest sisaldab kergestisüttivaid kemikaale, peamiselt orgaanilisi lahusteid, ning nende vale käitlemine, ladustamine ja jäätmete käsitlemine võib viia tõsiste tagajärgedeni.

Tööandja kohustus on selgitada välja omavahel kokku sobimatud kemikaalid, ladustatavad kogused, lao sobilikkus ja korrasolek. Ladustamise ja jäätme käitlemise planeerimisel tuleb arvestada pakendite või anumate lekkimise võimalusega. Koostatakse juhendid plahvatusohtlike ja kergelt süttivate ainete hoidmistingimuste ja jäätmete ladustamise kohta, kontrollitakse tulekustutite ja muude tulekustutusvahendite vastavust nõuetele ning nende arvu, paigaldatakse vajalikud ohutusmärgid.

Kuidas vältida tuleohu teket värvimaterjalide ladustamisel ja jäätmete käitlusel:

- Värvimaterjale võib ladustada ainult selleks ette nähtud ruumides – tavaliselt värvilaborites või spetsiaalsetes värvimaterjalide ladudes, kus on tagatud vajalik ventilatsioon selleks, et ruumis ei saaks tekkida ohtlikku lahustiaurude kontsentratsiooni. Samuti on sellistes ruumides nõutav sädemevabas teostuses lülitus ja vastava ohutusklassi valgustite kasutamine.
- Värvimaterjalide ladustamisel värvilaboris tuleb kinni pidada labori valmistaja poolt näidatud maksimaalsest lubatud ladustatavate värvimaterjalide kogusest ja seda mitte ületada.
- Vältima peaks värvimaterjalide ladustamist värvikambris, kruntimisalas või eeltööalas. Peale kasutamist sulgege kohe värvimaterjalide anumad ja viige need värvilaborisse või –lattu.
- Hoidke alati kõik värvimaterjalide anumate ja purkide kaaned tihedalt suletuna, nii väldite neis sisalduvate lahustite lendumist ja lahusti kontsentratsiooni tõusu ruumis või ruumi osas.

- Igasugust sädemete tekkimise võimalust värvitöökojas, eriti aga värvilaboris ja –laos peaks vältima. Terasest põrandarestid ja seadmete alumised osad peaksid olema kuumtsingitud ja töötajate jalanõude taldadel ei tohiks olla metallosi.

- Suitsetamine, lahtine leek ja sädemeid tekitavate seadmete ning tööriistade kasutamine on värvitöökojas täilikult keelatud.

- Värvimaterjalide ladustamise ja käitlemise ruumides tohib kasutada ainult sädemeid mittetekitavas teostuses elektrimootoreid ja nende lülitussüsteeme. Kõrge lahusti-kontsentratsiooni võimaliku tekkimise korral või otseselt värvimaterjalidega töötamiseks võib kasutada ainult plahvatuskindlas teostuses mootoreid (Ex-kaitseklass).

- Värvimaterjalide segamise ja ladustamise ruumid, neis asetsevad töölauad, samuti ruumis asetsevad elektriseadmed, peavad alati olema maandatud.

All olevas tabelis on välja toodud erinevad tulekustutusvahendid ja nende kasutusalad:

	Vesi (VEDELIK)	Co2 (GAAS)	Kuiv pulber (PULBER)	Haloon (GAAS)
A Ordinary Combustibles	✓	✓	✓	✓
B Flammable Liquids	X	✓	✓	✓
C Electrical Equipment	X	✓	✓	✓

Veendu et kõik töötajad on teadlikud Tulekustutite asukohtadest ja et neid on õpetatud kustuteid õieti kasutama.

Tulekustutite hooldusgraafikut tuleb rangelt jälgida!

Tööandja esindajal peab olema piisav teave kasutatavate värvimaterjalide omaduste ja ohtlikkuse kohta ning ta peab tagama nende turvalise kasutamise, ladustamise ja jäätmete käitlemise ettevõttes. Kasutusel ei tohi olla värvimaterjale või muid kemikaale, mille pakendil pole Kemikaaliseadusega kehtestatud nõuetekohast märgistust ja millel puuduvad ohutuskaardid.

Keskkonnareostus ladustamisel

Värvimaterjalide mittekorrektsel ladustamisel on võimalik ka keskkonnareostuse teke.

Seetõttu selgitatakse reostuse tekkimise võimalus ja määratakse reostuse vähendamisega tegelemise järjekord (õhu-, vee-, pinnasesaaste) ning kinnitatakse saaste neutraliseerimise meetodid (näiteks lahustite, kõvendite ja värvide laialivalgumine, lahustite lendumine vms.), saaste kõrvaldamise vahendid ja meetodid, saastatuse jälgimise kord ja juhusliku saaste riski kontrollimine.

3.8.2 Ohtlike jäätmete käitlemine – kogumine ja ettevalmistus utiliseerimiseks

Värvimaterjalide kasutamisel tekivad tahes-tahtmata mitmesugused jäägid, nii vedelad kui ka tahked ning need jäätmed tuleb võimalikult ohutult liigitada, koguda ja utiliseerida.

Erinevad ohtlikud jäätmed värvitöökojas

2-komponentsete värvimaterjalide komponendid, mida pole veel kokku segatud, moodustavad ühe ohtlikeima jäätmeliigi värvitöökojas. 2-komponentsete värvimaterjalide töösegud on oma ohtlikkuselt väiksema tähtsusega, kuna polümeriseerumise tagajärjel kaotavad nad oma ohtlikkuse maksimaalselt ööpäeva jooksul. Siiski on vedelas olekus oleva materjali puhul tegu ohtlike jäätmetega. Ohtlike jäätmete alla liigituvad samuti puhastus- ja värvimaterjalidega saastatud kaltsud, kindad ja tööriided, samuti kattepaberid ja teibid. Oluliseks ohuallikaks on ka tööriistade pesuseadmetes kasutatud pesulahusti.

Jäätmekäitluse planeerimine ja teostus

Jäätmekäitlust planeerides hinnatakse kõigepealt, kas on võimalik jäätmete üldist kogust vähendada. Kehtestatakse kord jäätmete kogumiseks ja sorteerimiseks, selgitatakse välja taaskasutuse ja ümber-töötlemise võimalused. Ohtlikke jäätmete kogumiseks paigaldatakse värvitöökotta, hästi ventileeritud aladele Ohtlike Jäätmete kogumise konteinerid, mis on suletavad ja vajadusel ka ühendatud ventilatsioonisüsteemiga. Ventilatsiooniga ühendamise vajadus määratakse riskianalüüsi tulemusena, konsulteerides keskkonnaspetsialistiga. Konteinerite kasutamisel tuleb värvimaterjalid tehniliselt eristada ja paigaldada vähemalt kahte eri tüüpi konteinerid:

- Veepõhiste värvimaterjalide jääkide ja anumate kogumiseks.
- Lahustipõhiste värvimaterjalide jääkide ja anumate kogumiseks.

Ohtlike jäätmete säilitamiseks sobib tihti ka toote enda algupärane pakend või nõu, millele kirjutatakse ettevõtte nimi ja märge “Jäätmed”.

Ohtlike jäätmete kogumiseks on vajalik sõlmida leping ohtlike jäätmete kogumise ja hävitamisega tegeleva, vastavat luba omava ettevõttega, kes regulaarselt tühjendab täitunud konteinerid. Jäätmete koguste, transpordi ja äraviimise kohta lepingulise käitleja poolt peetakse päevikut. Kõik jäätmed sorteeritakse, hoiukohad ja –nõud märgistatakse korrektselt. Töötajatele tehakse selgeks viisid, kuidas jäätmeid õigesti paigutada ja käidelda.

Tule- ja plahvatusoht jäätmekäitlusel

Ka värvimaterjalide jäätmete käitlemisel on oluline vältida tule- ja plahvatusohtu. Liiga suure koguse tuleohtlike jäätmete ladustamisel on otsene mõju nii tule- ja plahvatusohu tekkimise võimalusele kui ka tulekahju tekkimisel selle kustutamise keerukusele. Suured kogused ära viimata värvijääke võivad tulekahju puhkemisel oluliselt raskendada selle kustutamist ning jääkide põlemisest võivad tekkida mürgised ühendid. Seetõttu on väga oluline ladustada ohtlikke jäätmeid minimaalselt ja lühikese aja jooksul ehk süstemaatiliselt tühjendada ohtlike jäätmete kogumiseks mõeldud konteinerid ja vedelaid värvijääke sisaldavad anumad.

<u>Kuidas vältida tuleohu teket värvimaterjalide jäätmete käitlemisel:</u>

- Kasutage värvimaterjalide vedelate jääkide kogumiseks nõrutusrestiga, suletavaid anumaid või spetsiaalset jäätmekäsitluskappi, kus eri tüüpi materjalide jääkidele (veepõhised ja lahustipõhised) on oma osakond, nii et eri tüüpi materjalid ei saaks kokku puutuda.
- Kasutage värvimaterjalide komponentide jääkidega saastunud tühjade anumate kogumiseks spetsiaalseid, suletavaid kogumiskaste, millel on kiri „Ohtlikud jäätmed“.

- Kasutage värvimaterjalidega saastunud kaltsude ja ühekordse kasutusega töövahendite kogumiseks spetsiaalseid, suletavaid kogumiskaste, millel on kiri „Ohtlikud jäätmed“.
- Kasutage seadmete ja tööriistade pesemiseks ja puhastamiseks spetsiaalseid suletuid puhastussüsteeme ja puhastusmasinaid, ärge kunagi kallake värvijääke kanalisatsiooni, isegi kui tegu on veepõhiste värvimaterjalide jääkidega.
- Koguge kasutatud pesulahusti hästi suletavasse metallanumasse ja ärge ladustage kasutatud lahustit värvitöökojas üle 40 liitri.

Keskkonnareostus jäätmekäitlusel

Samuti nagu ka värvimaterjalide ladustamisel, on ka ohtlike jäätmete käitlemisel võimalik keskkonna-reostuse teke. Peamine oht on siin vedelate värvimaterjalide jääkide valamine kanalisatsiooni ja jäätmete ladustamine välja, kus ilmastikumõjude tõttu on võimalik kasutatud jäätmeanumate lekkimine või purunemine, mille tagajärjel võib tekkida keskkonnareostus.

Heakord ja koristamine värvitöökojas

Heakord on värvitöökoja ohutu ja efektiivse toimimise lisatingimus, vajalik selleks, et vähendada töökohtade ja keskkonna võimalikku saastet ning töötajate ohustatust. Ka koristamise viis peab olema ohutu, kõik koristamisel kasutatavad vahendid tuleb korralikult puhastada ning tekkiv tolm, vedel saaste ja praht tuleb utiliseerida ohtlike jäätmetena või koguda vastava märgistusega konteineritesse. Koristusjääkide utiliseerimine toimub samuti nagu värvimaterjalide ja kemikaalide jäätmete puhul.

Ohutuskaardid ja pakendite märgistus

Värvitöökojas kasutatavate värvimaterjalide kohta saab esmase teabe pakendi märgistuselt ja toote ohutuskaardilt. Kemikaalidele on omistatud ohutunnused piltsümbolitena ja riski- ning ohutuslaused. Riskilaused kirjeldavad kemikaali poolt tekitatavat kahju ja ohutuslaused töötervishoiu, tuleohutus-, ventilatsiooni-, kaitsevahendite- ja jäätmekäitluse juhiseid.

Vedelikud keskmise süttivusastmega –nende toodete leekpunkt on 21°C - 55 °C. Aurud ja toode ise võivad süttida kokkupuutel tule või sädemetega.

Kergestisüttivad vedelikud - nende toodete leekpunkt on alla 21°C. Lahustiaurud ja toode ise võtavad tuld ka väga lühiajalisel kokkupuutel sädemetega, näiteks võib piisata ühest elektrisädemest!

Oksüdeerivad tooted reageerivad väga kergelt teiste toodetega ja võivad seetõttu põhjustada ülekuumenemist, rõhu tekkimist anumas ning lõpuks plahvatuse ja tulekahju.

Need tooted on eriti agressiivsed kokkupuutel naha ja limaskestadega. Kontakt võib põhjustada raskeid põletusi.

Mürgised tooted on eriti ohtlikud inimese tervisele allaneelatuna, sissehingatuna või kontaktis kaitsmata nahaga.

Samuti kahjulik tervisele aga vähem tõsiste tagajärgedega või mürgised ainult pikaajalisema kokkupuute tagajärjel.

Värvimaterjalide hankimine

Värvimaterjalid, mis omavahel kokku sobivad, moodustavad nn. värvisüsteemi. Et värvimaterjalide hankimine oleks tulemuslikum, oleks mõistlik arendada püsisuhteid kindlate partneritega. Sellised püsisuhted loovad eelduse usaldusele üksteise suhtes ja tagavad tõhusama koostöö pakutavate värvisüsteemide valikul, tarnel, töötajate koolitamisel ja tekkinud probleemide lahendamisel. Samuti aitavad kogenud tarnijad värvitöökojal koostada riskianalüüse, varustavad töökoda vajaliku informatsiooniga ning abistavad keskkonnakaitse aruandluse koostamisel.

Ettevõttes on soovitatav koostada andmebaas värvimaterjalide valmistajate, maaletoojate ja müüjate kontaktandmetega.

Vältima peaks värvimaterjalide soetamist jaekaubandusvõrgust, seal müüdavad materjalid ei ole mõeldud professionaalseks kasutamiseks, veelgi enam - jaekaubandusvõrgus on professionaalseks kasutamiseks mõeldud materjalide müük keelatud. Kui siiski ostetakse värvimaterjale jaevõrgust, peab müüja ostja nõudel väljastama müüdud toote kohta kasutusjuhendi ja ohutuskaardi või peab vastav info olema täies mahus trükitud toote pakendile kohalikus keeles.

Värvimaterjalide kasutamiseks, ladustamiseks ja utiliseerimiseks vajalikud load

Kemikaalide käitlemiseks (ladustamiseks, kasutamiseks ja utiliseerimiseks) peab värvitöökoda omama vajalikke lubasid, mille taotlemisel tutvutakse ettevõtte tegevusega, ohutusalase valmisolekuga ja koostatud riskianalüüsiga ning selle alusel väljastatakse erinevad tegevuseks vajalikud load ning viiakse nendele vastavalt läbi plaanilisi ja erakorralisi kontrolle.

Kontrollitakse:

- kas on olemas vajalikud keskkonnaload (jäätme- ja saasteluba, lepingud);
- kas on olemas kemikaalide kasutamist puudutavad load, kas load on kehtivad;
- kas on vajalik luba ohtlike kemikaalide käitlemiseks või ladustamiseks ja kas see on olemas;
- lubade säilitamise korda;
- kas tuleohutuse tagamiseks on kõik nõuetekohaselt korraldatud;
- kas töötajad järgivad ohutusjuhendite nõudeid, kas kasutatakse isikukaitsevahendeid (millal kontroll viimati läbi viidud, mida avastati, kas ettekirjutused on täidetud);
- kas tegevus- ja sisekontrolli plaani on vaja korrigeerida.

Ametlikud load, kontrollimiste protokollid ja aktid peab värvitöökoja juhtkond säilitama vastavuses nendele kehtestatud säilitamise aegadele. Plaaniliste kontrollide käigus kontrollitakse ka eelnevate ettekirjutuste täitmist ja nende tõhusust.

MOODUL 3. Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks

OSA 1

- Mida määratleb Euroopa direktiiv – 2004/42/EL?
- Milline on Euroopa Liidus lubatud maksimaalne lakkide lahustisisalduse määr?
- Kas tähis EX tähendab sama mis tähis CE?
- Miks oli vaja määrata Euroopa Liidus autode remontvärvimisel kasutatavatele värvimaterjalidele lahustisisalduse piirmäärad?

OSA 2

- Millist puhastusainet tuleks kasutada plasti pinna puhastamisel?
- Kas auto eelpesuks kasutatav puhastusaine on sobiv kasutamiseks ka pinna ettevalmistamiseks enne värvimist veebaasil alusvärviga?
- Mitme lapiga peaks pinda puhastama enne värvimist?
- Milline on silikoonieemaldi otstarve?
- Kuidas kantakse silikoonieemaldi puhastamisel pinnale. Kas selleks on erinevaid võimalusi või mitte?

OSA 3

- Milline maalriteip on sobivaim kasutamiseks kujundite värvimisel auto pinnale?
- Millise maksimaalse temperatuurini peavad maalriteibid vastu pidama?
- Nimeta nõuded automaalri töös kasutatavale kattepaberile.
- Kas kattekile kasutamine on alati eelistatud kattepaberi kasutamisele?
- Mida kujutab endast ühe-etapiline katmine?

OSA 4

- Millist tüüpi kattega (tihe, hõre, poolhõre) lihvmaterjali tuleks kasutada pahtli lihvimisel?
- Milline on abrasiivi lubrikantkihi ülesanne?
- Kirjelda, mida tähistavad lihvmaterjali kareduse tähises P240 täht „P“ ja number 240.
- Milline on pinnatud abrasiivi ja *non-woven* materjalide toimimise põhiline erinevus?
- Kirjelda, mille poolest erinevad masin- ja käsilihvimise kriimud ja mis on selle põhjuseks.
- Kas lihvketas karedusega P320 sobib lihvimiseks veepõhise alusvärvi alla?
- Mis tüüpi materjalist on valmistatud lihvvill?
- Millega kantakse pinnale pihustatavat mastiksit?

OSA 5

- Mis on värvimaterjalid?
- Milline on 1K ja 2K värvimaterjalide erinevus?
- Kuidas liigitatakse värvimaterjalid kuivamise järgi?
- Loetle eeltöös kasutatavad värvimaterjalid.
- Milline on lahusti- ja veepõhiste värvimaterjalide erinevus?
- Milliste värvimaterjalide koostises kasutatakse viimistluspigmente?

OSA 6

- Millised on pahtli ülesanded?
- Millised on aluskrundi ülesanded?
- Millised on täitevkrundi ülesanded?
- Miks kasutatakse erinevat värvi täitevkrunte?
- Millise tüüpi aluskrundi peale on lubatud pahteldada ja miks?
- Milline on tehnoloogiline erinevus lihvitavate ja märg-märjale kasutatavate täitevkruntide vahel?
- Kas toonkrundi kasutamine on alati vajalik?

OSA 7

- Kuidas liigitatakse värvid kihtide arvu järgi?
- Mis tähendab „lakialune värv“
- Kas lakk nakkub alusvärvi pinnaga keemiliselt või füüsiliselt?
- Milline võib olla põhjus, kui lakikiht irdub alusvärvi küljest?
- Milline roll on pigmendil värvide koostises?
- Milline neist pole pigment – Xirallic, Colostream, Racing Star, Metallic, Pearl ?
- Mida tähendab sõna Xirallic?
- Kas autode seeriavärvimisel kasutatakse ainult läikivaid lakke?
- Mida tähendab „1-töökihi lakk“?
- Milline on elastsuslisandi ülesanne?
- Kui laki segamissuhteks on antud 2:1 + 10% ja alustate segamist 1 liitrist lakist, siis millise koguse laki töösegu lõpuks saate?
- Kas lahustit lisatakse esimesest komponendist arvutatuna või esimese ja teise komponendi segust arvestatuna kui segamissuhteks on antud: 5:1 + 10%?
- Kas lahustit lisatakse esimesest komponendist arvutatuna või esimese ja teise komponendi segust arvestatuna kui segamissuhteks on antud: 5:1:1?
- Kas koonilises anumas on lubatud värvikomponentide kokku segamisel kasutada mõõtejoonlauda („*segamispulka*“)?

OSA 8

- Mida tähendab väljend „kergestisüttivad vedelikud“?
- Milline on suurim oht lahustiga läbiimbunud puhastuslappide utiliseerimisel?
- Kas lahusti- ja veepõhiseid värvimaterjalide jääke võib koguda samasse nõusse?
- Kas kuivanud 2-komponentne lakk koos segamisanumaga loetakse Ohtlikuks Jäätmeks?
- Milline on õige viis Ohtlikke Jäätmete utiliseerimiseks? 1. Viia ametlikule prügimäele koos muude jäätmetega 2. Kutsuda neile järgi Keskkonnainspektsiooni spetsialist 3. Põletada ära töökojast ohutus kauguses. 4. Anda ära Ohtlike Jäätmete kogumise ettevõttele.
- Kas autode värvimise tegevusega alustamiseks on vaja mingit luba, kui jah, siis millist?

MOODUL 3. Praktilised ülesanded

Moodustage 2 kuni 3 inimesest koosnev grupp ning:

- Segage pahtel kõvendiga õiges vahekorras ja kasutage segamisel elektronkaalu. Vaadelge valmissegatud pahtlimassi värvi ja mõõtke pahtli kivistumiseks kuluvat aega.
- Segage valmis ca. 20 g universaalpahtlit ja 20 g plasti pahteldamiseks mõeldud pahtlit. Kandke mõlemad pahtlid pahtlilabidaga metallist värvi proovi näidiskaardile ja laske kuivada. Painutage näidiskaarti ja tehke järeldusi erinevuste kohta pahtlite elastsuses ja nakkuvuses.
- Valmistage happekrundi töösegu, kasutades spetsiaalset segamisanumat, kus värvimaterjali komponentide segamissuhtele vastav mõõdustik on märgitud anuma seinale. Selgitage juhendajale, miks segasite komponendid omavahel just nii kokku.
- Pihustage valmissegatud happekrunt eelnevalt ette valmistatud haljale terasplekile /auto detail) vastavalt värvimaterjali valmistaja tehnilisele kasutusjuhendile. Mõõtke kuivanud krundikihi paksust pinnakihi paksuse mõõtjaga.
- Valmistage täitevkrundi töösegu vastavalt tehnilisele kasutusjuhendile, valige antud värvimaterjali pihustamiseks sobiv värvipüstol ja pihustage krunt eelnevalt ette valmistatud pinnale. Mõõtke kuivanud krundikihi paksust pinnakihi paksuse mõõtjaga krunditud detaili eri servades ning tehke tulemustest kokkuvõte.
- Teostage järgnev test. Valige täitevkrunt. Valmistage üks prooviosa krundi töösegu ilma lisandaineta ja teine prooviosa koos elastsuslisandiga vastavalt tehnilisele informatsioonile. Pihustage mõlema krundi töösegud erinevatele proovidetailidele, kuivatage detailid kuivatuskambris ja lihvige krunt mõlemal proovidetailil siledaks, kasutades värvimiseelseks ettevalmistuseks sobivat meetodit ja abrasiive. Kirjeldage selle katse tulemusi (pihustamine, kuiva krundikihi paksus, kuivamisaeg, läbikuivamine ja lihvitavus).
- Lihvige tehasevärviga auto detailil lihvmasinaga läbi kõigi värvikihtide nii, et iga kihi serv ühtlaselt paljastuks. Tehke seda pinnavärviga kaetud detailil ja korrake alusvärvi/lakiga kaetud detailil. Nimetage ja iseloomustage paljandunud kihte mõlemal juhul.
- Lakkige kaks detaili valmissegatud 2K lakiga. Laske kuivada ühel detailil 30 min/ 60°C kuivatuskambrid ja teisel 12 tundi toatemperatuuril. Kirjeldage tulemust ja seletage erinevusi kuivamises. Vaadelge mõlemat detaili uuesti 14 päeva pärast ja võrrelge tulemusega 12 tundi peale lakkimist.
- Teil on vaja valmistada 1 liiter töösegu kahest erinevast värvimaterjalist – neist ühe segamissuhteks on 4:1+10% ja teisel 4:1:1. Arvutage kui palju mingit komponenti kulub 1 liitri töösegu valmistamiseks mõlemal korral. Kontrollige tulemust veega, silindrilises anumas mõõtejoonlauaga komponente annustades.
- Valmistage ühes mõõtudega segamisanumas üks prooviosa laki töösegu nii, et see vastaks segamissuhtele 2:1+5% ja teises segamisanumas teine prooviosa laki töösegu nii, et see vastaks segamissuhtele 2:1 + 20%. Mõõtke töösegude viskoosust ja analüüsige tulemust. Kandke mõlemas anumas olev laki töösegu detaili pinnale ühes töökihis ja kommenteerige tulemust ning erinevate lakisegude kasutamise erinevust.
- Teostage järgnev test. Valige katseks teile sobiv lakk. Valmistage üks prooviosa laki töösegu ilma lisandaineta ja teine prooviosa koos 10% elastsuslisandiga vastavalt tehnilisele informatsioonile. Pihustage mõlema krundi töösegud erinevatele proovidetailidele, kuivatage

detailid kuivatuskambris 30 min./ 60°C ja laske 30 min. jahtuda. Analüüsige tulemuste erinevust ja kirjeldage seda.

- Võtke värvimiseks ettevalmistatud detail, kandke detailile kaares kolm 30 cm pikkust tükki erinevaid teipe (maalriteip, disaniteip ja vahtteip) raadiusega ca. 20 cm, värvige detail aluspinnaga kontrast-toonis 2K pinnavärviga ja kuivata detail. Peale detaili kuivamist eemalda teibid ning võrdle tekkinud värviservi.
- Katke terve sõiduk ühe detaili värvimiseks (nt. esitiib) kattepaberiga ja seejärel kattekilega ning võrrelge katmiseks kulunud aega ja materjali kogust.
- Lihvige kahte sarnast täitevkrundiga kaetud pinda lihvpaberiga P400 kasutades ühe lihvimiseks käsilihvpaberit ja teise lihvimiseks masinlihvi kettaga. Puhastage mõlemad pinnad lihvimistolmust ja kata musta läikiva aerosoolvärviga. Laske pindadel kuivada ja võrrelge tulemusi.
- Võtke tühi alumiiniumist joogipurk, pneumotrell koos kärgkettaga, nurklihvmasin käiakettaga, kaitseprillid ja töökindad. Püüdke eemaldada alumiiniumist joogipurgilt värv, kasutades nurklihvijat ja trelli. Võrrelge ja analüüsige tulemust.

MOODUL 3 - Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Fotod

Peeter N.Sarevet *foto - 10, 13, 16, 31, 66, 71, 76, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98*

Margus Raud *foto – 4, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 53, 55, 56, 57, 61, 64, 72, 73*

Standox GmbH. *(Axalta Coatings), Wuppertal, Saksa foto- 1, 2, 3, 69, 70, 77, 78, 79, 80, 82, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110*

Glasurit *(BASF AG), Münster, Saksa foto – 81, 83, 90*

Meguiar´s Company*, California, USA (Benefit AS) foto - 12*

3M Company*, St. Paul, USA (Benefit AS) foto – 9, 30, 36, 46, 47, 48, 58, 59, 62, 63, 65*

KWH MIRKA*, Jepua, Soome (Benefit AS) foto – 41, 42, 43, 47, 49, 50, 51, 52, 54, 59, 60, 67, 68*

EMM International B.V*., Zwolle, Holland (Benefit AS) foto – 6, 7, 8, 11, 14, 17, 18, 19, 22, 23, 37, 38*

SATA GmbH. & Co. KG, *Kornwestheim, Saksa (Benefit AS) foto – 20, 21*

Henkel Balti AS*, Tartu foto - 99, 100*

Benefit AS*, Tallinn foto – 5, 15, 30, 47, 48*

Wikimedia *foto – 39, 40*

www.keramverband.de – 44

www.mineral-hub.net - 45

Joonised

Standox GmbH. *(Axalta Coatings), Wuppertal, Saksa – 32, 34*

William Sarevet *– 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 31, 33*

Peeter Neil Sarevet *- 8, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30*

Margus Raud *– 7*

3M Company*, St. Paul, USA (Benefit AS) – 1, 4, 5, 6, 9*

KWH MIRKA*, Jepua, Soome (Benefit AS) – 2, 3*

Kõik skeemid ja fotod, mida ei ole nummerdatud, on pärit õpiku autorite arhiivist.

MOODUL 3. Kasutatud kirjandus ja materjalid

Standox GmbH. (Axalta Coatings) tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Glasurit (BASF AG) tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Meguiar´s tehnilised – ja koolitusmaterjalid 2011-2014

PPG Industries tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Teroson (Henkel Balti) koolitusmaterjalid 2011-2014

„Materjalitehnika seletav sõnaraamat“, TTÜ Kirjastus 2013

„Õpilase teadusentsüklopeedia“ – Kingfisher Publications 2004

„Tehnikaleksikon“ - Tallinn 1981

„Eesti Keele Sõnaraamat“ – Eesti Keele Instituut 1999

„Painting , self study program“- Volkswagen AG, 2010

„Toyota Painting Workbook“, Jaapan 2011

Wikipedia, Eesti, Inglise ja Saksa

Keskkonnaameti koduleht ja infomaterjalid

EV Välisõhu Kaitse Seadus

www.mineral-hub.net

Autorite isiklikud märkmed ja läbitud koolitustelt ning seminaridelt saadud materjalid

Raamatu autorid on andnud endast parima, et tuvastada kõigi kasutatud materjalide autorlust. Juhul, kui sellele vaatamata leiab keegi, et temale kuuluvaid materjale on kasutatud autoriõiguste vastaselt või kui materjalide kasutamise kohta on küsimusi, palume võtta ühendust raamatu autoritega.

ÕPPEMOODUL 4: ETTEVALMISTUSTÖÖD

4.1. Ettevalmistustööde olemus, järjekord ja kavandamine

Tööde järjekorra ja töömeetodite kavandamine. Ettevalmistustööde tehnoloogia valimine vastavalt töö iseloomule. Materjalide ja seadmete valimine. Ettevalmistustöödele esitatavad tingimused.

Õpiväljund: Õpilane omab põhiteadmisi ettevalmistustööde olemusest, tööde järjekorrast ja kavandamisest ning oskab neid teadmisi praktikas kasutada.

Peale avariiremondiga kaasnevat kere rihtimist, plekitööd ja plekitöö viimistlust on aeg saata auto värvitöökotta – kas sama ettevõtte värviosakonda või hoopis teise ettevõttesse, mis on spetsialiseerunud autode värvitööde teostamisele.

Kereremondi protsessi seda osa, mis jääb viimistletud plekitöö ja auto värvimise vahele, nimetatakse värvimise ettevalmistustöödeks e. **värvimise eeltööks.**

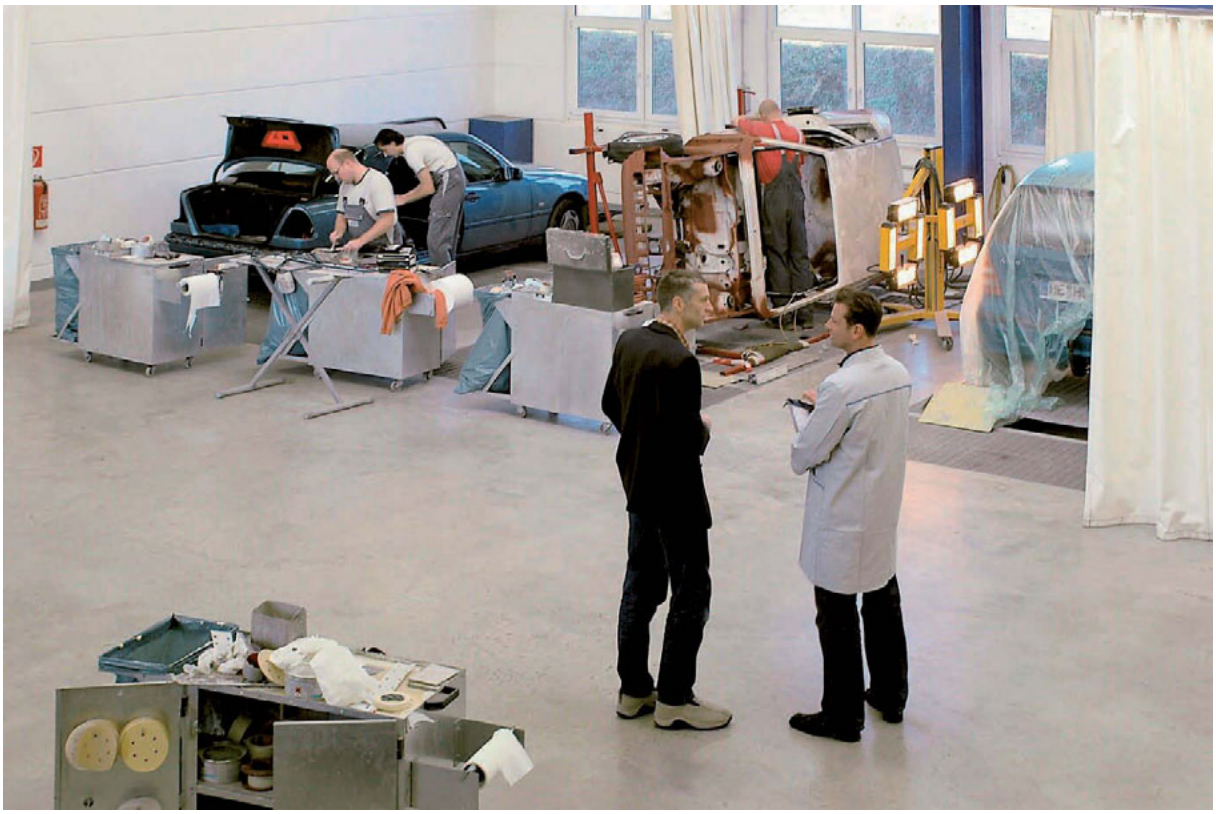


***Foto 1** – Avariiremondi järgsete ettevalmistus- ja värvimistööde kavandamine on värvitöökojas võtmeküsimus*

Ettevalmistustööde olemuseks on valmistada värvitavad pinnad ette viimistluskihi (värv ja lakk) pealekandmiseks. Värvimiseks ettevalmistatud pind peab olema sile, kriimu- ja mõlgivaba ning tagama aluspinna korrosioonikaitse ja isoleerimise peale kantavast värvi- ning lakikihist. Korrektselt ettevalmistatud aluspinnad on ideaalseks põhjaks kvaliteetsele värvitööle.

Ettevalmistustööd hõlmavad kõiki töid, alates pinna puhastamisest kuni kruntimise ja krundi lihvimiseni. Kuna kattevärv on värvkatte dekoratiivne element ning värvipinna kvaliteet sõltub otseselt eeltöö tulemusest, siis võib julgelt väita, et eeltöö on autode remontvärvimise tehniliselt kõige olulisem etapp.

Värvi- või lakipinnale sadestunud tolmuosakesi ja muid värvimisdefekte on pea alati võimalik välja lihvida ning seejärel pind ideaalseks poleerida, kuid värvitud pinna all olevaid defekte on võimalik korrigeerida vaid pinnakatte pealmisi kihte eemaldades, mis tähendab töö uuesti tegemist. Seega on lisakulutuste vältimiseks oluline väga suurt rõhku panna just eeltöö kvaliteedile.

OLULINE! Korrektselt kavandatud, õigete meetodite ning materjalidega teostatud ettevalmistustööd on kvaliteetse ja kauakestva värvipinna aluseks.

Ettevalmistustööde kavandamine ja meetodite valik

Ettevalmistustööde kavandamisel on oluline kõigepealt selgeks teha, millise aluspinnaga on tegemist. Selleks võib olla vigastustega originaalvärvkate, uus ED-tehasekrundiga detail, lahustitundliku termoplastse värvkattega pind, haljas metallipind, plastdetail jne. Sõltuvalt aluspinna materjalist ja seisukorrast tuleb valida ka sobilik meetod ettevalmistustööde teostamiseks. Kavandamine hõlmab endas sobiva tehnoloogia - nii töö meetodi, materjalide kui ka tööriistade valikut.

Tüüpilised autode aluspinnad ja nende töötlemiseks sobivad tehnoloogiad:

1. **Uus, ED - tehasekrundiga detail**

   Uus, ED-krundiga kaetud keredetail on reeglina sile ega vaja pahteldamist. Rikkumata krundipinna ettevalmistamiseks sobib matistamine punase lihvvillaga („karukeelega“), seejärel detaili pind puhastatakse ning ta on valmis täitevkrundiga katmiseks. Krundi pinnas esinevate vigastuste korral lihvitakse need välja ekstsentrik-lihvmasinaga ning paljandunud metallipind kaitstakse enne täitevkruntimist korrosioonikaitse krundiga.

2. **Vana, vigastatud värvkate**

   Vana värvkatte puhul on kõige olulisem esimeses tööetapis eemaldada mõranenud värvkate kogu vigastuse ulatuses ja lihvida üleminekud värvipinnale enne pahteldamist siledaks, seejärel aluspind puhastada ning pahteldada ideaalse pinnakuju ja sileduse saavutamiseks. Olenevalt kasutatavast pahtlist ja nõuetest konkreetsele tööle võib olla vajalik haljas metallipind enne pahteldamist epoksiidkrundiga kruntida. Pahteldamisele järgneb lihvimine, puhastus ja katmine täitevkrundiga.

3. **Lahustitundlik (termoplastne, 1-komponetne jm) värvkate**

   Selliselt alupinnalt on soovitatav kogu värvkate eemaldada ja alles siis pind kruntida-pahteldada. Kui seda pole võimalik teha, siis jääb ainsaks võimaluseks lahustitundlik aluspind järgmiste värvikihtide eest isoleerida. Selleks sobivad spetsiaalsed isoleerkrundid. Kui tundliku värvkattega aluspind on isoleeritud ja toatemperatuuril ettenähtud aja kuivanud, siis võib jätkata pahteldamise ja täitevkruntimisega, vältides lihvimise käigus isoleeriva kihi läbilihvimist.

4. **Plastdetail**

   Eelnevalt valmistajatehases krunditud või värvitud plastdetailid võib töödelda sarnaselt punktides 1 ja 2 toodud tööprotsessi kirjeldusele, selle erinevusega, et kasutada tuleks kindlasti plastpindadele mõeldud värvimaterjale – plastikrunt, elastsed pahtlid ja sobivad täitevkrundid. Kui tegemist on uue, kruntimata plastdetailiga, siis on vajalik kõigepealt plasti pind puhastada **vormivahast** *(i. Mold Release)*.

   Vastava tööprotsessi kirjelduse leiate peatükist 6. Plastdetailide töötlemine.

Lisaks eeltöö värvimaterjalide valikule saab tööde kavandamise käigus paika panna ka kasutatavad **lihvimis- ja kuivatusmeetodid**.

Lihvimine. Lihvimisel kasutatakse erinevaid meetodeid ja tööriistu. Suuremad ja tasasemad pinnad saab lihvida masinaga, väiksemad ja keerulisemad pinnad aga käsitsi. Eriti suured, tasapinnalised detailid vajavad tavaliselt eelnevat sirgestamist, kasutades pikka lihvimishöövlit, mis väldib siledal pinnal lainete ja ebatasasuste tekkimist. Viimistluslihvimisel kasutatakse enamasti eri tüüpi ekstsentrik-lihvmasinaid.

***Foto 2** – Kontuuri lihvimine klotsiga*

***Foto 3** – Pinna lihvimine lihvmasinaga*

***Foto 4** – Suure pinna lihvimine höövliga*

Kuivatamine. Eeltöö värvimaterjalide kuivatamiseks kasutatakse kolme eri meetodit:

- Kuivamine toatemperatuuril (tavaliselt 20°C üle öö).
- Kiirendatud kuivatamine värvikambris kõrgendatud temperatuuril (tavaliselt 60°C / 30 min.).
- Kuivatamine infrapuna-kiirguriga (IR-kuivatus). Kuivatusajad on siin 5-15 min.

Kuivatusmeetodi valik sõltub töö iseloomust, ajalistest piirangutest ja aluspinna eripäradest.

Ettevalmistustööde järjekord värvitöökojas

Ettevalmistustöö jaguneb tööetappideks ja nendel etappidel on oma kindel järjekord. Tööetappide järjekord tuleneb asjaolust, et enne igat järgnevat tööetappi (sammu) peavad olema täidetud kindlad tingimused. Nii, nagu maja ehitus algab vundamendiaugu kaevamisest, millele järgneb vundamendi valamine, seejärel seinte ja lõpuks katuse ehitus, on ka ettevalmistustööde puhul värvkatte järk-järguliseks ülesehitamiseks vajalik kindel tööde järjekord.

<u>Ettevalmistustööde etappide järjekord:</u>

1. **Pesemine**. Enne ettevalmistustöödega alustamist on vajalik auto voolava vee ja pesuainega puhtaks pesta. Pesemise käigus uhutakse pinnalt maha sinna talvel ladestunud maanteesool, mida silikoonieemaldi ei suuda hästi eemaldada. Kui jätta see tööetapp tegemata, siis lihvitakse pinnale jäänud soolakristallid järgeva töö käigus sügavamale värvkatte sisse ja nende veesidumisvõime tõttu võivad värvkatte alla hiljem tekkida niiskusmullid. Samuti eemaldab pesu puhta veega hõlpsasti puude vaiku ja muud orgaanilist saastet.
2. **Puhastamine.** Enne pinna lihvimisega alustamist on vajalik remonditav detail puhastada spetsiaalse puhastusainega - silikoonieemaldiga, mis eemaldab pinnalt silikooni- vaha- ja pigi jäägid. On oluline puhastada pind just enne lihvimist, et mitte lihvida loetletud jääke värvipinna sisse, mis omakorda võib põhjustada silikoonikraatrite moodustumist pinnale kruntimisel ja värvimisel. Silikoonieemaldiga puhastamine on soovitatav teostada nii, et kõigepealt pihustatakse puhastusaine pihustuspudeliga pinnale ja seejärel pühitakse pind ühekordsete puhastuslappidega ühtlaselt kuivaks. Ühekordsete puhastuslappide kasutamine välistab ohu, et pinna puhastamiseks kasutatakse kogemata varasematest puhastusetappidest juba saastunud puhastuslappe, mis kuivanuna pole uutest alati selgelt eristatavad.

3. **Pinna ettevalmistus pahteldamiseks**. Hea nakkuvuse tagamiseks aluspinna ja pahtli vahel peab aluspind olema piisavalt kare, et pahtlil oleks võimalik selle külge tugevalt nakkuda. Seepärast lihvitakse aluspind enne pahtli pealekandmist. Soovitatavalt tuleks seda teha ekstsentrik-lihvmasinaga, mille võnkeamplituud on 5-7 mm. Vana värvi eemaldamiseks kasutatakse lihvimiskettaid maksimaalse karedusega P80, pahteldatav ala lihvitakse karedusega P120 ja üleminekud haljalt metallilt vanale värvkattele karedusega P180.

   Säästva aluspinna töötlemise põhimõtetest lähtuvalt soovitavad mitmed autovalmistajad täna kasutada esimeseks lihvimiseks abrasiive, mille karedus pole suurem kui P120.

   Pinnad, mida ei saa masinaga lihvida, karestatakse käsitsi, kasutades pehme aluspinnaga abrasiivmaterjale, mis järgivad hästi aluspinna kontuure.

4. **Puhastamine enne pahteldamist.** Enne pinna pahteldamist puhastatakse pinda suruõhuga puhudes, seejärel puhastatakse pahteldatav detail uuesti silikoonieemaldiga ja puhastuslappidega ning kuivatatakse hoolikalt suruõhuga.

5. **Pahteldamine**. Pahtel segatakse kõvendiga ühtlaseks massiks ja kantakse pahtlilabidaga ühtlaselt ja poorivabalt eelnevalt puhastatud pinnale. Pahtlilabida laius ja jäikus valitakse vastavalt pahteldatava pinna suurusele ja kujule. Mida suurem on pahteldatav pind seda laiem peab olema pahtlilabidas. Kummist ja plastist pahtlilabidaid kasutatakse erinevate kaarte, kumeruste ja muude keerulise kujuga pindade pahteldamiseks (näiteks tiivakaared).

6. **Pahtli kuivamine.** Pahtli kuivamiseks peab tööruumi temperatuur olema vähemalt + 18ºC. Üldjuhul kuivab pahtel +20 ºC juures umbes 20-30 minutit, IR- kuivatiga vastavalt kuivati tüübile 4-10 minutit. Järgige materjalide tehnilist kasutusjuhendit!

7. **Kruntimine pahtli alla (vajadusel).** Lähtuvalt vajadusest, autovalmistaja nõuetest ja värvisüsteemi valmistaja soovitustest võib teatud juhtudel olla vajalik pahteldatav pind eelnevalt kruntida, kasutades selleks 2-komponentset epoksiidkrunti, mis loob isolatsioonikihi aluspinna ja pahtli vahele ning tagab ideaalse korrosioonikaitse. Samuti võib selleks otstarbeks kasutada kombinatsiooni happekrundist ja selle peale pihustatavast 2-komponentsest isoleerkrundist. Peale krundi kuivamist tuleb selle pind enne pahteldamist karestada ja puhastada.

8. **Pahtli lihvimine.** Pahtlit lihvitakse kas käsitsi, kasutades selleks erineva laiuse, pikkuse ja jäikusega lihvklotse ja –höövleid või ekstsentriklihvijat („vibra“), mille alustalla võnkeamplituud on 5-7 mm. Alustatakse karedustega P120-P180, sõltuvalt lihvitava pinna suurusest ja kujust. Üleminekud pahteldatud pinnalt vanale värvkattele lihvitakse karedusega vähemalt P240.

   NÕUANNE: kasutage abrasiive järjekorras, mille puhul iga järgnev karedus ei erineks eelmisest enam kui 100 ühiku võrra. Näiteks peale P120 karedusega lihvimist ei ole soovitatav järgmisena lihvida P240-ga. Maksimaalne vahe oleks lihvida P220-ga. Soovituslik on siiski kasutada abrasiivide karedusi järjekorras P120/P180/P240 jne.

9. **Puhastamine enne kruntimist.** Peale pahteldatud pinna viimistlemist ja enne kruntimist eemaldatakse pinnalt kõigepealt lahtine pahtlitolm, kasutades selleks võimalusel tolmuimejat, seejärel puhastatakse pind hoolikalt suruõhuga puhudes ning sellele järgneb taas puhastamine silikoonieemaldi ja puhastuslappidega. Kuna pahtel on poorne, siis on vajalik kasutada selleks otstarbeks sobivat puhastusainet ja peale selle kasutamist pind hoolikalt suruõhuga kuivatada.

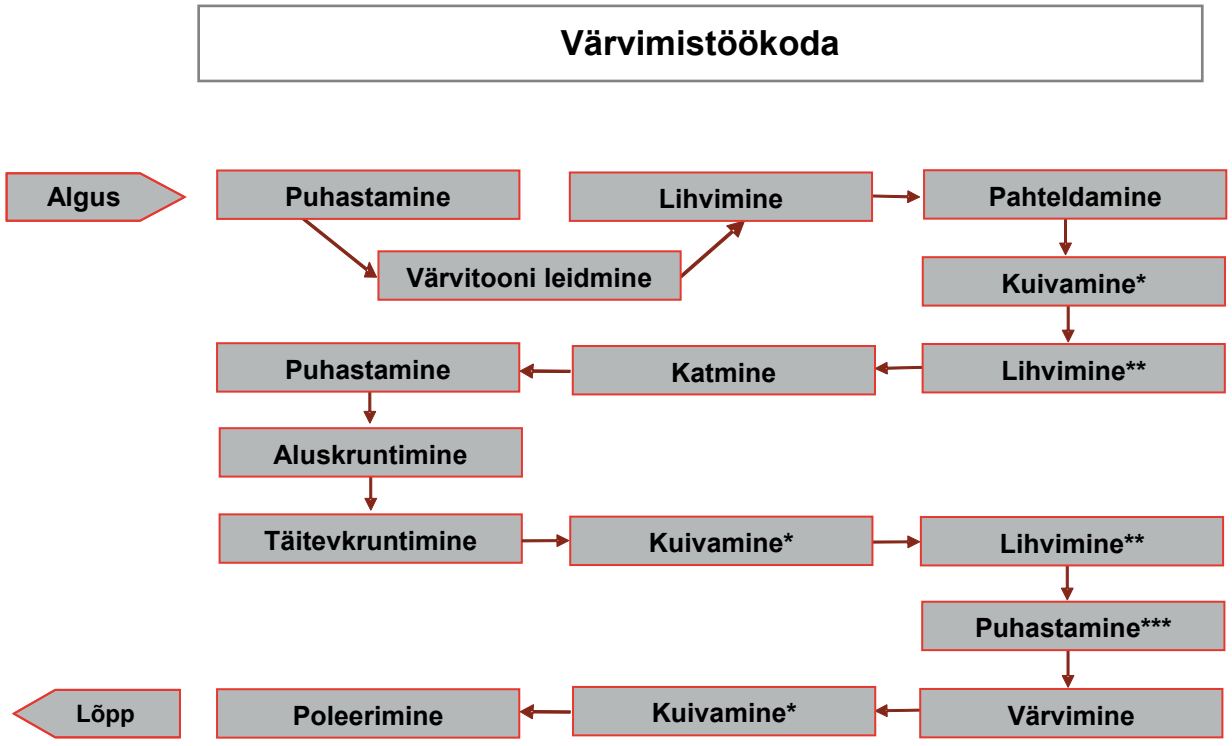
10. **Katmine**. Katmise käigus kasutatakse sobiva laiusega kattepaberit või -kilet ning maalriteipi ning kaetakse kinni krunditava ala kõrval asuvad detailid või vajadusel ka terve sõiduk. Katmine on vajalik selleks, et krundi pihustustolm ei satuks remonti mittevajavatele detailidele.

11. **Aluskruntimine.** Haljad metallipinnad kaetakse enne täitevkrundi pinnalekandmist korrosioonikaitseks ja parima nakkuvuse tagamiseks aluskrundiga – kas happekrundi või epoksiidkrundiga. Aluskrunt kantakse puhastatud pinnale sobiva krundipüstoliga vastavalt värvimaterjalide valmistaja tehnilisele kasutusjuhendile. Täitevkrunt kantakse aluskrundile märg-märjale menetlusega (ilma vahelihvimiseta) ca. 20-30 min. pärast.
12. **Täitevkruntimine.** Täitevkrunt moodustab vajaliku aluspinna värvile ja lakile ning sellest saab välja lihvida pinnale eeltöö käigus jäänud väiksemad defektid. Haljad metallipinnad tuleb enne täitevkrundiga katmist eelnevalt kruntida aluskrundiga. Täitevkrunt kantakse pinnale sobiva krundipüstoliga vastavalt värvimaterjalide valmistaja tehnilisele kasutusjuhendile.
13. **Täitevkrundi kuivatus.** Täitevkrundi kuivamiseks peab tööruumi temperatuur olema vähemalt +18ºC. Üldjuhul kuivab täitevkrunt +20 ºC juures 2-6 tundi, kuivatamisel kambris +60 ºC pinnatemperatuuri juures 20-30 minutit ja IR-kuivatiga, sõltuvalt kuivatist, 6-15 minutit.
14. **Täitevkrundi lihvimine.** Kuivanud täitevkrunti pind valmistatakse värvimiseks ette lihvimise teel ja see on ettevalmistustööde üks olulisim etapp, sest täitevkrundi pinna kvaliteedist sõltub otseselt värvi- ja lakipinna kvaliteet. Kõik vead, mis krundipinnal näha on, jäävad suure tõenäosusega nähtavaks ka värvi- ja lakikihi sees. Täitevkrunti lihvitakse kas käsitsi, kasutades erineva laiuse, pikkuse ja jäikusega lihvklotse või ekstsentrik-lihvmasinaga, mille alustalla võnke amplituud on 2,5-4 mm. Täitevkrundi lihvimiseks kasutatakse abrasiive karedusega P400-P600.

Põhjalikumalt on ettevalmistustööde etapid kirjeldatud mooduli järgnevates peatükkides!

Allpool toodud skeem näitab optimaalset tööde järjekorda värvitöökojas.

Märg-märjale meetodit kasutades jäävad vahele järgnevad etapid: Kuivamine(*), Lihvimine (**) ja Puhastamine (***).



4.2. Pindade puhastamine

Tolmu-, rasva- ja silikoonijääkide eemaldamine töödeldavatelt pindadelt. Erinevate töömeetodite kasutamine.

Õpiväljund: Õpilane oskab puhastada erinevad pindu värvimise ettevalmistustööde käigus.

Mida õpetab kogenud automaaler alles alustavale, koolipingist tulnud maalriõpilasele? Loomulikult kõige olulisemat - et **pindade puhastamine** on õnnestunud värvimistöö eelduseks!

Sõidukid ja demonteeritud detailid tuleb enne eeltöö alustamist ja remontvärvimist hoolikalt puhastada. Selleks pestakse sõiduk või demonteeritud detailid vee ja pH-neutraalse autošampooniga, mis eemaldab värvi pinnalt vees kergelt lahustuvad saasteained nagu soola, puude vaigu jäägid, tolmu ning pori.

Soolad nakkuvad värvipinna külge talvel, kui teid libeda tõrjeks soolatakse, kuid jäävad pinnale tihti ka suveks, eriti juhul, kui autot pole vahepeal põhjalikult pestud. Erinevad vaigud satuvad puudelt pritsmetena värvi- ja klaasi pindadele peamiselt kevadise õitsemisperioodi ajal. Tolm ja pori on aga igapäevane nähtus ja ka peamine põhjus, miks autot regulaarselt pesta tuleks.

***Foto 5** – Auto pesu pihustatava pesuaine ja survepesuriga*

***Foto 6** – Auto pesu pesuaine ja pesukäsnaga*

Pindade eelpesu võib teostada näiteks survepesuri või voolava veega, tegelik pesemine toimub aga ämbrisse valmis segatud autošampooni lahust, pesuharja, mikrokiud-pesulappi või pesukäsna kasutades. Peale pesemist loputatakse auto alati puhta veega.

Survepesuriga pesemisel peaks vältima liiga suure survega pesemist kohtades, kus võib eralduda värvkatte tükke, samuti õrnade plastosade ja liistude läheduses. Šampooni ja pesulapiga pestes on soovitatav alustada pesemist alt ja liikuda ülespoole – nii väldite šampoonise vee triipude kuivamist pinnale, enne kui auto on loputatud. Soovitame loputada autot puhta voolava veega, see aitab tekitada nn. „veekardina“ ja enamus veest voolab ise pinnalt maha. Peale pesemist ja loputamist on soovitatav auto mikrokiud-kuivatuslapiga kuivatada, et vältida kuivamisel värvipinnale jäävaid veejälgi.

Pindade puhastamine puhastusainetega

Kui tolm, pori ja suurem saaste on auto pindadelt maha pestud, siis puhastatakse pinnad spetsiaalse **puhastusainega (e. pesuainega)**, mille abil eemaldatakse värvipinnalt tõrv, õli, rasv ja kaitsevahade jäägid.

Puhastusained jagunevad oma koostise ja kasutusotstarbe järgi järgmistesse kategooriatesse:

- **Metallipuhastusained** (ka eelpesu, rasvaeemaldi) **-** haljaste metallpindade puhastamiseks.
- **Silikoonieemaldid –** peamiselt krunditud ja värvitud pindade puhastamiseks.
- **Värvimiseelne pinnapuhastusaine veepõhistele värvidele – alkoholipõhised p**esuained aluspinna puhastamiseks enne värvimist veepõhiste värvidega**.**
- **Plastpindade pesuained -** Puhastusained, mis sobivad plastide pinna puhastamiseks**.**

Täpsemalt käsitletakse puhastusaineid ja –materjale eelnevalt omandatud peatükis 3.2.

Plastide puhastamise ja ettevalmistamise tehnoloogia kohta vaadake peatükk 6.5. Plastide Värvimine.

Korrektne pinna puhastamine silikoonieemaldiga:

***Fotod 7 ja 8** – Pesuaine pihustatakse pinnale ühtlase kihina, kasutades selleks mõeldud survepudelit*

***Foto 9** – Pind puhastatakse ühe puhastuslapiga...*

***Foto 10** – ... ja kuivatatakse teise, puhta puhastuslapiga*

Pindade puhastamisel pesu- ja puhastusainetega on soovitav kasutada lahustikindlaid pumbaga survepudeleid, millega on võimalik pihustada ühtlane märg kiht puhastusainet pinnale ja seejärel pühitakse pind esmalt ühe pinnapuhastuslapiga puhtaks ning seejärel kuivatatakse teise, puhta lapiga.

Kahe puhastuslapiga pinna puhastamine on väga oluline töövõte ja võimaldab saasteained pinnalt efektiivselt eemaldada. Ühe lapiga puhastamisel märgub lapp kiiresti ja pinda on üsna raske kuivaks pühkida, pigem nühitakse poolmärja lapiga saasteained pinnale laiali ja see võib hiljem tekitada nakkuvusprobleeme.

Kui pind on tugevalt määrdunud, siis tuleb puhastamist korrata, kuni pind on täiesti puhas. Pinnapuhastuslapi valimisel tuleb jälgida, et see oleks hea imavusega, ebemetevaba ja sobiv kasutatava puhastusainega. Puhastuslapid on ühekordse kasutusega ning kasutatud lapid kogutakse ohtlike jäätmete kogumise konteinerisse ja hävitatakse.

Pindade puhastamine suruõhuga

Suruõhuga puhudes eemaldatakse pinnalt pooridesse ja õõnsustesse kinnitunud tolm ja kuivanud puhastusaine jäägid, samuti aitab suruõhk kuivatada pooridesse jäänud puhastusainet. Pinna puhastamiseks suruõhuga on vajalik kasutada suruõhu-puhumispüstolit. Kindlasti peaks auto pindade puhastamiseks mõeldud õhupüstol olema selline, mille otsik ei kriimusta pinda selle vastu puutudes. Eelistatud on kummist või alumiiniumist, ümardatud servadega otsikuga puhumispüstolid.

***Fotod 11,12,13** - Suruõhuga puhastades õnnestub tolm ka sügavatest pooridest hõlpsasti eemaldada*

Suuremat lihvimistolmu ei tohiks kindlasti pinnalt suruõhuga lihtsalt minema puhuda, sest tekkiv tolmupilv ladestub ümbritsevatele autodele ja seadmetele ning kahjustab teiste töötajate tervist. Seetõttu oleks mõistlik peale suuremat lihvimist klotsi või höövliga, eemaldada tolm pinnalt **tolmuimejaga**, kasutades selleks tolmuimeja vooliku otsas kummist imemisotsikut, et pinda mitte kriimustada.

Pindade puhastamine vahalapiga

Lisaks eelpool toodud puhastuslappidele, kasutatakse pindade lõplikuks kuivpuhastamiseks enne värvimist veel ka vahalappe. Vahalapi näol on tegemist vahaga immutatud marlikanga või *non-woven* materjaliga ning selle abil eemaldatakse värvimiseks ette valmistatud ja puhastusainega eelnevalt puhastatud pinnalt, vahetult enne värvimist, viimased ebapuhtused.

Lisaks kangataolisest kootud materjalist vahalappidele on kasutusel ka mahulisest mittekootud *(i. non-woven)* materjalist vahalapid. Seda tüüpi vahalapi mahuline ja kiuline struktuur koos vahaga võimaldavad eriti tõhusat tolmuosakeste eemaldamist ning seda tüüpi vahalapid sobivad hästi kasutamiseks veepõhiste alusvärvidega värvimisel, kuna ei jäta pinnale vahajälgi. Mahulisi vahalappe kasutades tuleks vältida liigset survet lapile, et selle välimised kiud värvitavat pinda ei kriimustaks.

Vahalapiga pinda puhastades puhutakse pinnale samal ajal suruõhupüstolist õhku. Õhujuga tõstab tolmuosakesed pinnalt üles ning need kleepuvad vahalapi pinnale. Samuti ei lase õhuvool vahalapil liiga tugevalt pinnaga nakkuda, välistades võimaluse vahajääkide pinnale jäämiseks.

***Foto 14** - Colad Non-woven vahalapid*

4.3. Pindade kaitsmine ja katmine

Auto katmine ettevalmistus- ja värvimistööde ajaks. Suurte pindade katmine. Ühe-etapiline katmine. Uksevahede, pilude ja avade katmine. Mitte-eemaldatavate detailide katmine.

Õpiväljund: Õpilane omab automaalri tööks vajalikud põhiteadmised pindade kaitsmisest ja katmisest eel- ja värvimistöö käigus.

Värvimisprotsessi käigus, peamiselt eeltöö käigus, tekib tavaliselt arvestataval määral lihvimistolmu, mis sadestub autole, detailide vahelistesse piludesse ja õnarustesse, pahtlilabidalt pudenev pahtel võib sattuda puhtale vigastamata pinnale, lihvmasina või –klotsiga võib kogemata vigastada värvitava detaili kõrval oleva detaili värvkatet. Selliste vigade vältimiseks on vajalik mitteremonditavad pinnad enne eeltööga alustamist kinni katta. Õige katmine aitab vältida hilisemat ajakulu pindade puhastamisel või halvemal juhul auto osalist üle värvimist seoses eeltöö või värvimaterjalide sattumisega pinnale, mida polnud vaja töödelda. Tüüpilisemad detailid, mis võivad saada rikutud ja vajavad võib-olla vahetust, on uste ja luukide tihendid, antennid ja salongi detailid. Õiged katmisvõtted ettevalmistustöödel aitavad muuta hilisema värvimiseelse katmise oluliselt efektiivsemaks.

Katmise eesmärk

Katmise eesmärk on kaitsta värvimise eeltöö ja värvimise ajal auto mittetöödeldavaid pindu ja seadmeid lihvimistolmu, mustuse, värvimaterjalide pritsmete ja mehaaniliste vigastuste eest.

Ettevalmistus katmiseks

Kaetav sõiduk peaks olema enne katmist pestud ja korralikult kuivatatud. Märja või veetilkadega pinna katmine kattekilega võib tekitada tõsiseid defekte kaetava vana värvi pinnal.

Katmisel kasutatavad materjalid ja tööriistad:

- Erineva laiusega kattepaber
- Kattekile, staatiliselt liibuv
- Maalriteip (erinevad laiused)
- Vahtteip
- Liistude ja tihendite katmise eriteibid
- Kartongteip või armeerimata ventilatsiooniteip
- Kattekile lõikur
- Maalrinuga
- Jaoturid (dispenserid) paberi ja kile hoidmiseks ja paberi ühte serva teibi paigaldamiseks

4.3.1 Suurte pindade katmine

Suurte pindade katmine on teemaks siis, kui värvitakse auto küljes olevad üks või mitu detaili ja enamus auto välispinnast on tarvis kinni katta. Suurte pindade katmiseks kasutatakse tavaliselt kas **kattekilet** või spetsiaalset laia kattepaberit.

Kattekile on tavaliselt 3,6-4,5 m laiune polüetüleenkile, mis on rulli kokku pakitud ning mille üks või mõlemad pooled on töödeldud selliseks, et värvimaterjalid nakkuksid kile pinnaga. Eelistada tuleks staatiliselt auto pinnale liibuvat kilet - selle paigaldus on lihtsam ja kile ei hakka õhuvoolu toimel lendlema.

Kilet on mugav ja tõhus kasutada just siis, kui värvitavate detailide hulk on väike ja nad paiknevad üksteise lähedal. Selleks kaetakse kõigepealt kogu auto kilega ning seejärel lõigatakse kilelõikuriga kile seest välja värvitavate detailide suurused tükid ja teibitakse kile servad ümbritsevate detailide külge kinni. Lisakaitseks kruntmaterjalide eest võib värvitavate detailidega külgnevad auto osad katta kitsama, näiteks 20-40 cm laiuse kattepaberiga.

Juhul, kui vaja on värvida auto küljes mitmeid detaile või enamus autost, siis on tavaliselt ratsionaalsem kasutada **kattepaberit.**

Kattekile eelised kattepaberi ees:

- Lihtne kasutada (katmist saab teostada üksinda).
- Kinnitub staatika abil tihedalt sõiduki külge.
- Võimaldab kuni 2/3 ajasäästu.
- Väiksem jäätmemaht.

Kattekile mugavaks paigaldamiseks autole tõmmatakse kokkupakitud kattekile rullist välja, vedades selle ettevaatlikult üle kogu auto. Seejärel tõmmatakse kile külgedele lahti ja auto saab üleni kilega kaetud.

Foto 15 *– Kattekile paigaldamine autole kasutades jagajat*

Foto 16 *– Kilega kaetud auto, millel on vaja värvida esitiib*

Kattepabereid toodetakse erinevates laiustes alates 20 cm ja lõpetades 1,5 m laiuste paberirullidega. Kattepabereid valmistatakse erikaaluga 40- 60 g/m², mida suurem on erikaal, seda tihedam on paber ja seda läbimatum on ta vedelatele värvimaterjalidele, näiteks lakile. Alla 40 g/m² kattepaberi kasutamise puhul on oht, et paberile pihustatud lakk imbub paberist läbi, rikkudes paberi alla jääva mittevärvitava pinna. Kvaliteetsemad kattepaberid kaetud ühelt poolt läbiimbumisvastase ainega, mis ühtlasi väldib paberi kiudude irdumist koos värvitolmuga.

OLULINE! Autode ettevalmistamisel ja värvimisel ei tohiks kindlasti kasutada katmiseks ajalehti ja trükikoja paberijääke, sest need võivad kaasa tuua mitmeid tolmu ja läbiimbumise probleeme.

Kattepaberiga katmisel valitakse pinnale sobiva laiusega paber ja silutakse see auto pinnale nii, et paberi alla ei jääks õhku ning paber ise poleks liialt voltis. Seejärel lõigatakse paberi servad vajadusel sobivasse kujusse ning teibitakse kinni. Alternatiivina võikamisele võib servad sobival kaugusel tagasi voltida ja tekkinud kahekordne serv teibiga pinnale kinnitada. Eriti osavad atomaalrid lõikavad kattepaberit suhteliselt vähe ja paigaldavad jagajast tõmmatud kattepaberi põhiliselt voltides ja kvaliteetse teibiga pinnale kinnitades. Kõik kattepaberi suuremad voldid ja kortsutatud kohad oleks mõttekas siledaks teipida, see väldib värvitolmu sadestumist paberi voltide vahele, mis omakorda võib kaasa tuua lahtise tolmu sattumise lõplikult viimistletud, kuid kuivamata lakipinnale. Enne kruntimist ja värvimist on soovitatav kõik paberiga kaetud pinnad puhastada suruõhuga ja vahalapiga üle pühkides.

4.3.2 Üheetapiline katmine

Kattekile kasutamisel eeltöö käigus, eriti kui on palju krunditavat pinda, on ka olulisi miinuseid. Näiteks juhul, kui suure efektiivsusega värvitöökojas soovitakse hakkama saada **üheetapilise katmisega**, ehk katta auto ainult üks kord ja kasutada sama katmist ka värvimisel. Just sellisel juhul on kile kasutamine suhteliselt problemaatiline, kuna krunditolmu ei saa kile pinnalt lihtsalt suruõhuga maha puhuda, nagu paberi korral. Põhjuseks on kile staatilisus.

Ühe-etapilise katmise korral tuleks eelistada kvaliteetset, kaetud pinnaga kattepaberit ja kõrge-kvaliteedilist, lahusti-, vee- ning temperatuurikindlat maalriteipi. Kõige välimine teibikiht vahetatakse enne värvimist, nii et katmisel tuleks ka sellega arvestada, et äärmine teibikiht oleks kõige peal.

***Foto 17** – Kattekilega kaetud auto enne värvimist*

***Foto 18** – Ühe-etapiliselt, kattepaberiga kaetud auto*

***Fotod 19 ja 20** – Enne eeltöö alustamist kaetud autod, sama kattepaber puhastatakse ja kasutatakse ka värvimisel*

***Foto 21** – Kattepaberi jagaja koos teibihoidjatega*

***Foto 22**- Paberijagaja koos teibihoidjatega kiirendab tööd*

4.3.3 Detailivahede ja avade katmine

Värvimise käigus satub pihustatav krunt või värv uste vahedesse ja teistesse auto keres esinevatesse pragudesse ning võib sinna jätta inetud värvitolmu randid. Samuti esineb oht, et värvimise käigus puhutakse värvipüstolist väljuva õhujoa toimel pragudest välja sinna sadestunud tolm, mis värskele värvipinnale sattudes rikub värvimistöö tulemuse. Selle vältimiseks tuleb kõik praod ja uksevahed korrektselt katta, see pole aga alati kõige lihtsam ülesanne. Võib vabalt väita, et auto korrektne katmine vajab osavaid käsi ja tarka tegutsemist, sest mõelda tuleb sellele, kuhu ja kuidas värvitolm võib sattuda ja kuidas vältida kuivanud värvimaterjali kihi serva jäävaid teravaid rante.

Kõige tõhusam materjal uste ja luukide katmiseks on spetsiaalne **vahtteip**, mida maalrite slängis ka „vorstiks“ või „makaroniks“ kutsutakse. Tegemist on vahtmaterjalist valmistatud, avatud pooridega, ümara või ovaalse ristlõikega ribaga, mille ühele küljele on kantud liimiriba. Selle liimiriba abil liimitakse vahtteip ukseava servale, seejärel uks suletakse ning vahtteip katab uste vahele jääva pilu. Vajadusel võib suruda vahtteipi plastist pahtlilabida servaga sügavamale uksevahedesse. Tänu oma elastsusele hoiab vahtteip uksevahe tihedalt kaetuna ning ümara kujuga teibi pinna raadius aitab saavutada krundi, värvi või laki ühtlast üleminekut, ilma konkreetse silmatorkava randita.

Peale värvimise lõppu on soovitatav vahtteip koheselt eemaldada, et poolvedela värvimaterjali serv saaks tasaseks valguda. Värvipinna kuivamise järel on vahtteibist jäänud üleminekuid lihtne vajadusel tasasemaks poleerida.

Vahtteibi abil on võimalik tekitada sujuv üleminek ka sirgete või kontuuriga pindade kruntimisel. Sedasi kaetud krundi üleminekut on tunduvalt lihtsam siledaks lihvida ja tulemus jääb veatu.

Fotod 23 ja 24 *– Vahtteipi saab edukalt kasutada kruntimisel sujuvate üleminekute tegemiseks*

Fotod 25 ja 26 *– Vahtteibi kasutamine uksevahede kaitseks auto külje värvimisel*

Väikeste avade katmine vahtplastteibiga

Tihedaks rulliks keeratud vahtteibi tükiga on võimalik täita väiksed avad autokeres, näiteks käepidemete avad, poldiavad jne. Kuidas seda teha, vaata järgnevatelt piltidelt:

***Foto 27** – Väikeste avade katmiseks tehke vahtteibist rull...*

***Foto 28 -** ... ja kleepige see kaetava ava servade külge*

Avade katmine sissepoole asetatud teibiga

Tühjade akna- ja tuleavade katmine väljastpoolt on tihti probleemiks, kuna värvida on vaja kuni ava servani ja teipi pole kuhugi kinnitada. Vana, kuid seni toimiv nipp on siin paigaldada lai, 38 või 50 mm laiune teip ava serva sissepoole, nii et pool teibist jääks üle serva, liimipoolega väljapoole.

Nüüd võib avale väljast suruda sobiva suurusega kattepaberi ning lõigata paberi servad teibi pealt täpselt parajaks ning vajutada kinni. Vajadusel võib sedasi tekkinud teibi ja paberi serva ühenduskoha ka väljast kitsa teibiga üle katta. Samal põhimõttel saab katta ka väiksemaid avasid, juhul kui need on ainult teibiga seestpoolt katmiseks liiga suured.

***Foto 29** – Avade katmine laia teibiga (ja paberiga) seestpoolt*

***Foto 30** – Vajadusel võib lisateibi kleepida väljapoole*

4.3.4 Tihendite, klaaside ja mitte-eemaldatavate detailide katmine

Akna- ja uksetihendid kaetakse tavaliselt maalriteibiga. Aknatihendite servad on sellisel juhul soovitatav üles tõsta, et kontaktist kattevärvi või lakiga ei tekiks teibi eemaldamisel silmatorkavat ranti. Selleks kasutatakse kas vahtmaterjalist **tihenditõstenööri** või äärmisel juhul ca. 3 mm läbimõõduga ja pehme isolatsiooniga elektrikaablit. Tõstenöör paigaldatakse spetsiaalse tööriistaga tihendi serva alla ning seejärel kaetakse ülestõstetud tihendi serv maalriteibiga. Värvimisel tekkiv rant jääb hiljem peitu nööri eemaldamisel tagasi oma kohale laskuva tihendi alla.

***Foto 31**– Katmisnööri paigaldamise tööriist*

***Foto 32** - Aknatihendite katteteip paigaldatuna*

Väga väikese või jäiga servaga klaasitihendite servade katmiseks kasutatakse spetsiaalset **aknatihendite katteteipi**. Sellel teibil on jäik plastist serv, mis surutakse tihendi ja pinna vahele ning teibiosa kleebitakse aknaklaasile. Tihendi serv painutatakse teibiga üles, nii et tihendi ja pinna vahele tekiks vahe, kuhu värvimise saab lõpetada. Peale värvimist eemaldatakse teip ja tihend vajub tagasi oma kohale, varjates värvikihi serva.

Kui värvimistöö käigus (näit. hajutamise puhul) otsustatakse **mitte eemaldada** uste käepidemeid või suunatulesid, siis on soovitatav maalriteibist jääva terava värvi- või lakirandi tekkimise vältimiseks katta see detail kõigepealt „mustalt“ kinni. See tähendab, et teibitakse kinni küll kogu detail, kuid ei teibita kinni värvitava pinnaga piirnevat serva. See serv kaetakse teibiga viimasena ning selliselt, et peale värvi pinnalekandmist ja enne kuivatamist oleks võimalik see teip eraldi maha tõmmata. Sellisel juhul valgub maalriteibist tekkinud rant tasaseks ning ei torka hiljem silma.

Millisel juhul võib auto värvimisel jätta näiteks tagatuled ja lingid eemaldamata? Peamine erinevus on selles, kas äravõetavad detailid on auto selle kereosa küljes, mis läheb värvimisele ka alusvärviga või piirkonnas, kuhu jõuab hajutamisel ainult lakk. Näiteks alusvärvi pihustustolm jääb tuleklaaside servade tagaküljelt näha, samas lakitolm on läbipaistev ning on seetõttu raskemini märgatav.

Üldised nõuanded katmiseks

- Katke sõiduk alati täielikult enne lihvimisega alustamist. Kui uksed on eemaldatud, siis alustage katmist lahtistest ukseavadest, see hoiab ära aeganõudvad hilisemad puhastustööd (näiteks lihvimistolmu ladestumine sisepindadele).
- Kasutades veepõhiseid värvimaterjale, on vajalik kasutada maalriteipe, mis on mõeldud seda tüüpi värvimaterjalidega töötamiseks, ehk veekindla liimi ja kattekihiga teipe. Selle nõude eiramisel võib värv imbuda teibiserva alla, jättes sinna ebaühtlase randi või halvemal juhul satub värv mittevärvitavale pinnale.
- Kasutage maalriteipi, mille temperatuuri taluvus on vähemalt 80ºC, soovitatavalt 100ºC.

- Ärge jätke teibi rulle kuivamistsükli ajaks värvikambrisse. See võib põhjustada teibi liimi kuivamist ning muuta raskeks teibi lahtirullimise.
- Peale kuivatusprotsessi lõppu on soovitatav kõik kattematerjalid koheselt eemaldada. Soojadelt pindadelt eralduvad teibid lihtsamalt ja ei jäta pinnale liimijääke.
- Kasutage paberite, kile ja teipide hoidmiseks ja nende paigaldamiseks mobiilseid aluseid ja jagajaid, soovitatavalt selliseid, millel on teibi paberi serva paigaldamiseks pöörlevad teibialused ja paberi lõikamiseks statsionaarne hammasnuga.

***Foto 33**- Korrektsus katmisel on edu alus värvimisel!*

4.4 Pindade vigastuste kõrvaldamine

Korrosioon, selle eemaldamine ja keemiline töötlemine. Mõranenud, osaliselt koorunud ja olmekahjustustega värvkatte töötlemine. Värvkatte keemiline eemaldamine.

Õpiväljund: Õpilane teab, mis on korrosioon ja oskab seda eemaldada. Õpilane oskab valida metallipinna puhastamiseks sobiva meetodi.

Oksüdatsioon

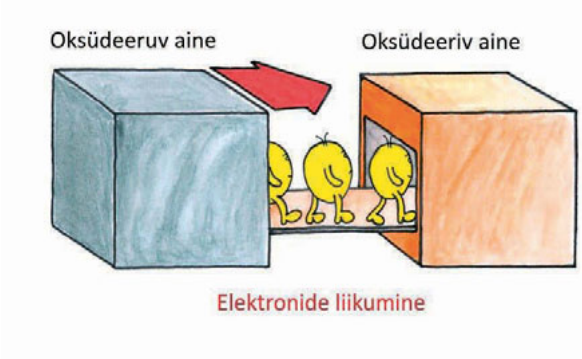
Oksüdatsioon on keemiline protsess, mille käigus keemiline aine loovutab elektrone ehk **oksüdeerub**. Kitsamas mõttes on oksüdatsioon aine ühinemine hapnikuga. Oksüdeerumise vastandprotsess on **reduktsioon**. Redutseerija oksüdeerub ehk annab elektrone ära. Samal ajal oksüdeerija liidab need elektronid, seega redutseerub. Erinevatel ainetel on erinev võime elektrone loovutada või liita, näiteks mõnede metallide eripära on see, et nad loovutavad elektrone lihtsalt.

Kergesti elektrone loovutavad metallid on raud ja sellest valmistatud teras. Värvilistel metallidel on see omadus väiksem (näit. vask) või puudub praktiliselt üldse (näit. kuld).

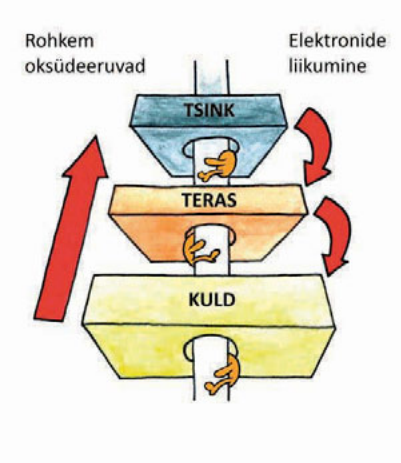
Kui erineva oksüdeerumisvõimega ained omavahel kontakti satuvad, siis siirduvad elektronid alati madalama oksüdeerumisvõimega ainelt kõrgema võimega ainele.

- Ainet, mis oksüdeerib, nimetatakse **anoodiks**
- Ainet, mis redutseerib, nimetatakse **katoodiks**
- Kahe erineva aine vahelist toimet nimetatakse **galvaaniliseks paariks**

Kõige levinum näide galvaanilisest paarist on **patarei**, milles toimub elektronide voog anoodilt katoodile.



***Joonis 1** – Oksüdeerumisprotsess*



***Joonis 2** – Elektronide liikumine (voog)*

4.4.1 Korrosioon ja rooste

Korrosioon on keemilise aine või materjali, enamasti metalli, osaline häving keskkonnas toimuvate keemiliste reaktsioonide tõttu. Põhiliselt tuntakse korrosiooni kui metallide oksüdeerimist hapniku toimel.

Roosteks nimetatakse korrosiooni vormi, milles raud muudetakse **raud(III)oksiidiks**.

Autode kered on põhiosas valmistatud terasplekist ja terase suurimaks vaenlaseks on korrosioon. Selleks, et kaitsta auto keret roostetamise eest, kasutatakse erinevaid meetodeid, peamised neist on terase galvaaniline katmine tsingiga ja värvimine.

Galvaanilisel katmisel ehk **galvaniseerimisel** kaetakse teraspleki pind tsingikihiga. Tsink on aktiivsem metall kui teras ja enne, kui tsingikiht on täielikult oksüdeerunud, teras oksüdeeruma ei hakka, ehk ei teki terase korrosiooni. Terast kaitseb oksüdatsiooni eest ka tsingi oksüdeerumisel tekkiv ja tugevalt terase pinnale kinnituv tsinkoksiid. Terase oksüdeerumisel tekkiv raud(III)oksiid ehk rooste ei ole stabiilne ja eraldub terase pinnalt järjestikuste kihtide kaupa, hävitades lõpuks teraspleki täielikult.

4.4.2 Korrosiooni eemaldamine

Korrosiooni saadusi ehk roostet on võimalik eemaldada nii mehaaniliselt kui keemiliselt. Tuntakse peamiselt nelja erinevat meetodit rooste eemaldamiseks:

Mehaaniline korrosiooni eemaldamine – selleks on mitmeid erinevaid vahendeid, nagu liivaprits, kärgkettaga- või traatketta kasutamine ning lihvimine. Mehaaniline puhastamine eemaldab alati mingi osa ka korrosioonist puutumata metallist ja vale puhastusmeetodi kasutamine võib õhukest plekipinda tõsiselt kahjustada. Kerge pinnarooste saab efektiivselt eemaldada ekstsentriklihvijaga lihvides, sügavamat roostet sellise meetodiga eemaldada ei saa, kuna see vigastaks liiga sügavalt kõrval olevat kahjustamata metalli ning võtaks liiga kaua aega.

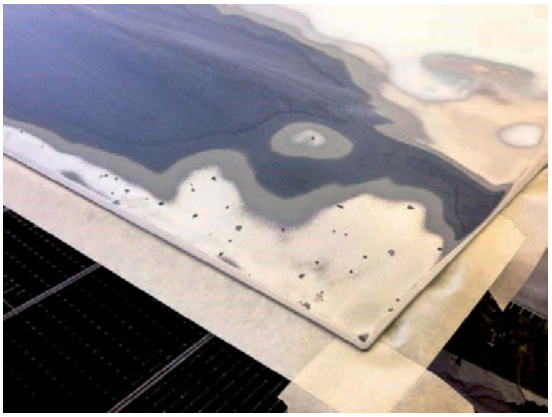


***Foto 34** – Pinnarooste saab lihvides eemaldada*

***Foto 35** – Roloc-lihvija on tõhus rooste eemaldaja*

Sügavamaid üksikuid roostepesasid saab eemaldada kasutades selleks punkt-liivapritsi. Selline seade võib olla ühendatud tolmuimejaga, mis imeb kasutatud abrasiivi (alumiiniumoksiid, klaasipuru, peen liiv) seadme kogujasse tagasi. Nii ei sattu abrasiiv tööruumi ja seda on võimalik uuesti kasutada. Seda tüüpi seadmed sobivad hästi autovärvitöökojas vähese rooste täielikuks eemaldamiseks.

***Fotod 36,37, 38** – Punktliivaprits on tõhus abiline kiireks ja täielikuks rooste eemaldamiseks*

Soodapritsiga on võimalik puhastada detailid või kogu auto kere kuni halja metallini. Sooda ei vigasta ega deformeeri metalli ja jätab peale puhastamist järgi ideaalse, sileda pinna.

OLULINE! Soodapritsiga töödeldud pinnad tuleb puhastada spetsiaalse puhastusainega ja lihvida masinaga või käsitsi, et tagada krundi ja värvi nakkuvus.

***Foto 39** – Auto kere puhastamine soodapritsimise abil*

***Foto 40**– Soodapritsiga puhastatud, haljas teraskere*

Sooda ei eemalda sügavamat roostet ja roostekohad tuleb järeltöödelda pritsides kas klaasipuru, peene liiva või alumiiniumoksiidiga. Alternatiivina võib paikset roostet eemaldada keemilise rooste-eemaldiga või kasutada roostemuundurit.

Keemiliselt saab rooste eemaldada, lahustades selle happega. Levinud meetod on kasutada raua pinnal rooste lahustamiseks näiteks fosforhapet või sellel põhinevaid **rooste-eemaldeid**. Fosforhape moodustab roostega (Fe_2O_3) raud(III)fosfaadi ($FePO_4$), mis jätab pinnale hallikasmusta kihi, mida omakorda on võimalik kergesti eemaldada, kuid mis kaitseb ka edasise roostetamise vastu. Kuna pinnale tekkiv oksiidikiht on väga õhuke, siis vajab pind suhteliselt kiiresti kaitsmist krundi ja värviga. Peale töötlemist happega on väga oluline pind veega puhastada, vastasel juhul hakkab hape hävitama ka roostest puremata metalli. Fosforhappel põhinevaid rooste-eemaldeid kasutades tuleb hoolega läbi lugeda tootja poolt lisatud kasutusjuhend ja seda täpselt järgida.

Roostet saab eemaldada ka muid happeid, näiteks sidrunhapet, kasutades. Kuna tegu on hapetega, siis on oluline kaitsta käsi kummikinnastega ning vältida happe sattumist nahale, silma ja riietele. Samuti peab ruumis, kus töötatakse, olema hea ventilatsioon, et happeaurusid mitte sisse hingata.

***Fotod 41 ja 42** – DuPont Metal Conditioner on fosforhappel põhinev spetsiaalne metallpindade puhasti ja passiveerija*

Pinnakihtide eemaldamine vannis *(i.stripping).* Lääne-Euroopas ja Põhja-Ameerikas on laialdaselt kasutusel teenus, mille korral klient saab auto kere tuua firmasse kes eemaldab sellelt erinevate keemiliste puhastusprotsesside käigus kõik pinnakatted ja rooste. See võimalus on ideaalne

vanasõidukite kerede puhastamiseks restaureerimisel. Protsessi käigus uputatakse autokere kõigepealt kõrgendatud temperatuuriga seebikivi lahusesse. Seebikivi lahus eemaldab auto kerelt nii värvi, õli kui muud orgaanilised pinnakatted. Peale seda kere loputatakse ja see siirdub järgmisesse vanni, kus eemaldatakse rooste, kasutades aluselises lahuses toimuvat elektrolüüsi. Selline meetod on väga efektiivne ja eemaldab rooste nii sise- kui välispindadelt täielikult. Niimoodi töödeldud pind vajab kruntimist paari päeva jooksul, muidu hakkab rooste taas kere pinnale tekkima. Loomulikult on selline puhastusviis üsna kallis, kuna vajab kalleid seadmeid ja on energiamahukas.

Foto 43 *– Auto kere uputatakse seebikivi lahusesse*

Foto 44 *– Peale töötlust jääb alles vaid haljas metall*

Roostet kapseldavad värvid on spetsiaalsed värvid (krundid) mis peaks, vastavalt tootjatepoolsele reklaamile, suutma tänu oma keemilisele koostisele roostet kapseldada (e. isoleerida). Nende värvide keemiline struktuur on väga tihedate molekulidega ja see ei lase niiskusel ega hapnikul roostetanud metallipinnale ligi pääseda ning roostetamisprotsess peatub. Nende toodete tegelik efektiivsus kõigub väga suurel määral ja sõltub peamiselt aluspinna ettevalmistamisest. Enamasti on sellised tooted väga mürgised ja nende kasutamisel on oluline kummikinnaste ja sobiva hingamiskaitse kasutamine. Lisaks on sellised värvid eriti tuleohtlikud ja nende kasutamisel peab seetõttu olema väga ettevaatlik.

Lähtudes raamatu autorite kogemustest ja spetsialistide arvamustest, oleme seisukohal, et selliste värvide kasutamine autovärvitöökojas ei ole mõistlik, samuti ei soovita selliste toodete kasutamist värvisüsteemide valmistajad.

Foto 45 *– POR 15® , roostet kapseldav värv*

Foto 46 *– Eelnevalt puhastatud ja POR 15® kaetud pind*

Rooste **keemiline muundamine** on väga vana tehnoloogia ja seda on kasutatud aastasadu. Näiteks sepad katsid töödeldud raua pinna roostetamise eest kaitsmiseks õliga ja kuumutasid seejärel õliga kaetud raudesemeid kõrgel temperatuuril ääsil. Selle protsessi tagajärjel tekkis pinnale väga kõva ja vastupidav must kiht, mida hiljem hakati nimetama magnetiidiks.

Tegu on väga kõva raudoksiidi vormiga, mis on tänaseni efektiivne viis rooste eest kaitsmisel. Kuna magnetiit on keemiliselt täiesti inertne, siis ei reageeri see ei niiskuse ega hapnikuga.

Tänapäeval on turul mitmeid roostemuundureid, mis kõik kasutavad keemilise muundamise protsessi kaitsekihi tekitamiseks. Sellised tooted ei sisalda tugevaid happeid ja nende kasutamine on suhteliselt ohutu. On tooteid, mis samal ajal sisaldavad ka spetsiaalset krunti, mis tekitab stabiilse aluspinna edasistele värvikihtidele. Samuti leidub tooteid, mis rooste põhiosas eemaldavad ja tugevamalt pinnas oleva rooste muundavad.

Foto 47, 48, 49 *– FERTAN® võimaldab rooste osaliselt eemaldada ja allesjäänud rooste muundada inertseks aineks*

Tuntuim roostemuundur, mida kasutavad ka professionaalsed restaureerimis- ja värvitöökojad, on Saksas valmistaud *FERTAN®,* kompleksne keemiline ühend, mis on suuteline üles leidma ja „ründama“ raudoksiidi ja selle põhiosas eemaldama. Peale töötlust ja pinna pesu jääb pinnale inertne ja kõva must kiht, mis on sobivaks aluspinnaks krundile. Soovitame siiski liigse musta kihi lihvimise teel eemaldada, kuna ei ole täpselt teada, kui hästi professionaalseks kasutuseks mõeldud krundid selle külge nakkuvad. Pikaajalised kogemused ka Eestis on näidanud, et aine toimib hästi ja roostet pole töödeldud kohtadesse tekkinud ka pikkade aastate jooksul. *FERTAN®* sobib väga hästi ka õõnsuste ja osaliselt varjatud, roostes pindade töötluseks, oluline on peale aine toimimist 24 tunni pärast kogu pinnale tekkinud lahtine, hallikas jääk (muundatud raudoksiid) pinnalt puhta veega maha pesta. See eemaldab ka reageerimata aine keemilised jäägid.

Bioloogilised rooste-eemaldid. Viimastel aastatel on turule ilmunud täiesti uut tüüpi, bioloogiliselt toimivad rooste-eemaldid, mis väidetavalt toimivad väga hästi. Nende rooste-eemaldite toime põhineb kelaatumisel.

Kelaatumine on keemiline protsess, mille tagajärjel tekivad kompleksühendid, **kelaadid.** Kelaatumine toimub metalliiooni ja **orgaanilise ühendi** vahel.

EVAPO-RUST™, on USA-s toodetav bioloogiline roostemuundur, mis toimib just valikulise kelaatumise põhimõttel. Aine koostis ei ole mürgine ja see sisaldab patenteeritud aineosa, mis päästab valla keemilise reaktsiooni, mille tagajärjel eraldub raudoksiid alusmetallilt ja kinnitub selle aineosa külge.

Teraspindu on sel viisil võimalik puhastada neid lahusesse uputades, pinda lahusega piserdades või lahusega küllastatud kaltsu asetamisega pinnale. Kõige meeldivam pool on see, et seda tüüpi rooste-eemaldite kasutamine on täiesti ohutu, ei kasutata mingeid happeid ega mürke ning jäägid on biolagunevad ega ohusta loodust mingil moel!

***Foto 50** – EVAPO-RUST™*

***Foto 51** – Evapo-Rust´iga puhastatud terasdetail*

Seda tüüpi tooted on täiesti uus peatükk rooste eemaldamisel ja sellisena väga huvitav protsess. Põhimõtteliselt kasutatakse mikroorganisme (bakterid või seened), millel on omadus hankida ja ladustada rauda. Kuna raud on raudoksiidis (roostes) nõrgalt seotud, siis on EVAPO-RUST™ võimeline seda siduma, terases olev raud on aga tugevalt seotud ja seda aine ei mõjuta.

Raudoksiid eraldub pinnalt koos toimeainega, see justkui „pestakse“ maha.

4.4.3 Mõranenud, osaliselt koorunud ja olmekahjustustega värvkatte töötlemine

Automaalril tuleb tihti kokku puutuda mõranenud ja kooruva värvkattega. Mõranenud värvipinna peamiseks põhjuseks on plekitöö järel pinna rihtimise käigus mõranenud värvi eemaldamata jätmine.

Kooruv või kahjustatud värvipind võib olla mitmesuguste protsesside tagajärg, samuti eelmistel remontvärvimistel tehtud vigade tulemus.

Olenemata sellest, mis on värvipinna kahjustuste põhjuseks, lahendus on üks – kogu vigastatud värvikiht tuleb kuni metallini eemaldada!

<u>Värvi eemaldamiseks võib kasutada järgmisi vahendeid:</u>

- Ekstsentrik-lihvmasin.
- Kärgketas (kärgplastketas lisatud abrasiiviga).
- Roloc-süsteemi lihvkettad ja lihvharjad.
- Liivapritsimine ja soodapritsimine (ainult restaureerimistöödel).
- Pinnakatte keemiline eemaldamine.

Värvkatte mehaaniline eemaldamine on lihtne, kuid aeganõudev tööetapp. Automaalrid kasutavad selleks tavaliselt suure võnkeamplituudiga (7-10 mm) ekstsentrik-lihvmasinaid ja spetsiaalseid orbitaal-lihvmasinaid, mis on veelgi tõhusamad. Lihvmasinaga värvikihte eemaldades imetakse enamus tolmust läbi lihvmasina tolmueemaldussüsteemi kaudu ära ja see on suhteliselt efektiivne protsess.

OLULINE! Ärge kasutage isegi värvi eemaldamisel suurema karedusega abrasiivi kui P80, need võivad alusmetalli liigselt vigastada!

Keerulise kujuga detailid ja vigastuste põhjad saab lihtsalt puhtaks, kasutades **kärgketast.**

4.4.4 Värvkatte keemiline eemaldamine

See on samuti üks viis kogu metalli pinnal olevast värvikihist „lahti saada“. Keemilise eemaldamise hea omadus on aluspinna vähene kahjustamine. Pahupooleks on protsessi suhteliselt suur mürgisus, mis eeldab head ventilatsiooni ja isikukaitsevahendite kasutamist.

Värvi keemilise eemaldamise tööprotsess:

1. Karestage värvipind kergelt karedama „karukeelega“.
2. Kandke keemiline värvieemaldi pintsliga pinnale ja laske mõjuda 3-10 min.
3. Kui värv hakkab kobrutama, eemaldage see pinnalt, kasutades pahtellabidat või sobiva kujuga kaabitsat. Ettevaatust, ärge metallipinda kriimustage!
4. Vajadusel korrake töövõtet, kuni kogu pinnakiht on eemaldatud.
5. Peske pind puhta veega korralikult puhtaks ja seejärel puhastage silikoonieemaldi ja puhastuslapiga.

Keemilisel värvieemaldil ei ole professionaalses autode avariiremondi töökojas erilist kasutust, sest mehaaniline värvieemaldus on kiirem ja efektiivsem. Küll aga on keemiline värvieemaldus arvestatav meetod vana värvi eemaldamiseks restaureerimistööde läbiviimisel või juhul, kui eelnevalt on värvimisel tehtud viga, mille tagajärjel on aluspind pehme ja mehaaniline värvi eemaldamine raskendatud.

***Foto 52** – Pinnale kantud keemiline värvieemaldi*

***Foto 53** – Täielikult värvikihist puhastatud metallipind*

4.5 Pahteldustööd

Polüesterpahtlid, ettevalmistus pahteldamiseks, pahteldamine ja lihvimine. Pritspahtel ja selle kasutamine.

Õpieesmärk: omandada automaalri erialal vajalikud põhiteadmised pindade kuju taastamisest polüesterpahtli ja –pritspahtli abil ning tutvuda pahteldamise protsessiga.

4.5.1 Polüesterpahtlid

Polüesterpahtel on spetsiaalne, suure täitevõimega toode mõlkide täitmiseks ja ebatasaste pindade silumiseks autode remontvärvimisel.

Polüesterpahtel on 2-komponentne toode ja koosneb polüester-sideainet ning täiteainet sisaldavast pahtlimassist ja sellele lisatavast peroksiidkõvendist, mille toimel muutub pastalaadne pahtlimass polümeriseerudes kõvaks, pöördumatuks täitematerjaliks. Peale kõvenemist saab pahtlit hõlpsasti lihvida ning anda talle soovitud vorm ja pinnasiledus, nii nagu oli originaaldetailil enne vigastuste tekkimist.

Polüesterpahtlite alaliigid on:

- **Üldotstarbelised polüesterpahtlid** – mõeldud terasplekile pahteldamiseks.
- **Universaalsed polüesterpahtlid** – mõeldud ka galvaniseeritud plekil ja alumiiniumil kasutamiseks.
- **Peenviimistluspahtlid** – peene struktuuriga, viimistlemiseks mõeldud pahtlid.
- **Plastide pahteldamiseks** mõeldud, elastsuslisanditega pahtlid.

Polüesterpahtel tuleb pinnale kanda suhteliselt õhukestes kihtides. Kui pahtlikiht on liiga paks – näiteks tänu puudulikule plekitööle – võib see kaasa tuua värvipinna nõrgenemise ja pahtli järelkuivamise tõttu madala kvaliteediga viimistlustöö.

4.5.2 Pahtli segamine kõvendiga

Pahtlile lisatakse tavaliselt 2-3% peroksiidkõvendit. Seejärel segatakse pahtlimass kõval, pooridevabal aluspinnal korralikult läbi, vältides segamisel õhumullide sattumist pahtlimassi sisse.

Pahtli segamiseks kasutatakse ühtlast liigutust, surudes kõvendi libisevate liigutustega pahtli sisse. Kui pahtlimassi toon muutub ühtlaseks on pahtel kõvendiga täielikult segunenud.

***Foto 54** – Võtke kitsa labidaga purgist ühtlane kiht pahtlit*

***Foto 55** – Õiges vahekorras pahtel ja kõvendi segamisalusel*

***Foto 56** – Segage kõvendi ühtlaselt pahtli sisse*

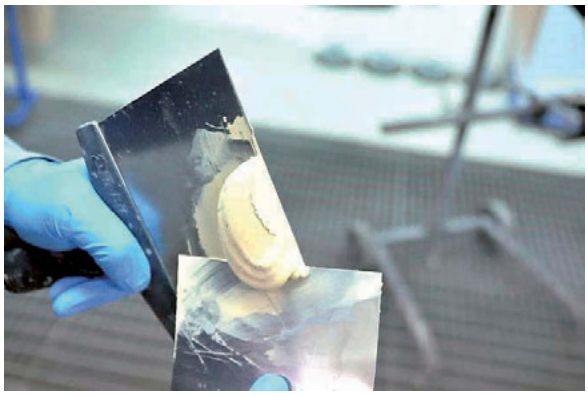


***Foto 57** – Kasutage valmissegatud pahtel koheselt*

Parim moodus pahtli ja kõvendi korrektseks annustamiseks on **pahtliautomaatide** kasutamine.

Pahtliautomaadid on saadaval nii statsionaarsete kui ka portatiivsete seadmetena. Statsionaarseid seadmeid on kahte tüüpi: seadmed, mis ainult annustavad õige koguse pahtlit ja kõvendit ning mille kasutamisel tuleb pahtel kõvendiga automaalril käsitsi segada ja seadmed, mis pahtlimassi ka valmis segavad.

Viimase paari aasta jooksul on suurt populaarsust võitnud ka portatiivsed püstolitaolised pahtlisegamisseadmed, millega automaaler saab vajaliku koguse pahtlit otse töökohal valmis segada ja ka pinnale kanda. Sellised nn. pahtlipüstolid võimaldavad oluliselt efektiivsemalt töötada ja pahtli kadu neid kasutades on väga väike.

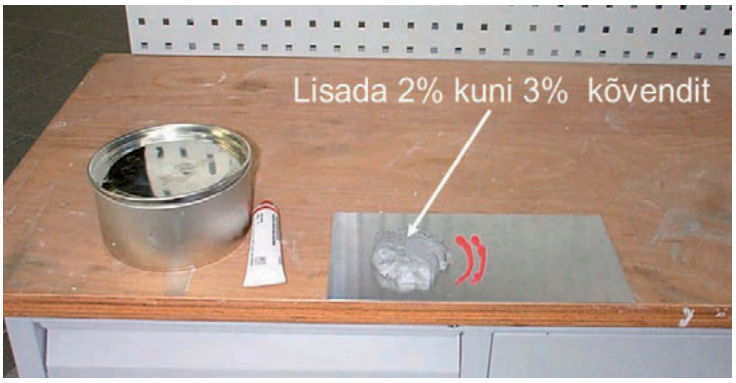


***Foto 58** - Korrektne pahtli segamine käsitsi*

***Foto 59** – Pahtli segamise automaatpüstol*

Valmissegatud pahtlil on suhteliselt lühike kasutusaeg - ainult 5 kuni 10 minutit. Seetõttu tuleb pahtel kohe peale segamist kiires tempos ja täpsete liigutustega pinnale kanda ja ühtlaseks siluda, kasutades erineva kujuga ja -materjalist pahtlilabidaid.

OLULINE! Ärge segage valmis rohkem pahtlit, kui teil parajasti vaja on, sest polümeriseerumisfaasis pahtel muutub kasutuskõlbmatuks!

Pahtli ladustamisel ja säilitamisel võib pahtlimassi täiteaine osa vajuda purgi põhja ja õline sideaine tõusta pahtlimassi pinnale. Segage pahtel alati enne kasutamist purgis korralikult läbi, ainult nii võite olla veendunud, et sideaine ja täiteained on omavahel korralikult segunenud ning pahtlimass ettenähtud aja jooksul kõveneb.

Värvisüsteemide valmistajate poolt toodetud ja galvaniseeritud pindade pahteldamiseks mõeldud kvaliteetpahtlite korral eraldumisefekti tavaliselt ei täheldata.

Kasutage pahtli purgi avamisel alati täiesti puhtaid tööriistu ja samuti vältige pahtli kõvendiga kokku puutunud tööriistade kasutamist purgist pahtli võtmisel, selle tulemusena võivad pahtli sisse tekkida kuivad tükid ja pahtel muutub kasutuskõlbmatuks.

Võimalikud probleemid vale kõvendikoguse lisamise korral:

Liiga vähe kõvendit

- Pahtel ei kuiva valmistaja poolt antud aja jooksul.
- Lihvimine on raskendatud, kuna poolpehme pahtlimass kitib abrasiivmaterjalid kiiresti kinni.
- Pinnale tekivad lihvimisel sügavad vaod ja kriimud.
- Pealekantud värvimaterjalidel tekib järelkuivamise defekt (***vt.peatükk: Vead värvimisel ja nende vältimine ning parandamine)***.

Liiga palju kõvendit

- Pahtel ei kuiva seetõttu kiiremini.
- Üleliigne, aktiivne peroksiidkõvendi jääb reageerimata kujul pahtlimassi sisse ja reageerib hiljem lihvkrundi ja värviga, jättes pinnale roosakaid laike, mida nimetatakse peroksiidilaikudeks ***(vt.peatükk: Vead värvimisel ja nende vältimine ning parandamine)***.

4.5.3 Pahtli kandmine pinnale (pahteldamine)

Värvimistöö kvaliteet sõltub suures osas just sellest, kui kvaliteetselt on tehtud pahteldamistöö ja pahtli lihvimine. Kõveraks pahteldatud auto kere on esmane märk ebakvaliteetsest värvitööst.

Pahteldamise kuldreegel: Mida hoolikamalt ja korrektsemalt on pinnad pahteldatud, seda vähem kulub aega nende lihvimisele!

Pahteldamisel vajab automaaler lisaks pahtlile ja kõvendile ka ühtlast puhast ja poorivaba aluspinda pahtli segamiseks ja valikut pahtlilabidaid segamiseks ning pahtli pinnale kandmiseks. Vaata allpool toodud fotot:

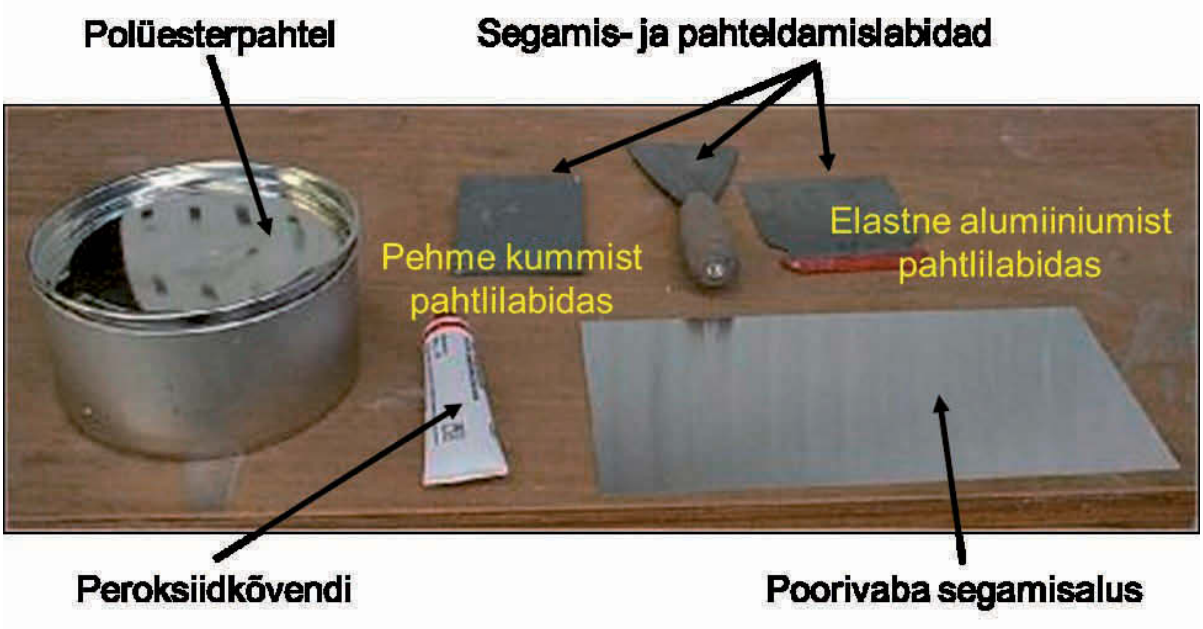


Foto 60 *– Pahteldamiseks vajalik komplekt materjale ja tarvikuid*

Remonditud plekipinnad tuleb enne pahteldamist kõigepealt puhastada rasvast ja mustusest, kasutades sobivat pinnapuhastusainet, seejärel lihvida ühtlaseks ja veelkord hoolikalt puhastada. Seejärel võib alustada pahteldamist. Ebapiisavalt puhastatud aluspinnad on kõige suuremaks probleemide tekkepõhjuseks pahteldustöödel, kuna pahtel ei nakku saastatud metallipinnaga!

Tavalised polüesterpahtlid sobivad kasutamiseks vaid haljal terasplekil, nende kasutamisel galvaniseeritud plekil ja alumiiniumpinnal võib tekkida tõsine nakkuvusprobleem. Nendel pindadel kasutamiseks on värvisüsteemide valmistajad välja töötanud spetsiaalsed pahtlid.

Veendu alati enne pahtli kasutamist, et see sobib kokku aluspinna materjaliga. Polüesterpahtli võib kanda ka eelnevalt epoksiidkrundi või 2K-täitekrundiga kaetud ja enne pahteldamist hoolikalt matistatud ning puhastatud pinnale.

OLULINE! Polüesterpahtleid ei tohi kunagi kasutada otse happekrundiga kaetud pinnal ilma krundikihti isoleerimata. Happekrundi ja pahtli vahel ei teki keemilise reaktsiooni tõttu vajalikku nakkumist!

Pahteldage pinnad kiirete ja täpsete liigutustega, surudes esimese kihiga pahtli vigastuse sügavama osa sisse ja kattes koheselt teise, laiema pahtlikihiga, kogu vigastatud ala. Kasulik on need järjestikkused kihid kanda pinnale üksteisega risti. Pidage meeles, et pahtlilabida nurk määrab pahtlikihi paksuse, mida rohkem kaldus on pahtlilabida asend pinna suhtes, seda paksem kiht jääb pinnale! Viimistlege pahtlikihi pind kiiresti puhta metall- või kummilabidaga, nii väldite hiljem liigset lihvimist! Kummist pahtlilabidas on kogenud automaalri käes tõeliselt kasulik tööriist – sellega saab täpselt järgida auto kere kontuure ja saavutada praktiliselt täiesti sileda pahtlipinna.

***Foto 61** – Alustage pahtli kandmist pinnale tugevalt surudes*

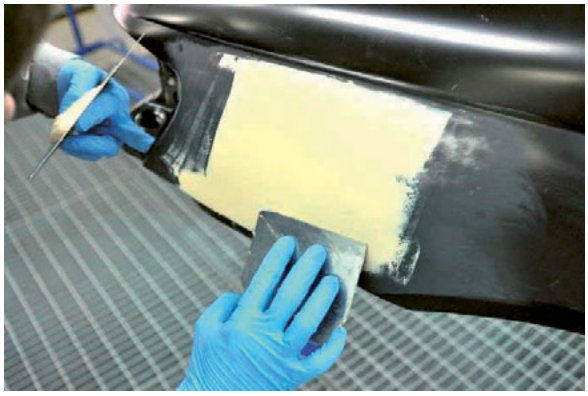


***Foto 62** – Jätkake kergema survega, et täita vigastused*

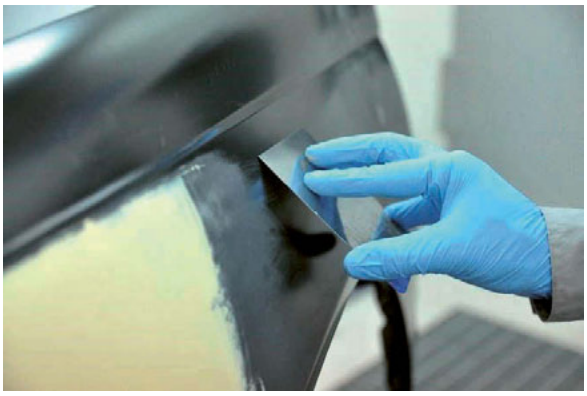


***Foto 63** – Pahtlilabida nurgast sõltub pahtlikihi paksus*

***Foto 64** – Viimistlege pind ristsuunaliselt pehme kummilabidaga*

Kandke pinnale maksimaalselt 1 mm paksune pahtlikiht, kohati võib kihi paksus olla kuni 3 mm. Peale kuivamist ja lihvimist ei tohiks pahtli kihi paksus ületada 0,5 mm (500 µm).
Pahtli pinnale kandmisel võib kasutada erinevaid tehnikaid ja olenevalt pinna kujust pahteldatakse pinnad kas pikisuunaliselt või ristisuunaliselt. Pikad pahteldamised sirgetel pindadel õnnestuvad paremini pikisuunas pahteldades.

***Foto 65** - Pahtli kandmine pinnale pikisuunaliselt*

***Foto 66** - Korrektselt pahteldatud pind*

***Foto 67** - Pahtli kandmine pinnale ülevalt alla*

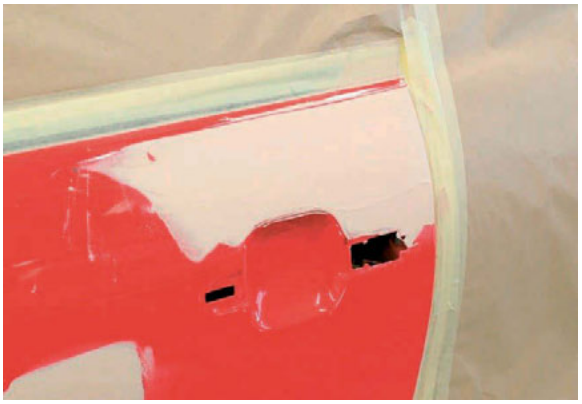


***Foto 68** - Korrektselt pahteldatud pind*

Peale pahteldamist puhastage kiires tempos pahteldamisel kasutatud tööriistad. Pahtlilabidate puhastamiseks on sobiv kasutada nitrolahustit või spetsiaalset värvitööriistade puhastuslahustit. Labidale kinni kuivanud pahtlit on võimalik eemaldada ainult mehaaniliselt.

NÕUANNE! Juba kuivanud pahtli võib pahtlilabidalt eemaldada keeva vee abil. Aja vesi metallanumas keema ja pane pahtlilabidad korraks keeva vee sisse. Metall-labidate kiire soojuspaisumine tõttu tulevad pahtlijäägid enamasti pinnalt lahti.

4.5.4 Pahtli lihvimine

Polüesterpahtel kuivab ja kõveneb suhteliselt kiiresti – umbes 20-30 minuti jooksul 20°C juures. Seetõttu on võimalik alustada pahteldatud pinnale kuju andmisega kohe peale lühikest kuivamisaega.

Pahtli mittetäielik kuivamine vale kõvendikoguse või liiga lühikese kuivamisaja tõttu võib tuua kaasa mitmeid probleeme, neist olulisim on abrasiivmaterjalide ummistumine kleepuvate pahtliosakestega ja selle tõttu raskendatud või võimatu lihvimine.

NÕUANNE! Pahteldatud pinna puhastamine pinnapuhastusainega või silikoonieemaldiga enne lihvimise alustamist kiirendab oluliselt lihvimisprotsessi ja muudab selle efektiivsemaks.

Pahtli lihvimisel on probleemiks pahtlis olevad poorid ja struktuur. Nende defektide paremaks tuvastamiseks ja nende eemaldamise jälgimiseks on mugav kasutada kontrastvärvusega indikaatorkihti. Kuivanud pahtlipinna võiks katta kerge kihi **kontrolltahmaga** või kasutada pihustatavat **kontrollvärvi.** Soovitame kasutada tahma, kuna see ei kahjusta töötajate tervist, täidab kõik poorid ja ei ummista lihvimisvahendeid.

OLULINE! Kindlasti ei tohiks kasutada indikaatorina musta pihustatavat nitro-värvi, selle jäägid võivad pooridesse ja pragudesse kuivades hiljem värvi alla mulle või pinnale auke tekitada!

***Foto 69** – Enne lihvimist kandke pinnale indikaatortahm*

***Foto 70** – Lihvige pahtlikiht sirgeks lihvklotsiga P80-P120*

***Foto 71** – Viimistlege lihvmasinaga karedusega P120-P180*

***Foto 72** – Lihvige üleminekud pehme alustallaga ja P240-ga*

Pahtli lihvimist tuleks alustada suhteliselt jämeda lihvpaberiga, et anda töödeldavale pinnale kiiresti soovitud kuju – sobiv lihvmaterjalide karedus on P120-P180, väga suurte pindade korral võib osutuda vajalikuks kasutada esimesel lihvimisel ka P80 karedusega lihvmaterjale.

Liikuge lihvimisel jämedamatelt lihvmaterjalidelt peenematele ja eemaldage esimesest jämelihvimisest jäänud kriimud karedusega P180-P240 viimistluslihvimisega. Eriti oluline on kõik pahtli servad saaksid lõpuks P240 karedusega ühtlaseks töödeldud, nii väldite järelkuivamiste tekkimise ohtu. Kasutage pinna viimistlemiseks lihvmasinaga karedusel P240 kindlasti pehmet vahetalda, see võimaldab viimistleda pinda ilma selle kuju muutmata. Kuju tuleks saavutada käsitsi lihvides.

Jämelihvimisel jätke alati veidi paksem kiht pahtlit pinnale, et seda oleks võimalik edasi töödelda peenemate karedustega. Kui pahtli pinnast hakkab läbi kumama metalli pind, siis tuleb lihvimine koheselt lõpetada – vastasel juhul tekib välja lihvitud metalli pinnast „saareke“, mida on vaja uuesti pahtliga katta.

Lihvimisel võib kasutada nii käsitööriistu – klotse ja lihvhöövleid kui ka pneumaatilisi ja elektrilisi lihvmasinaid.

Suurte sirgete pindade korral on oluline alustada pinnale kuju andmist alati pika lihvhöövliga, et tagada lõplik pinnasiledus. **Väiksemate vigastuste korral** võib kasutada ka lihvklotse. Valige klotsi suurus vastavalt vigastuse suurusele.

***Fotod 73, 74** - Pahtli lihvimiseks sobivad erineva kuju ja suurusega lihvklotsid ning -höövlid*

Klotside ja höövlitega sirgestatud pahtlipinnad viimistletakse lõpuks P240 karedusega abrasiiviga lihvides, selleks kasutatakse tavaliselt 150 mm ümara alustallaga ekstsentrik-lihvmasinat. Laiemate pindade korral võib kasutada ka suurema, kuni 200 mm tallaga lihvmasinat. Suurte siledate pindade lihvimiseks sobivad hästi ka suure jõudlusega, pika kandilise tallaga lihvmasinad.

Kui lihvpaber on kulunud, siis vahetage see välja, uus terav lihvpaber lõikab paremini, andes pinnale täpsema kuju ja pinnasileduse ning töö on efektiivsem.

***Foto 75** -Pika tallaga lihvmasin*

***Fotod 76, 77** - 200 mm ja 150 mm tallaga ekstsentrik-lihvmasinad*

Oluline on pahtlite lihvimisel alati kasutada tolmuärastusega lihvmasinaid ja käsitööriistu – ühendatuna kas tsentraalsesse tolmueemaldussüsteemi või liikuva lihvimistolmuimejaga. Piisavalt tõhusa tolmuäratõmbe kasutamine tagab alati puhta pinna, väiksema abrasiivmaterjalide kulu ja puhtama töökeskkonna.

Kasutades tolmuäratõmbega seadmeid, tuleks valida ka vastavalt perforeeritud abrasiivmaterjalid – höövlipaberid ja lihvkettad, mis sobivad masina või klotsi äratõmbe avadega:

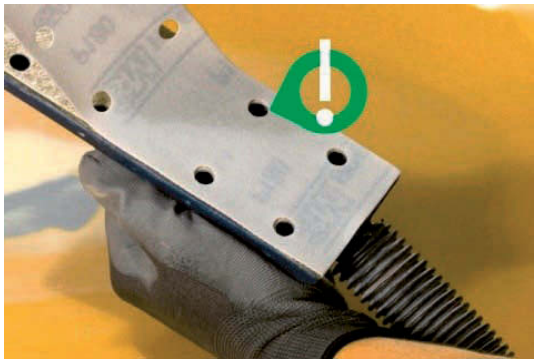


***Foto 78** - Korrektselt klotsile paigaldatud lihvpaber*

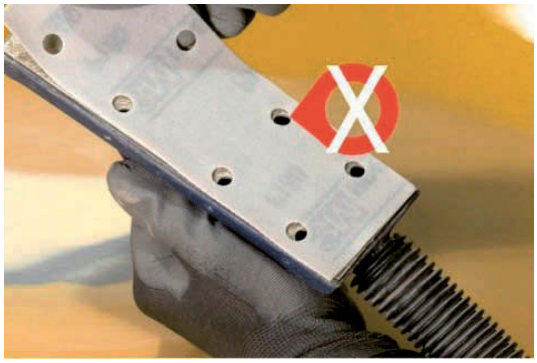


***Foto 79** - Valesti klotsile paigaldatud lihvpaber*

Polüesterpahtli lihvimisel ei tohiks kindlasti kasutada vett, sest pahtli pind on poorne ja veega lihvimisest tekkiv niiskus imbub pahtli pinna sisse ning võib hiljem kruntimisel ja värvimisel olla niiskusemullide tekkimise ning aluspinna korrosiooniprobleemide põhjuseks!

Hoidke lihvimisel klotsi või höövli pind alati töödeldava pinnaga paralleelselt, ärge lihvige serva või otsaga, nii on tulemuseks ebatasane ja kõver pind:

***Foto 80** - Õige lihvimisklotsi asend pinna suhtes*

***Foto 81** -Vale lihvimisklotsi asend pinna suhtes*

Sama reegel kehtib ka lihvimisel ekstsentrik-lihvmasinaga. Toetage masina tald ühtlaselt pinnale ja vältige lihvimist ühe servaga, vastasel juhul on võimatu saavutada sirget ja siledat pinda.

***Foto 82** - Õige lihvmaina asend pinna suhtes*

***Foto 83** - Vale lihvmasina asend pinna suhtes*

Pahtli pinnale kandmisel ja lihvimisel on oluline kaitsta töödeldavat ala ümbritsevaid, vigastamata pindu, vedela pahtli ja abrasiivide kriimustuste eest. Kasutage selleks tugevat kvaliteetset maalriteipi, vajadusel seda mitmes kihis pinnale kleepides. Kui pealmine kiht saab pahtliga kokku, siis eemaldage see kohe ja asendage uue kihiga. Katke kinni ka servad ja õõnsused, kuhu pahtli sattumist tuleks hoolikalt vältida, selle hilisem eemaldamine on ajamahukas ja keeruline ettevõtmine.

Tavaliselt ei piisa pinna ühekordsest pahteldamisest ning peale esimese pahtlikihi kuivamist ja jämelihvimist on vaja pahteldamist korrata. Sellisel juhul tuleks lihvimisjäägid pahtlipinnalt eelnevalt eemaldada ja pind puhastusaine ning puhta puhastuslapiga puhastada ja suruõhuga kuivatada.

***Fotod 84, 85** – Enne teistkordset pahteldamist puhastage pind silikoonieemaldiga ja seejärel kuivatage korralikult suruõhuga*

Peale pahtli siledaks lihvimist ja üleminekute viimistlemist peenema karedusega lihvmaterjalidega, kaetakse lihvimisel paljastunud haljad metallipinnad kõigepealt korrosioonikaitsekrundiga (happekrunt või epoksiidkrunt) ja alles seejärel kantakse pinnale täitevkrunt.

Enne kruntimist tuleks matistada ka pahteldatud alast väljapoole jääv originaalvärv vähemalt 20 cm. ulatuses, kasutades selleks valikuliselt kas:

- Punast lihvvilla (näiteks Mirlon Total Fine).
- Abrasiivkäsnasid (näiteks 3M Soft Pad Fine).
- Poroloonalusel lihvpaberit (P240-P320).
- Lihvmasinat koos pehme alustallaga ja P240-P320 ketast.

***Foto 86** – Viimistlege üleminekud lihvmasinaga P240-P320*

***Foto 87** – Matistage kontuurid ja servad punase lihvvillaga*

4.5.5 Polüester-pritspahtel

Suurte ebatasaste pindade korral ja vanasõidukite restaureerimisel võib osutuda vajalikuks polüester-pritspahtli kasutamine. Polüester-pritspahtel on praktiliselt tavalise polüesterpahtli vedel, pihustatav variant, mis võimaldab spetsiaalse püstoli (otsik 2,0 -2,5 mm) abil kanda pinnale ühtlase paksu kihi pahtlit. Polüester-pritspahtli lihvimine on suhteliselt kerge ja mugav - nii on võimalik saavutada väga sirgeid pindu ja täpseid kontuure suhteliselt kiiresti.

Polüester-pritspahtli segamine sarnaneb pahtli segamisele – talle lisatakse samuti peroksiidkõvendit, kuid see on tavaliselt vedelal kujul ning lihtsama annustamise jaoks tuleb seda lisada 5%.

Peale pritspahtli pihustamist ja kuivamist lihvitakse pind siledaks, puhastatakse ja krunditakse sobiva täitevkrundiga. Tänu aluspinna siledusele ei ole vaja täitevkrundist enam paksu kihti teha, piisab kahest normaalsest krundikihist, see peaks tagama 80-100 µm. paksuse kuiva krundikihi.

Polüester-pritspahtlite kasutamine on aasta-aastalt vähenenud, kuna täitevkrundid võimaldavad ühe töövõttega saavutada piisavalt paksu ja kvaliteetse pinnakihi ning üks tööetapp jääb vähemaks, mis tähendab olulist aja kokkuhoidu. Mingit muud tehnilist otstarvet peale pinnale ühtlase ja piisavalt paksu materjalikihi tekitamine, mille saab kerge vaevaga sirgeks lihvida, pritspahtlil pole.

Pritspahtleid kasutatakse täna peamiselt vaid vanasõidukite restaureerimisel ja väga suurte vigastatud pindade sirgestamisel, tüüpiline näide on rahevigastustega autod, kui katust ja kapotti ei vahetata.

Fotod 88, 89 *- Haljad metallipinnad on krunditud enne pritspahtli kandmist pinnale. Pane tähele vahtteibiga kaetud servasid!*

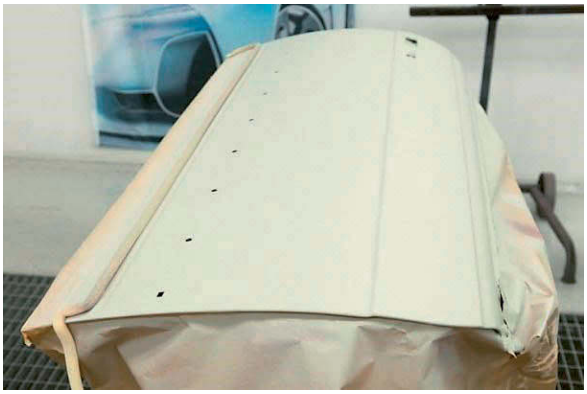


Foto 90 *-Kuivanud pritspahtel – kihi paksus 200-400 µm*

Foto 91 *-Üleni Polüester-pritspahtliga kaetud auto*

OLULINE! Polüester-pritspahtel ei ole krunt vaid vedel pahtel. Polüester-pritspahtlit ei tohi kunagi kanda haljale metallipinnale, pind tuleb eelnevalt kruntida, kasutades selleks epoksiidkrunte või happekrunti + 2K-täitevkrunti.

Mõne värvivalmistaja valikus on ka spetsiaalsed 2K-nakkekrundid, mida võib polüester-pritspahtli alla pihustada ka märg-märjalt. Järgige täpselt värvisüsteemi valmistaja tehnilist kasutusjuhendit!

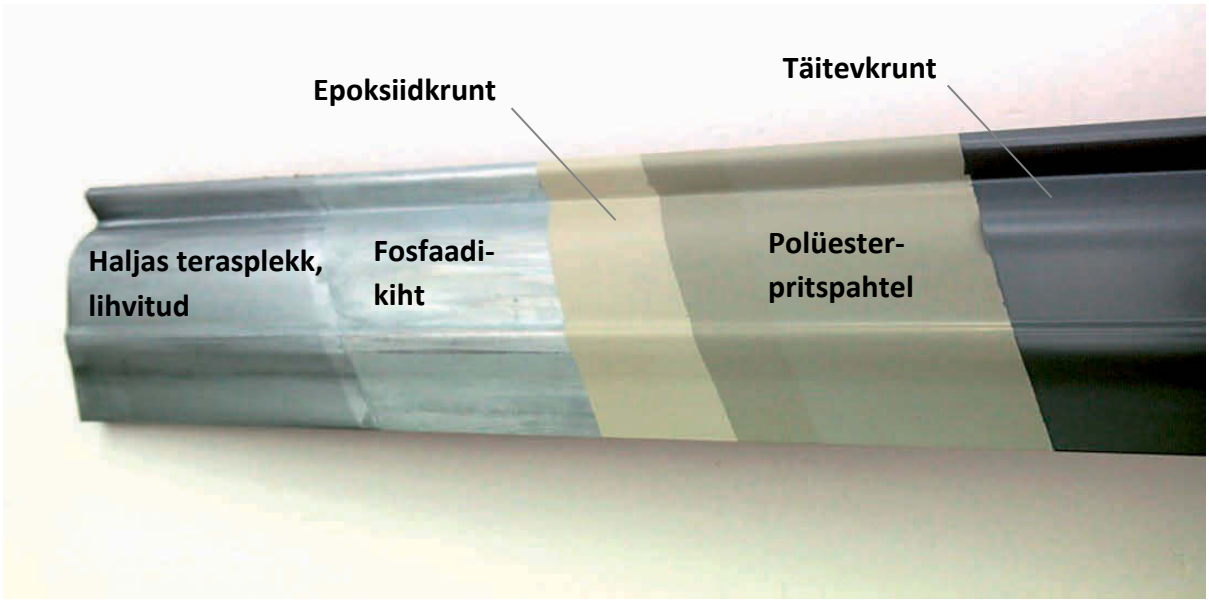


Foto 92 - *Korrektne alusmaterjalide järjekord polüester-pritspahtli kasutamisel. Pritspahtli all on kasutatud epoksiidkrunti*

4.6 Kruntimistööd

Erinevate alus- ja täitevkruntide valimine vastavalt aluspindadele ja valitud tööprotsessile. Lihvimine ja karestamine enne kruntimist. Kruntimine. Krundi lihvimine. Erinevate töövõtete ja -vahendite valimine. Märg-märjale kruntimismeetod. Pinna kvaliteedi kontroll.

Õpiväljund: Õpilane oskab valida vastavalt aluspinnale sobivad materjalid ja töömeetodid pinna ettevalmistamiseks ja kruntimiseks enne värvimistöid.

Kruntimine on värvimise eeltöö oluline osa, mis ühelt poolt tagab aluspinna isoleerimise ilmastiku-mõjude eest ja takistab korrosiooni tekkimist ning teiselt poolt loob tugeva aluspinna värvi peale-kandmiseks, mis võimaldab saavutada värvkatte pikaealisuse.

4.6.1 Erinevate alus- ja täitevkruntide valimine vastavalt aluspinnale

Peale aluspinna ettevalmistamist, pahteldamist ja pahtli lihvimist algab eeltöö järgmine etapp – pindade kruntimine. Kruntimine jaguneb kaheks osaks:

1. Aluskruntimine

- Tagab aluspinna korrosioonikaitse.
- Tagab aluspinna ja järgneva värvimaterjali vahelise nakkuvuse.

Aluskrundiga tuleb katta kõik haljad metallipinnad, olenemata sellest, kas tegu on uue ja kohati halja metallini lihvitud detailiga või remonditud detailidega, mida on lihvitud ja millel on samuti paljastunud haljas metall.

Aluskrunt valitakse aluspinna järgi, see peab sobiva aluspinna metalliga (või plastiga). Eriti hoolikas tuleb olla tsingitud terase ja alumiiniumi kruntimisel, et tekiks vajalik nakkumine järgmiste kihtidega.

2. Täitevkruntimine

- Tekitab puhverkihi aluspinna ja värvkatte vahel.
- Tagab nakkuvuse aluskihtide ja kattevärvi vahel.
- Isoleerib aluspinnad väliskeskkonna eest.
- Parendab värvikihi korrosioonikaitset (sisaldab reeglina korrosioonikaitse inhibiitorit).
- Loob tugeva ja sileda aluspinna alusvärvile ja lakile (või pinnavärvile).
- Võimaldab pinnalt välja lihvida väikemaid defekte ja ebatasasusi.

Täitevkrundiga peab katma kogu eelnevalt töödeldud aluspinna ja aluskrundi ning sellest moodustub ühtlane tugev aluskiht, mida on võimalik lihvimismasinaga ja käsitsi siledaks lihvida, et moodustuks ideaalne aluspõhi edasiseks pinna värvimiseks.

Täitevkrundid jagunevad omakorda:

- Lihvitavateks täitevkruntideks e. **lihvkruntideks**
- Mittelihvitavateks täitevkruntideks **e. märg-märjale kruntideks**

Kruntimisel kasutatavate värvimaterjalidega tutvusime põhjalikumalt selle raamatu eelmises peatükis. Vajadusel vaata lisainfot peatükist 3.6 Eeltööde materjalid.

Käesolevas peatükis keskendume kruntimise protsessi olemusele ja eripäradele ning krunditud pinna ettevalmistamisele värvimiseks.

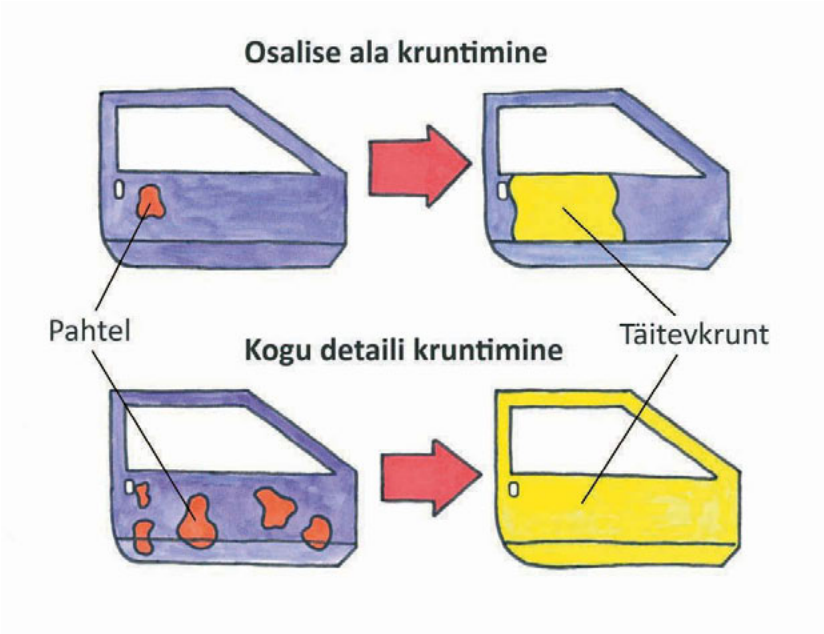
Üks olulisemaid küsimusi värvimise eeltöö planeerimisel on – kas kruntida kogu detail või ainult pahteldatud / remonditud kohad? Vastust polegi nii lihtne anda.

Kruntides kõik pinnad üleni, ka siis, kui vigastatud ala on suhteliselt väike, ei tee kvaliteedi koha pealt midagi halba, kuid on ebavajalik kulu. Samuti oleks mõistlik osalise vigastuse korral, kui vigastus on värvitava detaili ühes otsas, jätta ülejäänud detaili pind puutumata ja kasutada seda ala hiljem **värvi hajutamiseks detaili sisse,** sellega väldite võimalikke tooniprobleeme ja töö muutub kiiremaks ning ökonoomsemaks.

Kruntides kõik vigastused eraldi laikudena tekib veelgi suurem probleem – kõik krundilaikude servad on vaja hiljem siledaks lihvida ja see on väga ajamahukas töö, samuti on suhteliselt suur oht, et keset siledat detaili pinda krunditud laikude servad hiljem siiski veidi järgi kuivavad ja lakipinnale tekivad inetud „saared“.

Eelpooltoodud faktidest lähtuvalt peaks enne tööle asumist tegema plaani, kuidas tegutseda. Tark automaaler hindab vigastuste asukohti ja arvu ja teeb selle järgi otsuse, kas kruntida kogu detail või osa sellest. Võimalusel peaks vältima üleminekuid siledatel pindadel krundilt vanale värvile (v.a. hajutuse korral) ja püüdma krundi ülemineku sobitada vähemnähtavatesse kohtadesse.

Sobivad kohad **krundi üleminekuks** on kere kontuuride ja pinna kuju muutuste servad, eriti kaval on teha üleminekud liistude ja muude hiljem paigaldatavate dekoratiivdetailide alla, siis on ülemineku viimistlemine lihtne, või pole see üldse vajalik.



***Joonis 3** – Otsus osalise või üleni kruntimise kasuks sõltub vigastuse arvust, asukohast ja suurusest*

Üleminekute tegemiseks võib ka kruntimisel kasutada vahtteipi, see tagab suhteliselt lauge ülemineku ja lihtsustab hiljem oluliselt lihvimist. Otse maalriteibini kantud krundi serv võib isegi peale hoolikat mahalihvimist kergelt värvi alt näha jääda. Vana värvi ja krundi pinna kõvadus on erinev ja lihvimisel võib tekkida värvi sisse kergelt kõrgem koht, täpselt vastu mahalihvitavat krundipinda. Selle vältimiseks ei tohiks kunagi kruntida paksus kihis kuni teibi või kattepaberi servani.

Vaatleme katmist kruntimiseks allpool eraldi ja kirjeldame ka vahtteibi kasutamist katmisel.

4.6.2 Uute tehasedetailide (OEM) ettevalmistus kruntimiseks

Seda, milline kruntimismeetod remonditava detaili korral valida ja kui suurele pinnale krunti pihustada, vaatlesime juba eelnevalt. Mida aga teha uute, tehase „musta krundiga“ detailidega?

Kõigepealt – **kõik tehasekrundiga detailid tuleb alati katta täitevkrundiga**, kas märg-märjale tehnoloogiat kasutades või lihvitava täitevkrundiga. Tehase ED-aluskrunt ei ole piisava kihipaksusega ega omadustega, et tagada auto kere vastupidavust ilmastikule ja välistele mõjudele. Otse tehasekrundile värvides hakkab aluspind roostetama ilmselt juba 3-6 kuu möödudes. Uued keredetailid tulevad tehasest originaal-aluskrundiga (ED-krunt) ja see krunt on ideaalseks korrosioonikaitseks. Lihvimine lihvmasinaga ei sobi uute detailide ettevalmistamiseks seetõttu, et suure tõenäosusega lihvite krundi detaili servadest läbi halja metallini, servad on aga roostetamise seisukohalt kõige problemaatilisemad kohad.

OLULINE! Mitte mingil juhul ei tohiks tehase originaalkrunti eemaldada ega oluliselt vigastada!

Vigastamata uute detailide ettevalmistamisel piisab matistamisest punase lihvvillaga („karukeelega“) ja korralikust puhastamisest silikoonieemaldiga. Teatud juhtudel pole vaja isegi karukeelega matistamist, sest mõnede värvivalmistajate (Standox, PPG) uued universaalsed täitevkrundid sulatavad originaalkrundi pinda teatud määral ja nakkuvad sellega keemiliselt. Selliste kruntide kasutamine hoiab kokku aega ettevalmistustööde etapis.

Sellele vaatamata soovitame ka selliste toodete kasutamisel matistada vähemalt krunditava detaili servad ja kandid, sirgetel pindadel ei tekki kindlasti nakkuvusprobleeme, kuid servad on kriitilised alad.

Kui uuel tehasedetailil on vigastusi (kriimud ja mõlgid), siis tuleks need eemaldada lihvides ja vajadusel vigastused pahteldada ja lihvida. Ülejäänud detaili pinna võib karestada karukeelega.

***Foto 93** – Lihvige vigastatud ala puhtaks lihvmasinaga P180*

***Foto 94** – Pahteldage ja lihvige vigastus siledaks lihvmasinaga*

***Foto 95** – Töödelge ülejäänud detail punase karukeelega*

***Foto 96** – Puhastage silikoonieemaldi ja suruõhuga*

4.6.3 Remonditud aluspindade ettevalmistus kruntimiseks

Lihvimine ja karestamine enne kruntimist

Enne kruntimist peavad **lihvitud pinnad** olema viimistletud selliselt, et kruntmaterjal suudaks ettenähtud kihipaksuse juures täita eeltöö käigus lihvimisel tekkinud kriimud ja väiksemad pinna defektid. Täitevkrundiga sügavate kriimude, pooride ja aukude „uputamine“ võib põhjustada krundi mittetäielikku läbikuivamist ja hilisemat pinna „äravajumist“.

Lihvimata pinnad tuleb aga enne kruntimist karestada, et tagada kruntmaterjali nakkumine pinnaga.

***Foto 97** – Vigastuste servad tuleb maha lihvida sujuvalt*

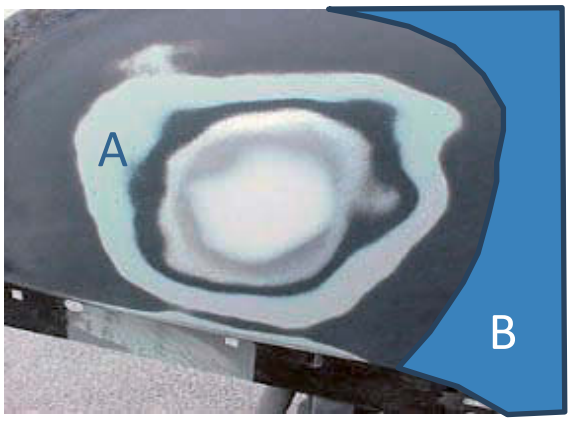


***Foto 98** – Ala B nimetatakse „krundi üleminekualaks“*

Ülal paremal toodud pildil on näidatud pinna kruntimiseks ette valmistatud pind. Kogu vigastatud pind on puhastatud, lihvitud, pahteldatud, pahtel siledaks lihvitud ja uuesti puhastatud.

Enne alus- ja täitevkruntimist lihvitakse ala A karedusega P240 ja krundi nn. „üleminekuala“ B, (juhul, kui detaili ei krundita lõpuni) lihvitakse karedusega P320. Lihvimiseks kasutatakse ekstsentrilist lihvmasinat ja selle lihvtalla all 10 mm paksusega **pehmet vahetalda**, mis võimaldab järgida lihvitava detaili kontuure. Eesmärk on pind ühtlustada, mitte selle kuju muuta!

Kohtades, kus lihvmasinaga on ligipääs piiratud või puudub, karestatakse pind käsitsi, kasutades sobivat meetodit, näiteks pehmel alusel käsilihvpaberit, lihvvilla (karukeelt) või lihvkäsnasid.

Kui pinnad on lihvitud ja karestatud, tuleb neilt eemaldada lihvimistolm ja pinnad korralikult **puhastusainega pesta** ning kuivatada, kasutades „kahe lapi“ tehnikat. Järgneb **kuivatamine suruõhuga.** Kui krunditavad alad on puhastatud ja kuivatatud tuleb mittekrunditavad alad katta. Kasutage osalisel kruntimisel katmist mööda servi ja kante, siledatel pindadel kasutage vahtteipi.

***Foto 99** – Kasutage osalisel kruntimisel katmist mööda kante*

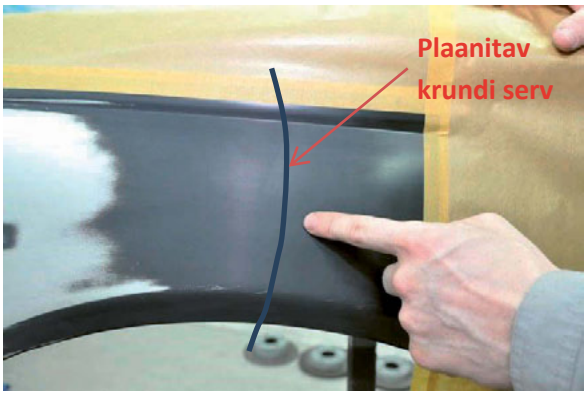


***Foto 100** – Siledal pinnal katke kaugemale ja hajutage krunt*

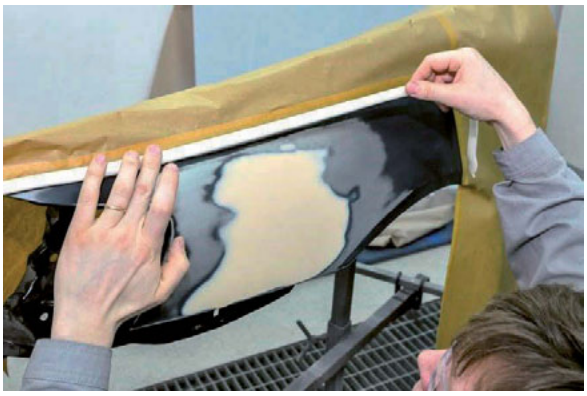


***Foto 101** – Paigaldage lisaks vahtteip, et vältida järsku serva*

***Foto 102** – Detail on valmis osaliseks kruntimiseks!*

4.6.4 Kruntide pinnale kandmine

Aluskruntide pinnale kandmine

Aluskrundid kantakse pinnale pihustamise teel. Kasutatakse selleks sobiva pihustamisotsikuga värvi- või krundipüstolit. Eelistama peaks madalsurve (HVLP) püstoleid, mis võimaldavad säästa 20-30% materjali võrreldes normaalsurve värvipüstolitega. Püstoli pihustamisotsiku valik sõltub kasutatava materjali viskoossusest, mis on näidatud krundi tehnilises kasutusjuhendis. Aluskrundid on tavaliselt madala viskoossusega (eriti happekrundid) ja seetõttu on sobiv otsik tihti 1,3 kuni 1,4 mm.
Kuna tavaliselt on töökodades kasutatavad kruntmaterjalide pihustamiseks mõeldud madalsurve krundipüstolite otsikud oluliselt suuremad, vahemikus 1,6-1,9 mm, siis need aluskrundi jaoks ei sobi, sest pinnale satub ühe pihustamiskihiga liiga palju materjali ja see võib pinnal voolama hakata, samuti pikeneb liiga paksu kihi korral oluliselt ka krundi kuivamisaeg. Seetõttu on tihti vajalik kasutada aluskrundi pinnalekandmiseks pinnavärvile mõeldud värvipüstolit või muretseda krundipüstolile spetsiaalne, väiksema läbimõõduga otsik.

Nagu juba öeldud, lähtuvalt aluskrundi põhiülesannetest tuleb kruntida kõik haljad metallipinnad, mis on eeltöö käigus paljastunud.

***Foto 103** – Aluskrundi (happekrundi) pinnale kandmine*

***Foto 104** – Aluskrunditud pinna katmine täitevkrundiga*

Aluskrundiks olev **happekrunt** pihustatakse aluspinnale ühe või kahe õhukese kihina ning peale vahekuivatusaega (tavaliselt 20-40 min.) võib pinnale kanda täitevkrundi. **Epoksiidkrundiga** pindade isoleerimisel või korrosioonikaitseks enne pahteldustöid, kantakse see krunt pinnale tavaliselt kahes kihis ja kuivatatakse. Epoksiidkrunt vajab kuivanult ja enne edasist töötlemist kerget lihvimist karedusega P240-P320.

Vaata aluskruntide kohta lisaks peatükist 3.6 Eeltööde materjalid.

Täitevkruntide pinnale kandmine

Täitevkrunt kantakse pinnale samuti pihustamise teel. Selleks kasutatakse kas sobiva pihustamisotsikuga värvipüstolit või spetsiaalset **krundipüstolit.** Krundipüstolid on tavaliselt madalsurve värvipüstolid (HVLP), mis on optimeeritud just kõrge viskoossusega kruntmaterjalide pihustamiseks võimalikult väikeste kadudega. Kuna krundi pind hiljem lihvitakse, siis ei pea see olema nii sile kui värvi- või lakipind ja seetõttu on võimalik püstoli **atomiseerimisvõimet ja värvijoa kiirust** vähendada, mis omakorda suurendab pinnale jõudva materjali hulka ja seeläbi ökonoomsust.

Sobiva suurusega pihustamisotsikud VOC-normidele vastavate täitevkruntide pihustamiseks jäävad vahemikku 1,5-1,9 mm.

Vaata värvi- ja krundipüstolite kohta lisaks peatükist 2.3 Materjalide pealekandmise vahendid.

Täitevkrundi töösegu valmistamisel tuleks arvestada krunditava ala suurust, sisetemperatuuri värvikambris või kruntimisalas ja suhtelist õhuniiskust, samuti seda, kui paks krundikiht soovitakse pinnale kanda. Vastavalt nendele parameetritele peaks valima antud tingimustesse sobiva krundi kõvendi ja lahusti.

Foto 105, 106, 107 *– Sobivad vahendid täitevkrundi töösegu tegemiseks. Krundi segamine mõõduanumas, viskoosuse mõõtmine*

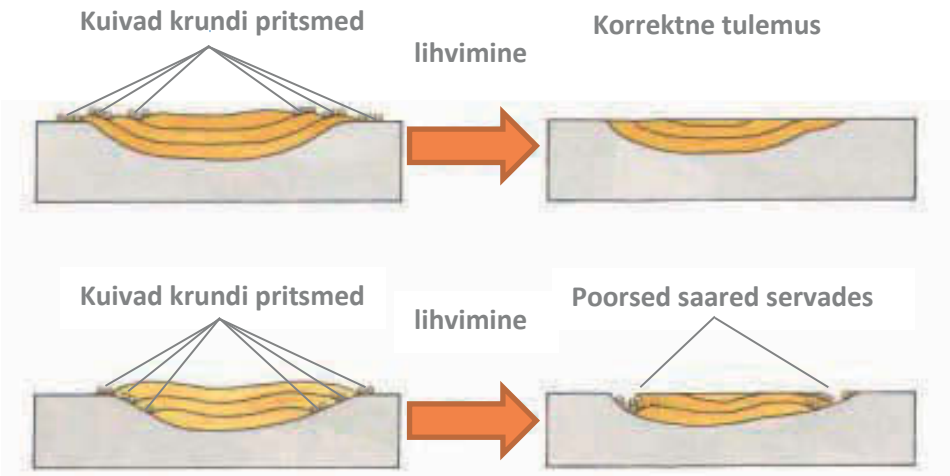
Tavapärasest erinevate tingimuste korral peaks mõõtma krundi **töösegu viskoosust** ja seda vajadusel muutma lahusti lisamisega. Lahustit ära võtta loomulikult ei saa, kuid siis peaks valima tegelikule viskoossusele vastava pihustamisotsikuga krundipüstoli.

NÕUANNE. Eelistama peaks „aeglasemaid“ komponente, sest nende kasutamine annab tulemuseks siledama pinna ja hiljem on pinda oluliselt kergem lihvida. Samuti vähendab see krundi kulu ja mis kõige huvitavam, ei pikenda oluliselt kuivamisaega, kuna kihipaksus on reeglina väiksem.

Foto 108, 109 *– Eraldi detailide üleni kruntimisel alustage täitevkrundi pihustamist detaili alaosast ja liikuge järk-järgult ülespoole*

Täitevkrundi pihustamisel pindadele, millel on pahtliga parandatud või välja lihvitud vigastusi, jälgige alati printsiipi, et **esimene krundikiht** pihustatakse kõige laiemale alale, sinnamaani, kuhu soovite krundikihiga minna. **Teise krundikihiga** kaetakse väiksem ala esimese kihi sees, mis katab rohkem vigastust ja **kolmanda krundikihiga** veelgi väiksem ala, ainult veidi suurem, kui vigastatud ala.

See on reegel mille vastu pidevalt eksivad ka professionaalsed automaalrid ja imestavad, miks aeg-ajalt kuivab lakipinnast välja ringikujulisi kontuure ja esineb nõelatorke suurusi augukesi, mis paiknevad ringina või poolringina. Vaadake palun seletust sellele nähtusele all olevalt skeemilt:

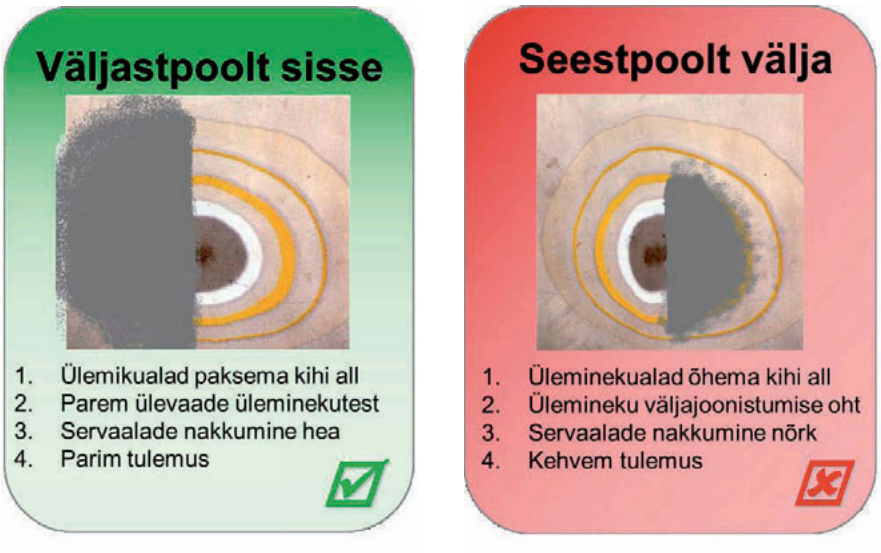


Joonis 4 *– Põhjus, miks seest välja kruntides võib tekkida probleeme, on sellel skeemil lahti seletatud*

Kuna tänapäevased täitevkrundid kuivavad suhteliselt ruttu, siis jäävad valet pidi kruntides (seestpoolt välja) eelmise krundikihi serva tekkinud **ülepihustuse** pritsmed osaliselt järgmise kihi alla ja see koht võib jääda poorseks, kuna järgmine kiht ei suuda enam kiiresti kuivanud pritsmetega kokku sulanduda. Kruntides õiges järjekorras (laiemalt alalt kitsamaks), väldime seda probleemi, sest iga kihi ülepihustus jääb eelmise peale (mitte alla) ja eemaldatakse lihvimise käigus.

VÄRVIMATERJALIDE PIHUSTAMISE KULDREEGEL:

Krunditakse alati laiemast alast kitsamaks, värvitakse aga väikemast alast suuremaks!



Joonis 5

Üleni krunditavate uute ja ka remonditud **detailide kruntimine** on suhteliselt lihtne, soovitame siin kasutada alt-üles kruntimismeetodit, nii väldite ülepihustuse kuiva tolmu sattumist detaili alaosale, seni kuni krundite detaili ülemist osa. Alumistele pindadele langenud pihustustolm võib halvendada krundikihi nakkumist, samuti võib olla probleemiks saavutada ühtlaselt siledat pinda.

Ka oma tegevuse jälgimine on seda pidi kruntides paremini kontrolli all ja alustades detaili alaosast, saab olla kindel, et see kriitiline ala kindlalt piisava krundikihiga kaetud saab.

***Fotod 110, 111** – Ka suuremate kruntimistööde korral, kui pinnad krunditakse üleni, on soovitatav liikuda alt üles*

Lihvitavat täitevkrunti kantakse pinnale vastavalt toote tehnilises kasutusjuhendis toodud infole - kihtide arvule ja kihipaksusele. Pihustuskihtide arv võib erinevatel täitevkruntidel olla väga erinev. Näiteks, kui toote tehnilises informatsioonis on märgitud kaks pihustuskäiku ja kuivanud kihi paksuseks on ette nähtud 50-70 µm, siis on tegemist normaalse isoleeriva täitevkrundiga. Kui on aga lubatud täitevkrunti pinnale kanda kolm kuni neli pihustuskihti ja kuivanud kihi paksuseks on märgitud 120-200 µm, siis on tegemist suure täitvusega täitevkrundiga.

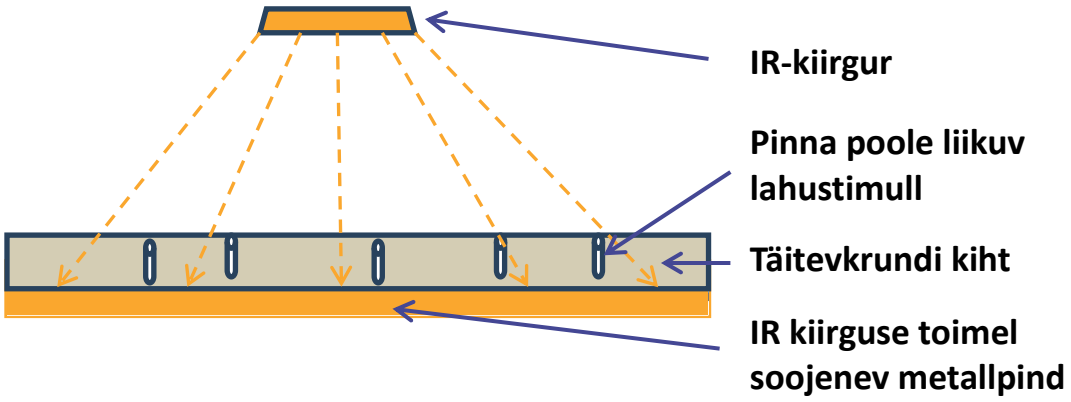
Oluline on meeles pidada, et liiga paksu (paksema kui maksimaalselt TTK-s ette nähtud) krundikihi puhul pikeneb krundi kuivamisaeg märkimisväärselt ning paksu krundikihti pole soovitav kuivatada infrapunakuivatiga.

Täitevkrundi pinnalekandmisel pihustatakse esimene krundikiht õhemalt (ca. 70% täiskihist), nii aurustuvad lahustid sellest kihist kiiremini ja ei imendu aluskihtidesse. See nn. **eelkruntimiskiht** isoleerib aluspinna järgmise, märja krundikihi eest. Pihustades koheselt täiskihi, võivad täitevkrundis olevad lahustid imbuda alumistesse pinnakihtidesse ja põhjustada nende kihtide turdumist.

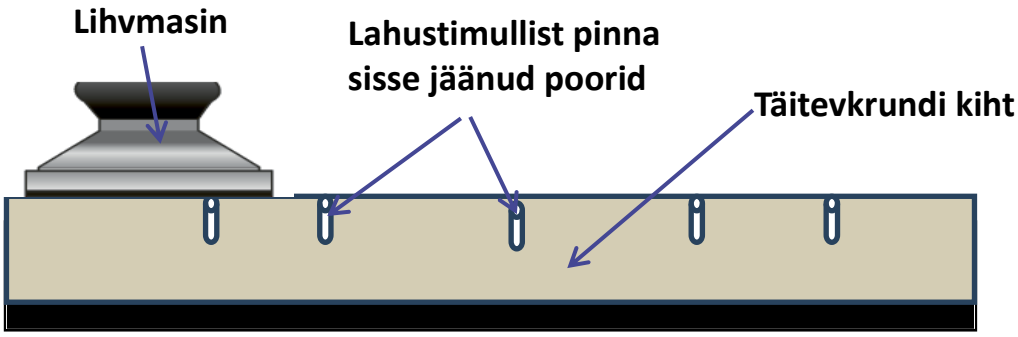
Järgmised krundikihid pihustatakse normaalsete kihipaksustena, n.ö. **täiskihtidena**. Täitevkrundi pind on soovitatav pihustada sama siledaks kui pinnavärvi puhul – siis on kuivamisjärgne lihvimine tunduvalt lihtsam ja kiirem. Väga tähtis on kinni pidada **vahekuivatusaegadest** krundi kihtide vahel. Järgmise krundikihi tohib pinnale kanda alles siis, kui eelmine kiht on täiesti matiks muutunud.

Vahekuivatusaega ei tohi vägisi kiirendada suruõhu puhumisega märjale krundipinnale. Vahekuivatus-ajast mittekinnipidamisel ja suruõhuga kuivatamisel jääb lahusti alumistesse materjalikihtidesse, takistades krundi ja kõvendi vahelise keemilise reaktsiooni (polümerisatsiooni) toimumist. Selle tulemusena kuivab läbi ainult täitevkrundi pealmine kiht ning selle mahalihvimisel paljastuvad alumised, osaliselt läbikuivamata, krundikihid.

Paksu krundikihi kuivatamisel infrapunakuivatiga (kuivatab kihti seestpoolt väljapoole) võib krundikihis sisalduv vedel lahusti kõrge temperatuuri korral keema hakata ning pressib end värvikihi pindmistesse kihtidesse, jättes pinnakihi sisse peenikesed poorid. Selliseid poore kutsutakse „nõelaaukudeks“, mis värvimisel annavad endast märku peenikeste täppidena, mida kattevärv ei taha katta.



Joonis 6 *– Pooride tekkimine liiga paksu krundipinna sisse kuivatamisel IR-kuivatiga*



Joonis 7 *– Krundikihi pinda tekkinud poorid avanevad lihvimisel ja jätavad endast järgi „nõelaaugud“, mida värv ei taha katta*

Tiksotroopsete omadustega täitevkrundid. Aasta 2012 lõpus ilmusid värvitöökodadesse uued, tiksotroopsete omadustega täitevkrundid, mida oli võimalik pinnale kanda ühes töökihis (kaks pihustuskihti ilma vahekuivatuseta) ja mis sellele vaatamata võimaldasid hõlpsasti saavutada ühe käiguga ja ilma vahekuivatuseta üle 100 µm paksuse kuiva krundikihi.

Näide: Standox VOC Xtra-Füller on üks sellistest toodetest ja omab väga huvitavaid omadusi:

- Võimalik on pihustada OEM-krundile ilma seda eelnevalt matistamata.
- Ühe töökihiga saavutatakse ca. 100 µm paksune pinnakiht.
- Võimalik pihustada kuni kolmes kihis, sel juhul saavutatakse max. 240 µm paksune kiht.
- Tänu tiksotroopsusele on krundi kiht servadel sama paks kui siledal pinnal, väldib läbilihvimist.
- Saab pihustada suhteliselt peene otsikuga värvipüstoliga, soovitatav on 1,5 mm. Tulemuseks on eriti sile pind ja lühike tööaeg lihvimisel.
- Saadaval kolmes erinevas värvis: valge, hall ja must, mida võib omavahel segada.
- Ühes töökihis pihustamise korral kuivab eriti kiirelt, saab lihvida peale 2 tunnist kuivamist toatemperatuuril.

Tundub, et sellised krundid on täitevkruntide järgmise põlvkonnana juba töökodades kanda kinnitanud ja kruntimise meetodeid ja arusaamu tuleb ilmselt tõsiselt revideerida!

Märg-märjale täitevkrunt pihustatakse üldjuhul värvipüstoliga ühe või 1,5 kihina. Krundi kuiv kihipaksus jääb vahemikku 25-35 µm. Peale pihustamist lastakse märg-märjale täitevkrundil vahekuivada, enne värvi ja laki pihustamist pinnale.

Märg-märjale kruntimissüsteemi korral tuleb eriti täpselt järgida konkreetse värvisüsteemi ja kasutatava toote tehnilist informatsiooni.

Kombineeritud kruntimine. Tihti tuleb ette olukordi, kus suuremate avariide korral leidub sama auto küljes uusi, tehasekrundiga detaile ja remonditud vanu, värvitavaid osi. Harjumusest kipuvad maalrid sellisel juhul mõnikord värvima uued, vigadeta detailid märg-märjale kruntimis/värvimismeetodil ja vanade, remonditud detailide pinnale kandma lihvitava täitevkrundi. Selline tegevus on nii aja kui ka materjalide ökonoomia seisukohalt täiesti vale. Juhul, kui sama auto küljes on detaile, mida remonditi ja mis vajavad katmist lihvitava täitevkrundiga, siis on reegliks, et kõik auto värvitavad osad, ka uued, kaetakse sama, lihvitava krundiga, kandes seda uutele detailidele 1,5 kihis ja remonditutele 2-4 kihis.

OLULINE! On tähtis, et kõik auto detailid värvitaks samal ajal ja koos, muidu võivad tekkida probleemid värvitooni sobivusega ja laki struktuuri erinevusega. Sellises olukorras on osade detailide värvimine märg-märjale täiesti mõtlematu tegu ja raiskab kokkuvõttes kindlasti oluliselt rohkem aega.

NÕUANNE. Eriti kavalad automaalrid krundivad kõik uued detailid igal õhtul märg-märjale krundiga või vedelamaks tehtud lihvitava täitevkrundiga 1,5 kihis, kasutades selleks 1,3-1,4 mm otsikuga värvi-püstolit ja krundi sees aeglast kõvendit. Nii saavutatakse värvipinnaga võrreldava siledusega krundi pind ja hommikuks on see ka täiesti läbi kuivanud. Nii saab nupukas automaaler nüüd hommikul tööle tulles võtta õhukese, sileda ja hästikuivanud krundikihiga detailid ja viimistleda need kergelt käsitsi lihvides P800 karedusega pehmel alusel käsilihvpaberiga, et eemaldada pinnalt tolmuosakesed, karestada servad ja võib-olla eemaldada siit-sealt ka kerge struktuur. Sileda pinnaga nakkub värv 24 tunni jooksul keemiliselt, nii et nakkuvusega pole probleeme isegi juhul, kui detaile üleni ei lihvitagi.

4.6.5 Täitevkrundi lihvimine

Täitevkrunt võib kuivada toatemperatuuril üle öö või kuivatatakse seda kõrgendatud temperatuuril, mis oluliselt kiirendab 2-komponentse lihvkrundi polümeriseerumist. Kuivatada võib nii värvimis-kambris kuivatusrežiimil 60°C juures kui ka infrapunakuivati (IR) abil. Peale täitevkrundi täielikku kuivamist on võimalik selle pinda lihvida. Lihvimise teel antakse krundi pinnale lõplik ühtlus ja siledus, samuti saab lihvimisega eemaldada väiksemad defektid ja ebatasasused.

Lihvimist ei tohi mingil juhul alustada enne krundikihi täielikku läbikuivamist. Vastasel juhul on oht välja lihvida lõplikult kuivamata krundikiht, mis ülevärvimisel imeb endasse värvis sisalduvaid lahusteid, turdudes seeläbi veidi üles. Hilisemal järelkuivamisel „vajub“ turdunud pind tagasi, põhjustades järelkuivamisdefekti, lisaks võib tekkida värvi- või lakipinna matistumine.

***Fotod 112, 113** - Kuivanud täitevkrundi pinna lihvimine on vastutusrikas ülesanne ja nõuab sobivaid tööriistu ja oskusi*

Pikkade aastate jooksul on krundi lihvimisel kasutatud kahte põhilist menetlust:

- Krundipinna kuivlihvimine – lihvitakse masinaga või käsitsi, kasutades tolmuärastust
- Krundipinna märglihvimine – lihvitakse, kasutades veekindlat lihvpaberit ja lubrikandina vett

Alates 1990-ndatest on olukord pidevalt liikunud kuivlihvimise suunas ja täna on arenenud riikidest üsna raske leida efektiivselt töötavat töökoda, mis kasutaks täitevkrundi viimistlemisel **märglihvimist**.

Sellest tulenevalt keskendume selle õpiku raames ainult krundipindade **kuivlihvimisele**. Kuivlihvimine on lihtsam, kiirem, puhtam ja mugavam, samuti on töö tulemus stabiilne ja lihtsalt kontrollitav. Kui siiski on tahtmist vanast harjumusest masinaga lihvitud krundipind „märjalt“ üle käia, võib selleks kasutada halli karukeelt (ca. P1500) ja silikoonieemaldit või alkoholipõhist pinnapuhastusainet, olenevalt värvisüsteemi tootja soovitustest.

Enne täitevkrundi lihvimise juurde asumist on soovitatav pinnale kanda **kontrolltahm** või –värv. Kui pahtli lihvimisel aitas kontrolltahm avastada peenikesi kriime ja poore pahtli pinnal, siis krundi pinnale kantuna aitab kontrolltahm vältida krundi läbilihvimist. Ehk lihvimine tuleb lõpetada kohe, kui pinnale kantud kontrollvärv on täielikult kadunud. Kontrollvärvi kadumine näitab, et see koht on siledaks lihvitud ning lihvimise jätkamisel on järgmine silmaga nähtav tagajärg läbilihvitud koht… See aga tähendab uuesti kruntimist – kuivatamist - lihvimist. Nagu eelpool juba soovitatud, tuleb täitevkrunt pinnale kanda võimalikult sileda kihina - sel juhul on krundi lihvimine kiire ja suhteliselt lihtne tööetapp, samuti väheneb risk servades krundipinnast metallini läbi lihvida. Tugevalt struktuurse krundipinna tasaseks lihvimine on oluliselt töömahukam ja lõpptulemusena on nii aja- kui ka materjalikulu oluliselt suurem.

NÕUANNE! Kontrolltahma toodetakse kahte värvi: **must** – heledate kruntide jaoks ja **oranž** – tumedate ja mustade kruntide jaoks. Hankige mõlemad, neid läheb kindlasti vaja!

Foto 114 *– Krundipinna lihvimist lihtsustab kontrolltahm*

Foto 115 *– esimesena lihvitakse käsitsi detaili servad*

Täitevkrunti lihvitakse nii käsitsi kui ka ekstsentrik-lihvmasinaga, kasutades masinlihvimisel abrasiive karedustega P400-P600 ja käsilihvimisel karedustega P500-P800. Abrasiivi kareduste valik sõltub kattevärvi nõuetest, mahalihvimist vajava kihi paksusest ja krundipinna struktuurist. Väga struktuurse krundipinna siledaks „lõikamiseks“ võib esmalt vaja minna isegi P320 lihvketast, siiski tuleks sel juhul tõsiselt mõelda, kas poleks lihtsam krunti siledamalt pinnale kanda või kas pole tegu mingi tehnilise probleemiga.

Täna on alusvärvi alla viimistlemise **standardiks** masinlihvi korral P500 ja käsitsi lihvides P800 karedusega lihvitud pind. Pinnavärvi korral piisab ka viimistlemisest masinlihvimisel P400 ja käsitsi lihvides P500/P600 karedustega.

Käsitsi lihvitakse kohad, kuhu lihvmasinaga on raske ligi pääseda, samuti keerulise kujuga pinnad ja masinlihvi jaoks ohtlikud alad (näiteks detaili või kereliini serv).

Soovitatav on kindlasti kõigepealt lihvida servad käsitsi ja alles peale seda viimistleda suuremad pinnad lihvmasinaga. Selline tööde järjekord võimaldab lihvida käsilihvimisest jäänud sirgjooneliste lihvimisjälgedega ala ekstsentrikmasina abil minimaalseks ning vältida seeläbi sirgete lihvimiskriimude hilisemat läbikumamist kattevärvist. ***(vt. Peatükk 3.4 Lihvimismaterjalid).***

Käsitsi lihvimiseks sobivad hästi spetsiaalsed lihvkäsnad, lihvvillad, poroloontaustal lihvpaberid ja kuivlihvimiseks mõeldud lihvlehed koos lihvtaldade ja -klotsidega.

Foto 116 – *Lihvimist peaks alustama kantidest ja servadest*

Foto 117 – *Alles peale seda lihvitakse masinaga pind ühtlaseks*

Lihvmasinaga täitevkrunti lihvides tuleks kasutada ekstsentrik-lihvmasinat, mille võnkeamplituud on 2,5 - 4 mm. Koos pehmendava vahetallaga võib kasutada ka 5 mm võnkeamplituudiga lihvmasinat. Kindlasti peab lihvmasinal olema tolmuärastussüsteem, mis on ühendatud tolmuimeja või tsentraalse tolmuärastussüsteemiga. Tolmuärastuse puudumisel koguneb lihvimistolm abrasiivi ja pinna vahel tombukesteks ja ummistab abrasiivi pinna. Selline lihvketta pind hakkab omakorda krundi pinda kriipima, jättes sinna ebamäärase kujuga sügavamad lihvimiskriimud, kui kasutatav abrasiiv ise tekitaks.

Täitevkrundi lõplikuks lihvimiseks ning kumerate/nõgusate pindade töötlemiseks peaks lihvmasina alustallaks valima kõige pehmema ja paksema variandi või kasutada spetsiaalset pehmet vahetalda, mida valmistatakse 5 ja 10 mm paksustena. 10 mm vahetallaga on mugav lihvida keerulise kujuga pindu, 5 mm vahetallaga siledaid pindu. Pehme tallaga lihvides jäävad lihvimiskriimud sujuvamad ja pehmemad ning 3 mm amplituudiga kriimud peituvad ilusti kattevärvi loomuliku struktuuri sisse ning väheneb kriimude läbikumamise oht.

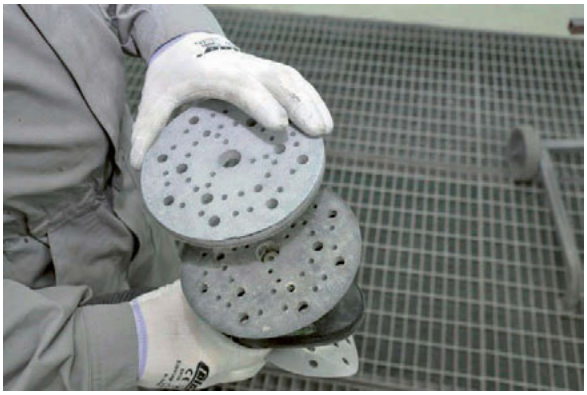


Foto 118 – *Kasutage viimistluslihvimisel pehmet vahetalda*

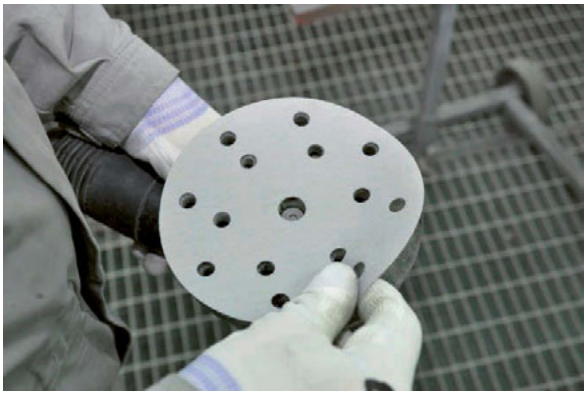


Foto 119 – *Vahetald kinnitub alusele ja paber tallale krõpsuga*

Foto 120 *– Siledat pinda võib lihvida ilma vahatallata*

Foto 121 *– Tänu kontrolltahmale on krundi pind hästi jälgitav*

4.6.6 Värvimiseks ettevalmistatud krundi pinna kvaliteedi kontroll

Kui lihvkrunt on pinnale kantud, kuivanud ja siledaks lihvitud ning sellelt on eemaldatud lihvimistolm ja pind puhastusainega puhtaks pestud, on aeg kontrollida pinna kvaliteeti. Kõik vead, mis pinnalt palja silmaga nähtavad on (või vähemalt enamus nendest) jäävad näha ka värvi ja lakikihi alt!

Lihvitud täitevkrundi pind

- Pind peab olema kogu ulatuses (ka servadel ja nõgususes) siledaks lihvitud ja struktuurivaba.
- Kogu lihvitud pind peab vastama valitud värvimisprotsessis ette nähtud lihvimiskaredusele, ei tohi esineda jämedama abrasiivi lihvimisjälgi, ega üksikuid kriime.
- Ei tohi esineda läbilihvitud või läbikumava aluspinnaga alasid, läbilihvitud või läbikumavad alad tuleb uuesti sobiva krundiga isoleerida.

Märg-märjale täitevkrundi pind

- Peab olema ühtlane ja sarnaselt kattevärvile siledaks vajunud.
- Kõik servad ja mittenähtavad alad peavad olema märg-märjale täitevkrundiga kaetud.
- Ei tohi esineda krundipinna valgumisi ega paikset liigset struktuuri.
- Krundi pinnas ei tohi leiduda auke ega pragusid.
- Pind peab enne värvimist olema tolmuvaba.

Foto 122 *– Viimane puhastus õhuga ja automaaler on värvimiseks valmis*

MOODUL 4. Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks

- Kirjeldage ettevalmistusprotsessi tööde järjekorda.
- Milliste karedustega lihvitakse enne pahteldamist, kruntimist?
- Milliste karedustega lihvitakse täitevkrunti?
- Milline on ettevalmistusprotsessi esimene tööetapp?
- Kas plastdetailidel saab kasutada infrapunakuivatust? Miks?
- Kirjeldage ettevalmistusprotsessi tööde järjekorda.
- Milliste karedustega lihvitakse enne pahteldamist, kruntimist?
- Milliste karedustega lihvitakse täitevkrunti?
- Milline on ettevalmistusprotsessi esimene tööetapp?
- Kas plastdetailidel saab kasutada infrapunakuivatust? Miks?
- Millised on aluskruntimise põhiülesanded?
- Millised on täitevkruntimise põhiülesanded?
- Millist tüüpi ja millise düüsi läbimõõduga kruntimispüstolid on soovituslikud?
- Kas kruntide töösegu valmistamisel kasutatakse mahu- või kaalusuhteid?
- Millistesse peamistesse rühmadesse jagunevad täitevkrundid?
- Miks ei tohi krundi kihtide vahekuivatamisel kasutada kuivamise kiirendamiseks suruõhku?
- Nimetage vähemalt kolm erinevate pindade pesuainet.
- Millised on pesuainete ülesanded? Tooge näited.
- Millise ruutmeetri kaaluga kattepaber sobib värvitöödel?
- Millised on kilega katmise põhilised eelised võrreldes paberiga katmisel?
- Millisel juhul kasutatakse vahtteipi?
- Miks peab maalriteip olema veekindel?
- Mida tähendab üheetapiline katmine?
- Millised on nõuded märg-märjale täitevkrundi kuivanud pinnale?
- Kui paks on märg-märjale täitevkrundi kuivanud kiht (min. ja max.)?
- Kas lihvkrundi pealekandmisel alustatakse kõige väiksemast või kõige suuremast krunditavast alast? Miks?
- Miks tekivad kuivanud krundipinna sisse vahest lihvimisel „nõelaaugud“?
- Mida kujutavad endast tiksotroopsed krundid?

MOODUL 4. Praktilised ülesanded

- Valmistage ette detail ja kandke sellele täitevkrunt. Peale krundi kuivamist jagage detail maalriteibiga pooleks. Lihvige ühte poolt ekstsentriklihvijaga, mille võnkeamplituud on 7-8 mm ja teist poolt lihvijaga, mille võnkeamplituud on 2,5-3 mm kasutades karedust P400. Puhastage pind ja katke kogu detail ühe kihi läikivmusta aerosoolvärviga. Peale värvi kuivamist vaadelge mõlemat pinda suurendusklaasi abil ja kirjeldage erinevust.
- Valmistage ette 2 sarnast vana värvkattega detaili täitevkrundiga katmiseks. Kasutage ühe kruntimiseks märg-märjale täitevkrunti ja katke see peale nõutud kuivamisaega metallikvärvi ja lakiga. Teise detaili kruntimiseks kasutage kuivatatavat täitevkrunti, seejärel kuivatage ja lihvige detail ning katke seejärel metallikvärvi ja lakiga. Peale kuivamist võrrelge pindade kvaliteeti.

Moodustage 2 kuni 3 inimesest koosnev grupp ning:

- Kruntige ettevalmistatud detail aluskrundiga järgides tehnilisi nõudeid ning kirjeldage protsessi.
- Kruntige ettevalmistatud detail lihvitava täitevkrundiga järgides tehnilisi nõudeid ning kirjeldage protsessi.
- Mõõtke läbikuivanud täitevkrundi kihipaksus.
- Peale lihvimist mõõtke uuesti kihipaksus ja koostage vabas vormis raport teostatud tööde kohta.
- Valage pesuaine pihustuspudelisse, pihustage see pinnale ja puhastage pind sobiva puhastuslapiga. Kirjeldage seda mida teete.
- Korrake sama protseduuri erinevate pesuainetega erinevatel pindadel (tõrvatäppidega pind, vahatatud pind, konserveerimisõliga kaetud haljas metall) ja kirjeldage pesuainete toimimist erinevatel pindadel.
- Teostage sõiduki kilega katmine jättes „töödeldavaks” pinnaks esitiib ja esiuks ning mõõtke katmiseks kulunud aeg.
- Teostage sõiduki paberiga katmine jättes „töödeldavaks” pinnaks esitiib ja esiuks ning mõõtke katmiseks kulunud aeg.
- Võrrelge testi tulemusi.
- Katke vahtteibiga kaks uksevahet.
- Katke kummitihendi katmisteibiga sobilik tihend.

MOODUL 4. Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Fotod

Peeter N.Sarevet *foto - 5, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 29, 30, 33, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 47, 48, 49, 52, 53, 69, 88, 89, 90, 91, 92, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 122*

Tõnu Tammist *foto – 98*

Margus Raud *foto - 13, 21, 25, 26, 27, 28, 54, 55, 56, 57, 61, 62, 63, 64, 69, 70, 71, 72, 84, 85, 86, 87, 93, 94, 95, 96, 99, 100, 101, 102, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121*

Standox GmbH. *(Axalta Coatings), Wuppertal, Saksa foto- 1, 2, 3, 4, 58, 60, 65, 66, 67, 68, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 97*

Meguiar´s Company*, California, USA (Benefit AS) foto - 6*

3M Company*, St. Paul, USA (Benefit AS) foto – 31, 32, 59, 74*

KWH MIRKA*, Jepua, Soome (Benefit AS) foto – 76, 77*

EMM International B.V*., Zwolle, Holland (Benefit AS) foto - 14,15,16, 75*

SATA GmbH. & Co. KG, *Kornwestheim, Saksa (Benefit AS) foto - 12, 36*

Dinosaurier GmbH*., Hamburg, Saksa (Benefit AS) foto – 37, 38*

Harris International Laboratory*, Springdale , USA foto – 45,46*

POR-15 Inc., *Morristown, USA foto – 50, 51*

www.metaldipping.com - 43,44

Joonised

Standox GmbH. *(Axalta Coatings), Wuppertal, Saksa – 5*

William Sarevet *– 1, 2, 3, 4*

Margus Raud – *6, 7*
Kõik skeemid ja fotod, mida ei ole nummerdatud, on pärit õpiku autorite arhiivist.

MOODUL 4. Kasutatud kirjandus ja materjalid

Standox GmbH. (Axalta Coatings) tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Glasurit (BASF AG) tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Meguiar´s tehnilised – ja koolitusmaterjalid 2011-2014

PPG Industries tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

„Materjalitehnika seletav sõnaraamat“, TTÜ Kirjastus 2013

„Õpilase teadusentsüklopeedia“ – Kingfisher Publications 2004

„Tehnikaleksikon“ - Tallinn 1981

„Eesti Keele Sõnaraamat“ – Eesti Keele Instituut 1999

„Painting , self study program“- Volkswagen AG, 2010

„Toyota Painting Workbook“, Jaapan 2011

Wikipedia, Eesti, Inglise ja Saksa

www.metaldipping.com

www.por15.com

www.evapo-rust.com

Autorite isiklikud märkmed, läbitud koolitustelt ning seminaridelt saadud materjalid.

Raamatu autorid on andnud endast parima, et tuvastada kõigi kasutatud materjalide autorlust. Juhul, kui sellele vaatamata leiab keegi, et temale kuuluvaid materjale on kasutatud autoriõiguste vastaselt või kui materjalide kasutamise kohta on küsimusi, palume võtta ühendust raamatu autoritega.

ÕPPEMOODUL 5: PINDADE VÄRVIMINE

5.1 Värvusteooria alused

Algteadmised värvusest ja värvist. Värvuste segamine. Valguse intensiivsus ja temperatuur. Metameeria. Auto värvusele vastava värviretsepti loomine.

Õpiväljundid: Õpilane omandab automaalri erialal vajalikud põhiteadmised värvusteooria alusetest ja rakendamisest autode värvimisel.

5.1.1 Algteadmised värvusest ja värvist

Arusaamine värvusest ja värvist on oluline osa automaalri teadmiste ja oskuste pagasist. 21. sajandi automaalri käsutuses on kümneid tuhandeid erinevaid värvitoone ning selleks, et autovärvide maailmas kindlalt orienteeruda, on vaja tunda algtõdesid värvusteooriast ja värvusest.

Autode värvimisel ja sobiva värvitooni valimisel ning vajadusel toonimisel peab automaaler lisaks põhiteadmistele värvustest ja värvidest oskama arvestada ka väliste faktorite ja tingimustega.

Mis on siis ikkagi **värvus**? Lühike kuid õige vastus oleks – **Värvus on Valgus.**

5.1.1.1 Mis on värvus?

Valgusaisting on inimese silmas asuvate retseptorite valguse poolt ergutamise tulemus.
Meie poolt nähtav värvus sõltub valguse lainepikkuste kombinatsioonist.

Nähtav valgus on elektromagnetkiirgus lainepikkustega vahemikus 380-780 nanomeetrit. Inimese silmas, võrkkestal asuvad retseptorid tajuvad valguse üldist tugevust ja erinevate sageduste kombinatsiooni ning seda tajutavat mõju tõlgendab inimese aju **värvusena.**

Peaaegu kõigil juhtudel on valgus põhjustatud soojusest, näiteks kui objekti kuumutatakse väga kõrgetel temperatuuridel, siis kiirgab see objekt (= valgusallikas) elektromagnetlaineid.
Inimsilma stimuleerib tegelikult ainult nende valguslainete kindel sagedus, mida nimetatakse nähtavaks spektriks.

Nähtav spekter on pidev värvusastmestik, mis ulatus on punasest oranži, kollase, rohelise, sinise ja violetseni.

Ilma valguseta ei ole ka värvust.

Ilmselt on kõik kuulnud ütlust *"Öösiti on kõik kassid hallid."* See aforism tähendab, et ilma valguseta kaotavad kõik objektid oma värvuse. Siit tuleneb juba loogiline järeldus:

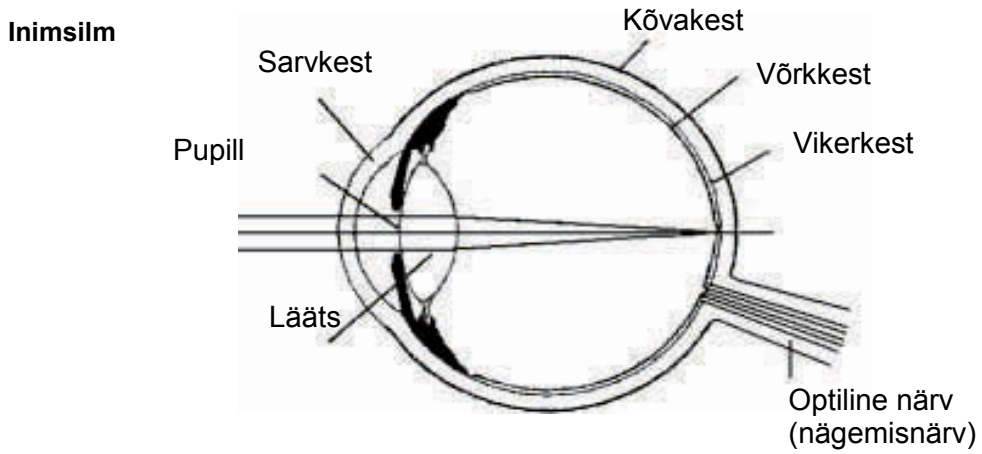
"Ilma valguseta ei ole ka värve".

***Fotod 1 ja 2** – Valgus ja värvus on üksteisega jäävalt seotud...*

5.1.1.2 Kuidas me tajume värve?

Valgusaisting on silmas asuvate retseptorite valguse poolt ergutamise tulemus. Silm on väga täpne ja tundlik instrument, mis võimaldab meil tajuda ümbritsevat ning luua koos ajuga kolmemõõtmelise ettekujutuse ümbritsevast.

Nägemisprotsess

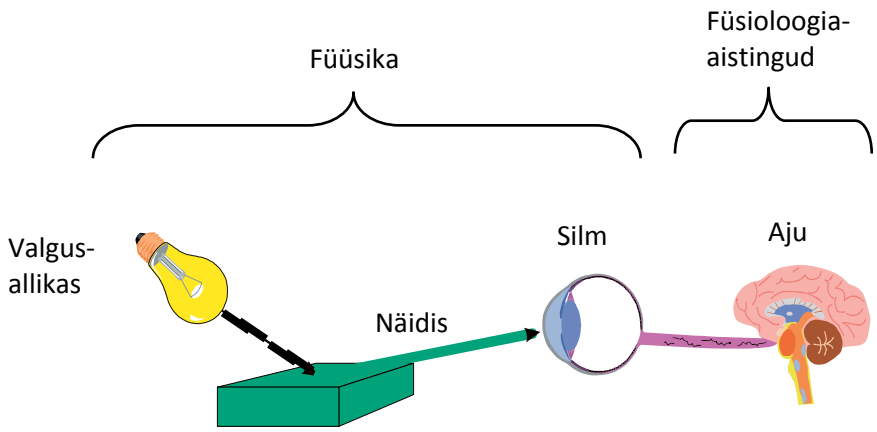


Sarvkest:	kaitseb silma
Pupill:	reguleerib silma pääseva valguse hulka
Lääts:	fokuseerib valguskiiri (akuutne nägemine)
Optiline närv:	saadab ajule signaale

***Joonis 1** –Inimese silma ehitus*

5.1.1.3 Füüsika ja füsioloogia kombinatsioon

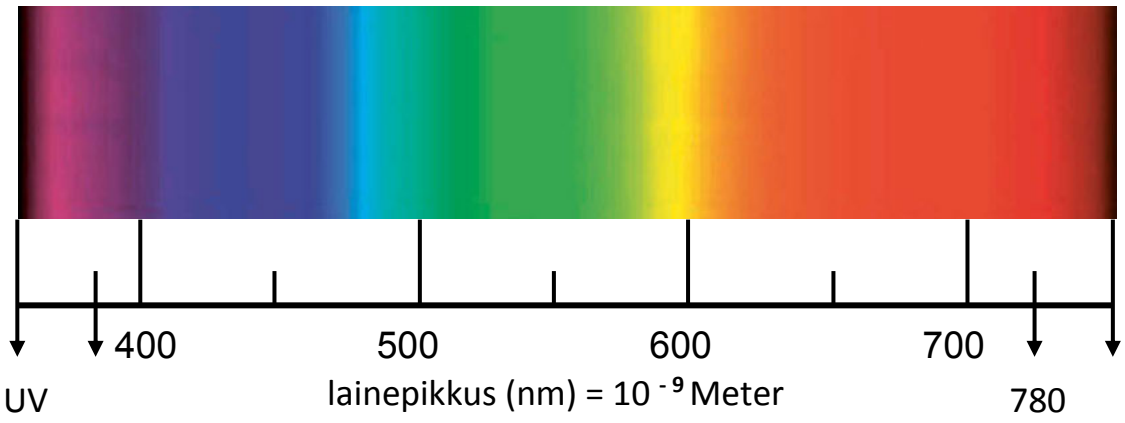
Oma tähtis roll värvuste tajumisel on inimese füsioloogial. Füsioloogia tähendab sama värvuse subjektiivset tajumist erinevate inimeste poolt erinevalt.



***Joonis 2** –Värvuste tajumine aistingute kaudu*

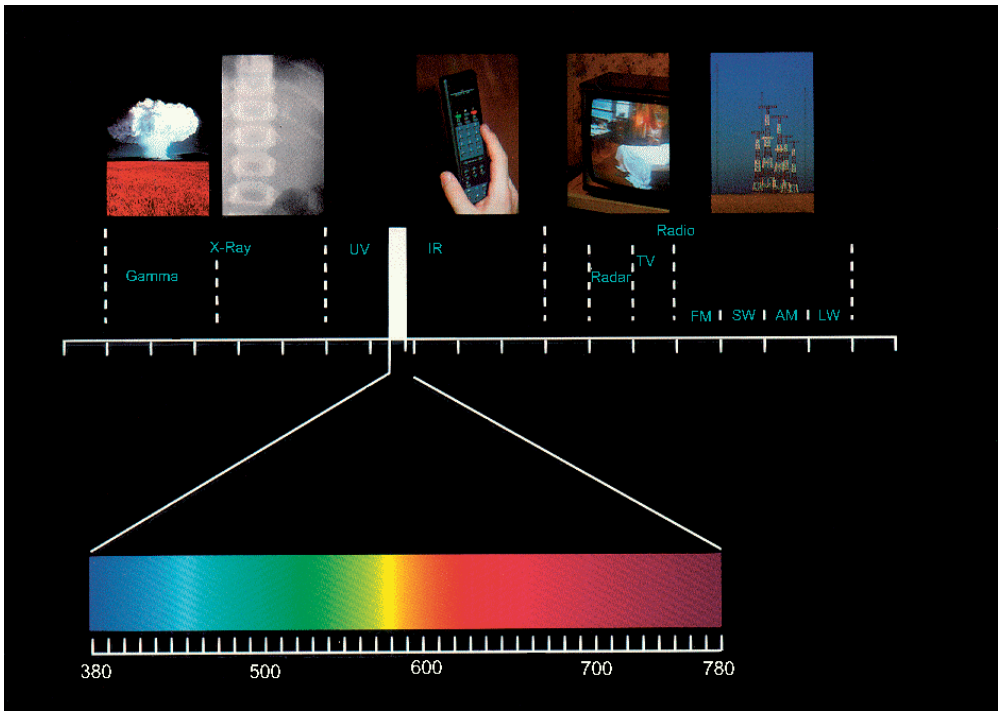
5.1.1.4 Valgusspekter

Kui valgusallikast kiirgav valge valgus suunatakse läbi prisma, siis hargneb see erinevate värvustega kiirteks, mida nimetatakse spektraalvärvusteks või lihtsamalt vikerkaarevärvideks. Nimetatud efekt leiab aset seetõttu, et valguskiired peegelduvad prismat läbides erinevate nurkade all.



Joonis 3 *–Valguste spekter ja lainepikkused nanomeetrites*

Spektraalvalguse ehk valge valguse lainepikkus jääb vahemikku 380 kuni 780 nanomeetrit. Päike kiirgab elektromagnetkiirgust, millest vaid väike osa on valge valgusena nähtav. Valguskiirte levimise kiirus on umbes 300 000 km/s.



Joonis 4 *– Nähtav valgus on kitsas vahemik laiast päikese poolt emiteeritavast elektromagnetkiirgusest*

5.1.1.5 Valge valgus ja “värviline” valgus

Valgeks valguseks nimetatakse päikeselt ja elektripirnidest tulevat valgust kuna see ei paista inimsilmale värvilisena. Kui valge valguse kiir läbib prismat, siis valgus väljub prismast juba värvilise valguse ribadena, mis moodustuvad värvusspektri järjekorras: **punane, oranž, kollane, roheline, sinine ja violetne (lilla).** Segades kokku need värvused, saamegi valge valguse.

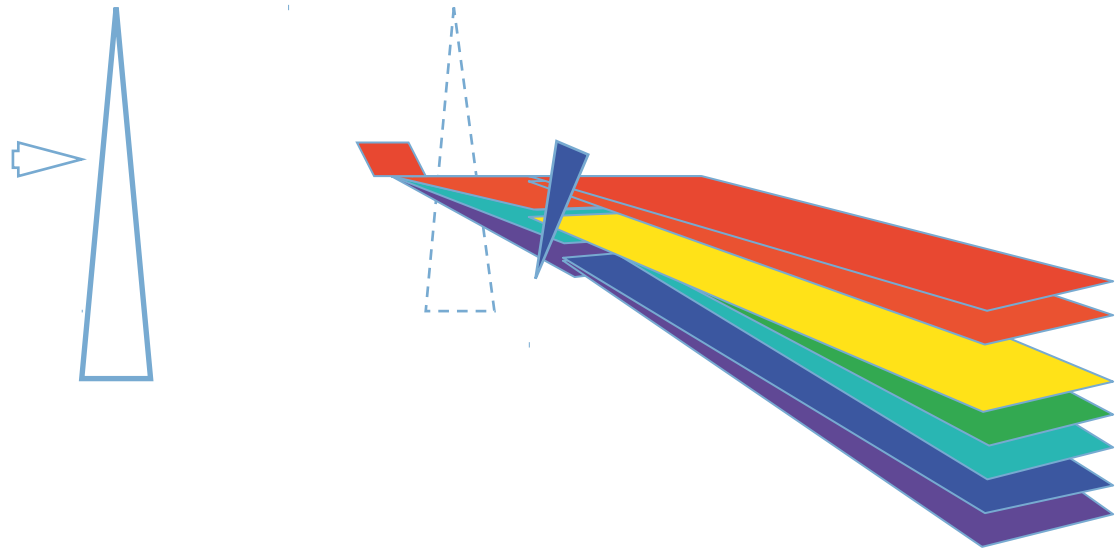


***Foto 3** – Sellist valgust murdvat prismat nimetatakse Newtoni prismaks*

Kui vaadelda erinevaid objekte valges valguses, siis “valge” objekt on see, mis peegeldab kõiki lainepikkusi sarnaselt, “punane” näiteks on objekt, mille pind neelab oranži, kollast, rohelist, sinist ja violetset valgust ning peegeldab punast valgust.

“Värvilist” valgust toodavad otseselt mõned üksikud valgusallikad, nagu näiteks kiirteede valgustamiseks ette nähtud gaaslahenduslambid. Nendes valgustites hakkab naatriumiaur elektrilahenduse tagajärjel oranžilt helendama.

Enamik tuntud “värvilise” valguse allikate toimimispõhimõte on aga valgest valgusest teatud hulga lainepikkuste eraldamine. Näiteks: Auto suunatuli tundub oranžina, sest klaasil on filter, mis neelab kõik lainepikkused v.a. oranž.

Vikerkaare puhul on tegu prismaefektiga, kus valgus murdub spektriks läbi veetilkade.

***Foto 4** – Vikerkaar – looduslik prisma, valge valgus murdub spektriks*

5.1.1.6 Värvuse kirjeldamine ja värvuse omadused

Värvusi eristatakse nende kolme omaduse kaudu. Need on:

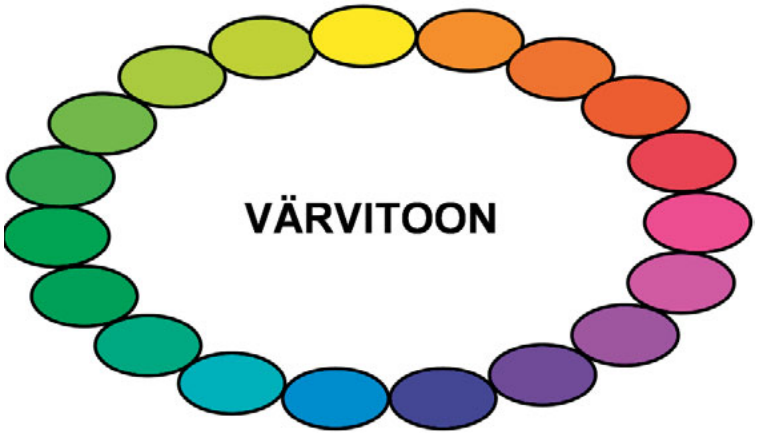
1. **Värvitoon** *(i. hue)*
2. **Küllastatus** *(i. saturation),* ka intensiivsus
3. **Heledus** *(i. lightness)*

Värvitooni all mõeldakse värvuse üldtuntud nimetust või nime. Ühel värvitoonil on palju variatsioone heledast tumedani, seda nimetatakse **heleduseks**. **Küllastatus** tähendab ereduse muutust puhtast toonist hallini ehk kõrgest intensiivsusest madalani.

Nimetagem neid värvuse põhiomadusi edaspidi **värvuse mõõtmeteks.**

1. **Mõõde = Värvitoon**

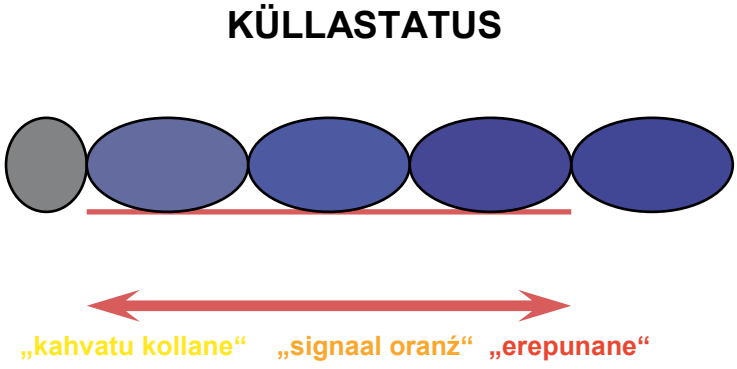
- See on värvi nimi (või värvigrupi nimi) – näiteks “sinine”
- Värvitoon määrab värvuse paiknemise värviringis



“punane“ „sinine“ „roheline“ „violetne“ „kollane“

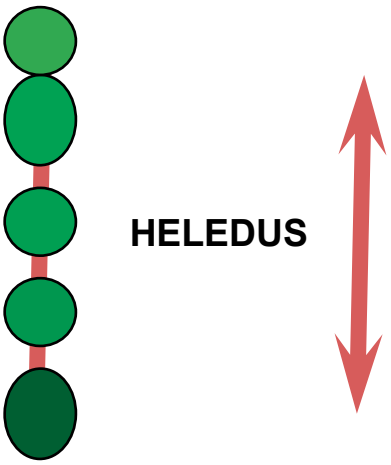
2. **Mõõde = küllastatus**

- See omadus näitab värvuse tugevust ehk värvustugevust
- Määrab kromaatilise kauguse hallist värvitoonist.



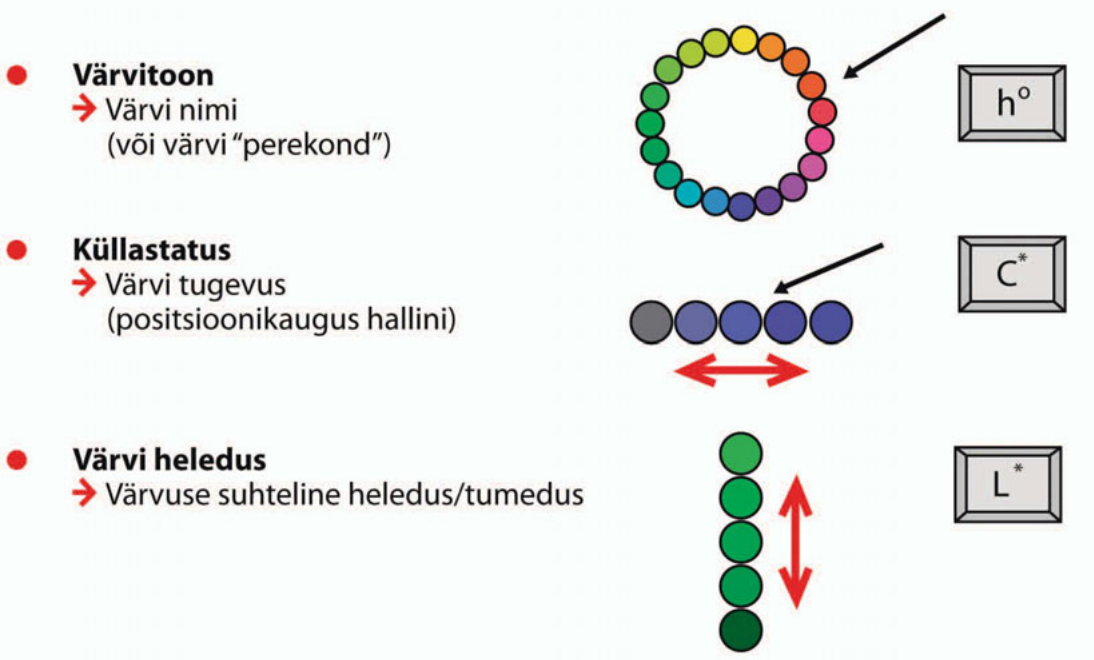
3. Mõõde = heledus

- Näitab värvuse heledust e. elektromagnetkiirguse energia hulka
- Määrab värvuse <u>kauguse</u> musta ja valge vahel



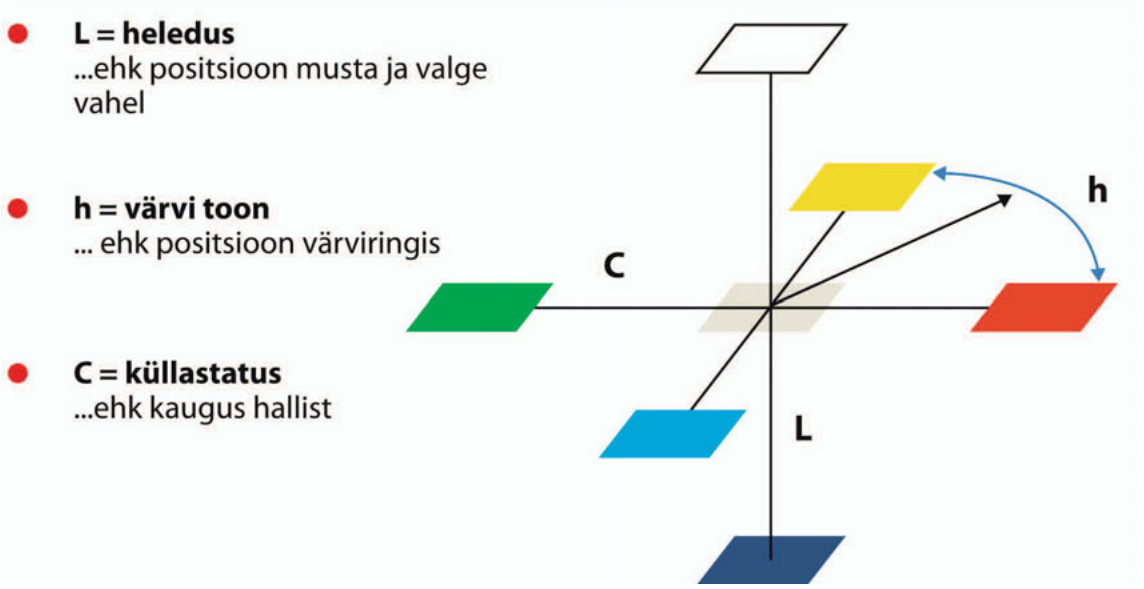
“tumepunane“ „helesinine“ „keskmine roheline“ „tume violett“

KORDAME:



Kõik kolm värvuse omadust saavad ja võivad muutuda iseseisvalt, teineteisest sõltumatult.

Allpool on toodud nende värvuse omaduste kolmemõõtmeline mudel, kus:



Tulemuseks on kolmemõõtmeline värviruum

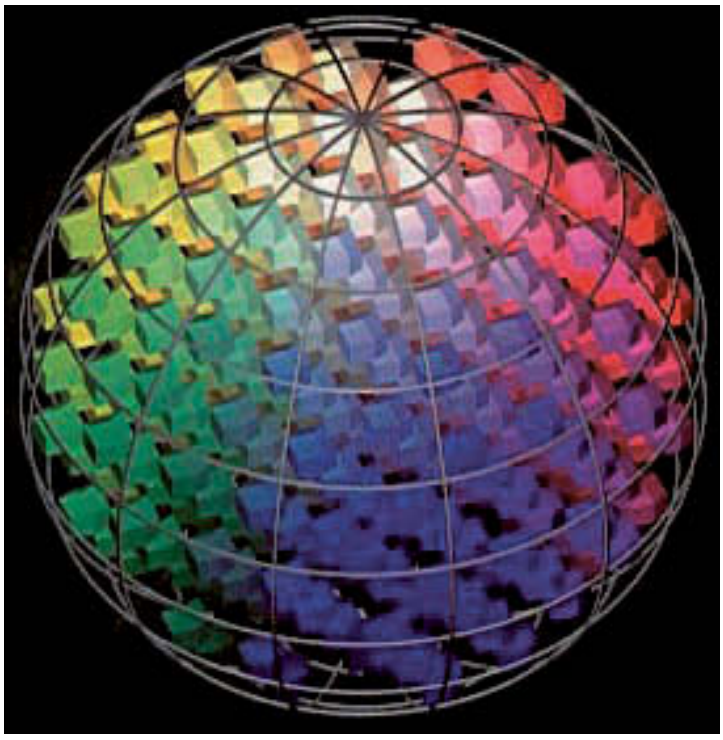
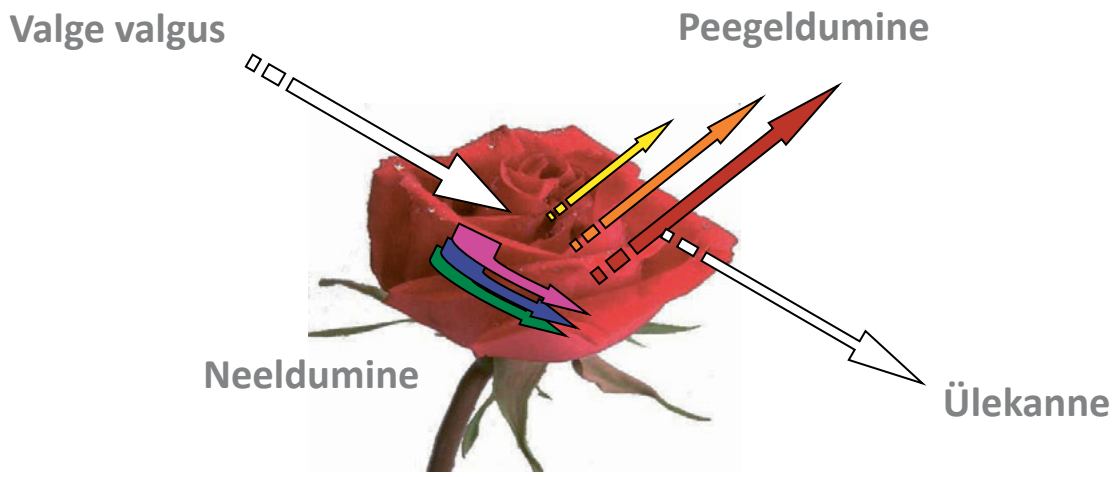


Foto 5 *- Kolmemõõtmeline värviruum*

5.1.1.7 Valguse neeldumine ja peegeldumine – värvuse tekkimise põhjus

Värvilised objektid peegeldavad teatud sagedusi ja neelavad teisi. Nähtava värvuse põhjustavad objekti pinnalt peegeldunud lainepikkused. Niisiis võib öelda, et värvus on pinna omadus neelata ja peegeldada nähtavat valgust.



Valguse neeldumine

Kui valge valgus valgustab värvitud objekte, siis need neelavad kõik spektri valguskiired, välja arvatud need, mis korrespondeeruvad kattevärviga. Roos tundub punasena, kuna roosi pind neelab kõik valguskiired peale punaste.

Valguse peegeldumine

Valguse peegeldumine tekitab meis ettekujutuse värvusest. Nii punase roosi kui ka punase auto puhul punased valguskiired peegelduvad, jõuavad meie silmadeni ja stimuleerivd neid.

Ettekujutus punasest värvusest ja selle tekkimisest on selle joonisega hästi seletatav:

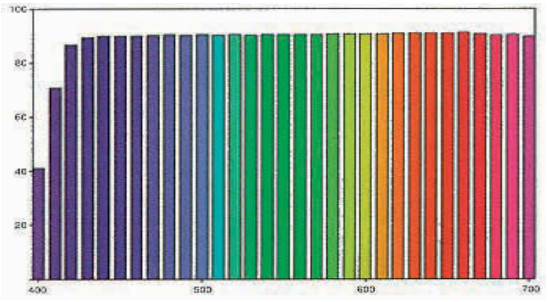
Joonis 5 *– Miks punane on punane...*

Valguse neeldumine ja peegeldumine - must ja valge

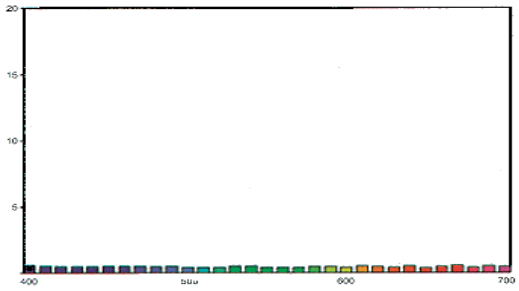
Kui vaadetavalt objektilt peegelduvad kõik valguskiired, siis jõuab kogu spekter meie silmadeni ja seetõttu näeme me seda objekti täiesti valgena.

Kui kõik valguskiired neelduvad, siis ei jõua ükski valguskiir meie silmadeni ja me näeme objekti mustana.

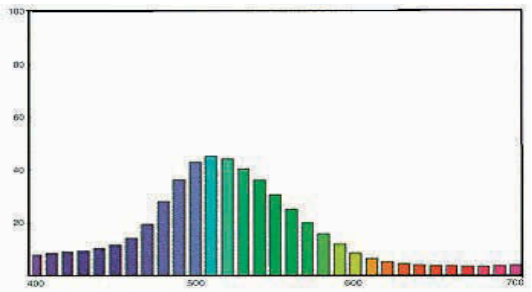
Näiteid eri värvuste spektraalanalüüsist



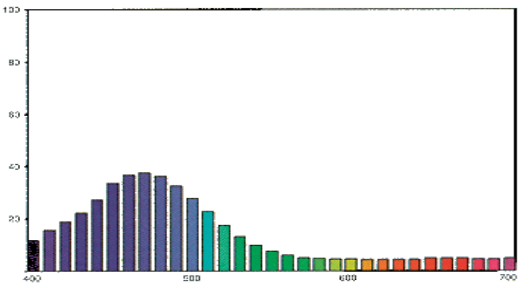
Valge – peegeldab peaaegu kogu valgusenergia**.**



Must - absorbeerib peaaegu kogu valgusenergia.



Türkiis



Sinine

Spektraalanalüüside erinevused on tingitud iga objekti poolt peegeldunud valguse lainepikkuste segu erinevustest. Jooniselt on näha, et näiteks türkiis sisaldab küllalt võrdsetes osades nii sinist kui rohelist spektrit, samas kui sinine sisaldab peamiselt sinist spektrit.

5.1.2 Värvuste segamine

Värvuste kokkusegamisel saadakse teised värvused ja värvide kokkusegamisel saadakse teise värvusega värvid. Selle juures on oluline eristada kahte erinevat protsessi: värviliste **valguste** segunemine ja värviliste **ainete** segunemine.

Kui samasse kohta paistab korraga kaks erinevat värvi valgust, siis on tulemuseks värvus, mis on kahe valguskimbu värvuste kombinatsioon. Seda protsessi nimetatakse **aditiivsegunemiseks,** sest uus värvus tekib kahe erineva värvuse liitumise tulemusena.

Kui aga omavahel segada kaks erinevat värvi vedelikku, siis on tegemist erineva protsessiga.
Me teame, et valge valgus on nähtava valguse kõigi lainepikkuste kombinatsioon. Kui nüüd segada ühte moodi valgust neelava omadusega vedelik teist moodi valgust neelava vedelikuga, siis neelavad mõlemad vedelikud osa lainepikkusi ja tulemuseks on värvus, mis sõltub sellest, mis jäi järgi valgest valgusest peale seda, kui mõlemad vedelikud olid valgust neelanud.

Seda protsessi kutsutakse **subtraktiivseks segamiseks,** sest värvus tekib kahe erineva aine poolt valgest valgusest ära võetud lainepikkuste valikust.

Valguse või valguskiirte värvusilminguid nimetatakse **värvivalguseks** ning objektide värvusilminguid nimetatakse **kattevärvuseks**.

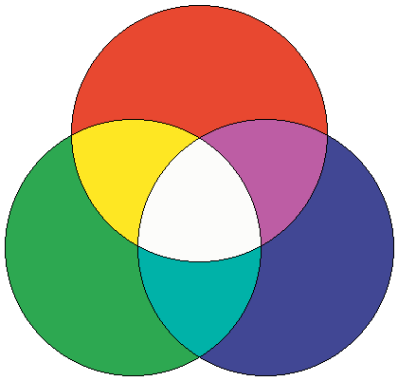
Värvivalguse valdkonnas tuleb eristada põhivärvuste ja kõrvalvärvuste segamist.

Kõrvalvärvuste segamisel värvused liituvad ning heledus tõuseb. Põhivärvuste segamine toob kaasa vastupidise efekti. Sellisel juhul heledus väheneb kuna valguskiired absorbeeruvad ning värvisegu muutub tumedamaks.

5.1.2.1 Põhivärvuste segamine

- Põhivärvuste **aditiivne** segamine (valguste segunemise korral)

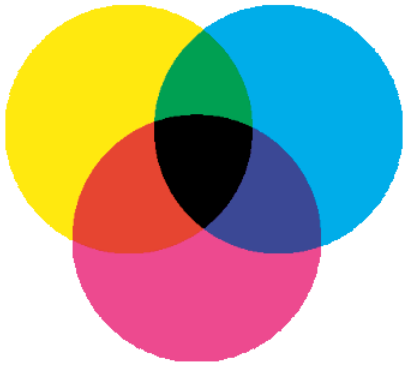
Põhivärvused valguse segamiseks on punane, roheline ja sinine. Nende segamine võrdsetes kogustes annab tulemuseks valge valguse.



punane + roheline + sinine = valge

- Põhivärvuste **subtraktiivne** segamine (värviliste ainete segunemise korral)

Põhivärvused värvide ja värviliste ainete segamiseks on magenta (fuksiinpunane), kollane ja tsüaan (taevasinine). Nende värvide segamine võrdsetes kogustes annab tulemuseks musta.



magenta + kollane + tsüaan = must

5.1.2.2 Põhivärvused, teisejärgulised ja kolmandajärgulised kõrvalvärvused

Värvide segamisel on oluline tunda ka värvuste jagunemist põhivärvustest teisejärgulisteks (e.sekundaar) kõrvalvärvusteks ja kolmandajärgulisteks (e.tertsiaal) kõrvalvärvusteks.

Põhivärvused

Põhivärvused ja teisejärgulised (sekundaar) kõrvalvärvused

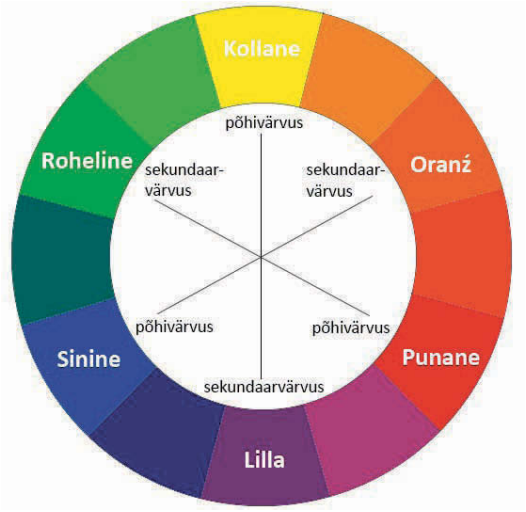
Põhivärvused, teise- ja kolmandajärgulised (sekundaar ja tertsiaal) kõrvalvärvused

Põhivärvused moodustavad kõikide värvide aluse, neid ei saa teistest värvidest segada.

OLULINE! Iga värvust saab tekitada kolme põhivärvuse täpse kokkusegamise teel.

5.1.2.3 Värviring

Šveitsi kunstnik **Johannes Itten** defineeris arusaadavalt värviharmooniate ja -kontrastide süsteemi, mis põhineb lihtsal ja selgel 12-osalisel värvikorraldusel. Itteni süsteemi kasutatakse tänapäevani.



Värviringi aluseks on põhivärvused - kollane, punane ja sinine.

Sekundaarvärvused - oranž, roheline ja violett (lilla) paigutuvad täpselt põhivärvuste vastu.

Mõlemale poole põhivärvusi ja sekundaarvärvusi jäävad kolmanda astme värvused e. **tertsiaalvärvused**, mis saadakse üksteise kõrval asuvate põhivärvuste ja sekundaar-värvuste omavahelisel segamisel.

Need on oranžikas-kollane, oranžikas-punane, purpur, sinakas-violett, jääsinine ja leheroheline.

.

Värviringi vasakul poolel asuvad külmad värvitoonid, värviringi paremal poolel soojad värvitoonid.

Värvuste **kontrast** moodustub värviringis võrdhaarse kolmnurga baasil. Igal värvusel on olemas **vastandvärvus (komplementaarvärvus)**, vastandvärvused asetsevad värviringis üksteise vastas ja sobivad omavahel. Vastandvärvuste paaride osadeks jaotamisel nähtub, et nad sisaldavad alati kolme põhivärvust.

Vastandvärvusi omavahel 1:1 segades lakkavad põhivärvused olemast ja tulemuseks on hallikasmust.

5.1.3 Valguse intensiivsus ja valgustemperatuur ning selle mõju nähtavale värvusele

Olenevalt valgusallikast on olemas erinevat “värvi” ja erineva intensiivsusega valgust. Valguse värvust ehk valgustemperatuuri mõõdetakse Kelvinites (tähis K) ja valguse intensiivsust Kandelates (tähis cd).

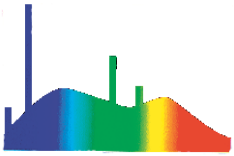
Eristatakse nelja peamist valgustemperatuuri kategooriat:

Päevavalgus	**6500 K (D65)**	ingl. North Sky
Fluorestseeruv valgus	**4150 K (F2)**	ingl. Office Neon Light
Hõõglambi valgus	**2856 K (A)**	ingl. Home light
Naatriumlambi valgus	**3500-4500 K**	ingl. Sodium vapor light

Number tähistab valgustemperatuuri Kelvinites.

5.1.3.1 Erinevad valgusallikad ja standardiseeritud valgustüübid värvuse hindamiseks

Fluorestseeruv valgus

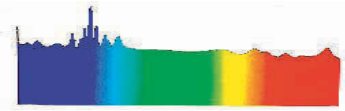


Neoontoru

Hõõglambi valgus

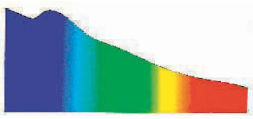
Hõõglamp

Naatriumlambi valgus

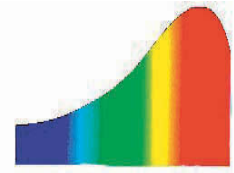


Ksenoonvalgust

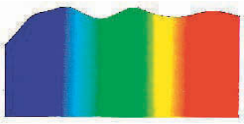
Päevavalgus



Keskpäev



Päikeseloojang



Päevavalguslamp

5.1.3.2 Näiteid erineva valgustemperatuuriga valgustest

Päevavalgus ca. 6500 K

***Foto 6** – Maastik päevavalguses*

Hõõglambi valgus kodus ca. 4150 K

***Foto 7** – Hõõglambi valgus siseruumis*

Päevavalgus

Ka päevavalgus eristub tingituna kella- ja aastaajast erineva temperatuuriga valgusteks. Mõned näited samast loodusvaatest erineval ajal päevast – varahommikust hilisõhtuni:

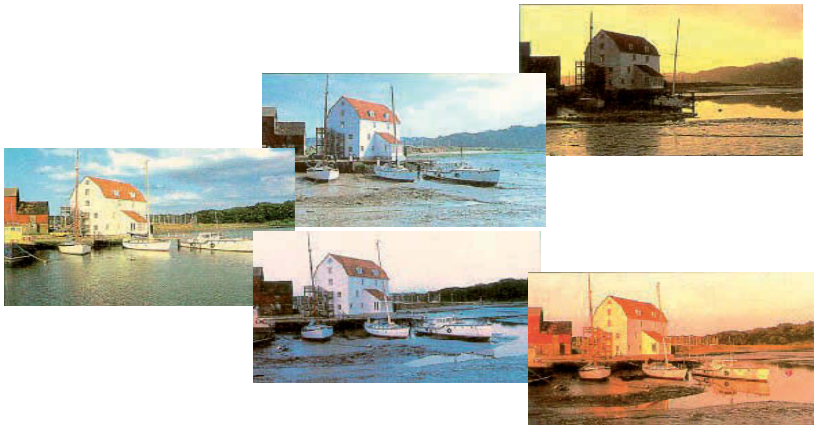


***Foto 8** – Eri kellaaegadel on ka päevavalguse temperatuur erinev*

5.1.3.3 Värvusedastusindeks (CRI)

Tehisvalgus peaks võimaldama inimsilmal tajuda värvusi õieti, nii nagu loomulikus päevavalguses. Määravaks on siin valgusallika **värvusedastusvõime**, mida väljendatakse värvusedastusindeksina.

Värvusedastusindeks**,** ka värvieraldusindeks (*i. Color Rendering Index)*, ühik Ra, mõõdab vastavust objekti värvuse ja selle värvusilme vahel mingi kindla võrdlusvalgusallika all. Teisisõnu, see indeks näitab, kui hästi on inimesel võimalik tajuda ja eraldada antud valgusallikaga valgustatud ruumis olevate objektide värvust. Valgusallikas, mille Ra =100, näitab kõiki värvusi täpselt sellistena, nagu need on etalon-valgusallika valguses. Mida väiksem on Ra väärtus, seda halvem on värvusedastus.

Adekvaatseks pindade värvuse hindamiseks (näiteks auto värvuse sobitamisel) peaks Ra olema >85. Valgusallikate korral, mille värvustemperatuur jääb üle 5000 K, ei saa Ra indeksit objektiivselt mõõta.

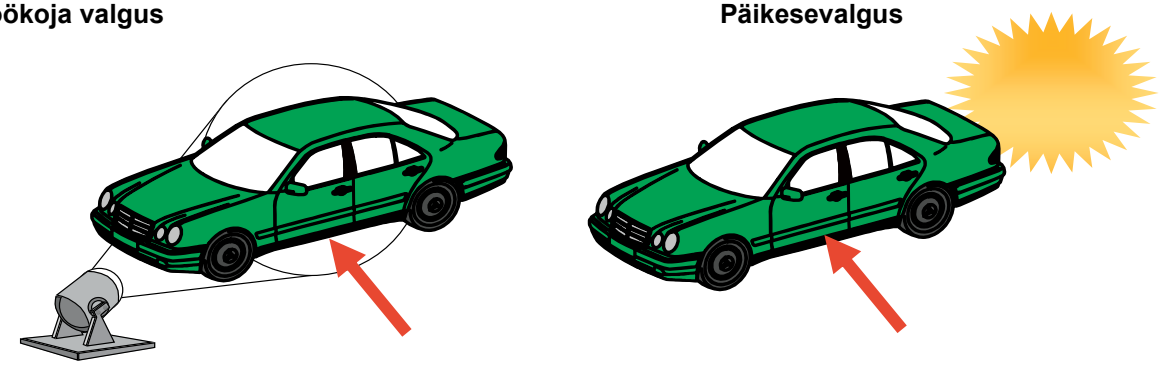
5.1.4 Metameeria

Metameeria on värvi tooni erinevuste ilmnemine erinevates valgustingimustes.

Osade valgusallikate korral ei ole värvi tooni erinevus värskelt värvitud ja varemalt värvitud pinna vahel eristatav, teiste valgusallikate korral on aga selgelt nähtav.

Metameeria võib tekkida, kui sõiduki remontvärvi segamisel on kasutatud auto originaalvärvis mitte sisalduvaid pigmente või kui värvi toonimiseks on kasutatud liiga suurt arvu pigmente või toonereid.

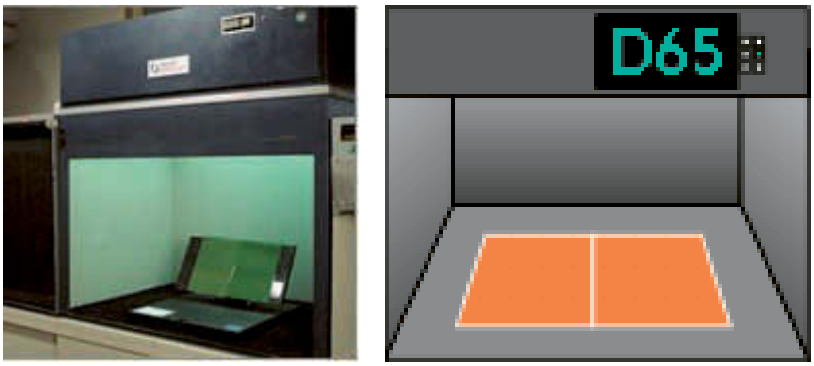
Töökoja valgus **Päikesevalgus**



Päevavalguslamp D 65 **Õhtuvalgus**

***Fotod 9 ja 10**– Metameeria – üks ja sama värvitud objekt on eri temperatuuriga valguses eri värvusega*

Metameeria riskide kontrolliks kasutatakse värvivalmistajate koloristikalaborites spetsiaalseid muudetava valgustemperatuuriga värvivaatluskappe.



***Fotod 11 ja 12** – Metameeria riski vältimiseks kasutatakse värvivaatluskappe*

Metameeriaefektide paremaks märkamiseks ja auto tooni valimise hõlbustamiseks peaks autovärvimis-töökoja seinad ja seadmed olema soovitatavalt valget või helehalli tooni.

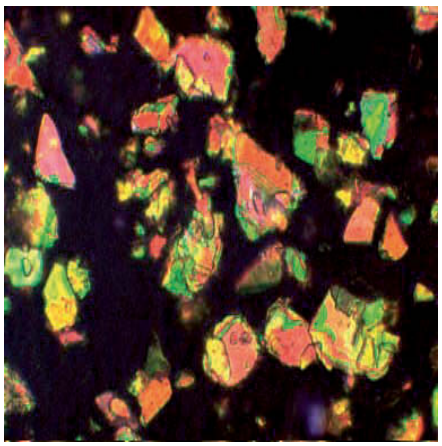
OLULINE! Vältige allpool toodud pildil nähtavat värviliste seintega töökoda!

Fotod 13- *Värvitöökoja seinte värviks ei sobi intensiivsed värvused. Soovitame valget ja halli*

5.1.5 Auto värvusele vastava värviretsepti loomine

Auto värvimiseks vajaliku värviretsepti loomine värvivalmistaja laboris

Fotod 14, 15 *– Autovärvide valmistaja laboris – koloristikaspetsialistid oma töökeskkonnas*

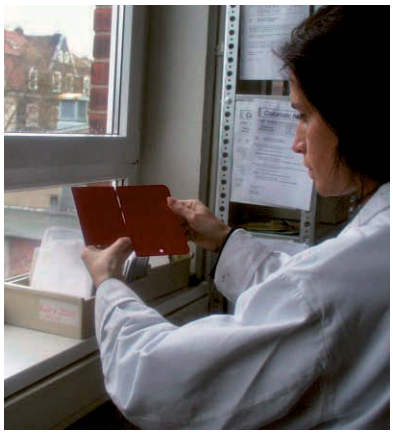


Fotod 16, 17 *i Pigmentide struktuuri uuritakse värvitehastes elektronmikroskoobiga*

Autotootja saadab oma sõidukite uutest, äsja kasutusele võetud värvitoonidest **Värvistandardi** (Emapaneeli) peamistele autovärvitootjatele maailmas. Autovärvisüsteemide tootjad uurivad saadud standardit kõigepealt elektronmikroskoobi all, et teada saada värvitooni täpne koostis ja kasutatud efekt-pigmentide suurus ning omadused.

***Foto 18, 19**- Laboris tehakse värvidest proovipartiid ja värvitakse neist näidised*

Kasutades mitmete erinevate mõõteriistade andmeid genereeritakse võimsate arvutite ja spetsiaalse tarkvara abil võimalikud retseptide variandid ning nende järgi valmistatakse värvisegu. Saadud värvidega värvitakse näidised, kasutades selleks standardiseeritud automaatset pihustusrobotit, et vältida erinevate pihustajate poolt tekitatavat tehnilist erinevust pihustusotsiku kauguses, liikumis-kiiruses ja ülekattes. Pihustamistingimused (kaugus objektist, kiirus, temperatuur ja õhuniiskus) on täpselt kontrollitud. Näidised kuivatatakse spetsiaalses kuivatuskapis.



***Fotod 20,21,22** - Värvinäidiseid võrreldakse erineva temperatuuriga valguse käes, ja lõpliku otsuse teeb kolorist*

Peale kuivamist võrreldakse saadud näidist Standardiga spetsiaalses värvitooni vaatluskapis erinevate valgustemperatuuride juures.

Viimase ja lõpliku valiku sobivuse kohta teeb aga endiselt inimsilm – pole täpsemat instrumenti kogenud koloristi silmast!

Sobiv näidis arhiveeritakse ning sellele vastav värviretsept tehakse saadavaks infotehnoloogia-lahenduste kaudu antud värvisüsteemi kasutavatele autovärvimistöökodadele kogu maailmas.

5.1.6 Terminid ja sõnaseletused

Annab ülevaate õpiku kasutajale, mida tähendavad eelpooltoodud tekstis kasutatavad erialased terminid ja väljendid.

- **Aditiivsegunemine** – värvuste segunemine, mille korral uus värvus tekib kahe erineva värvuse liitmise tulemusena. Kasutatakse erineva värvusega valguste segamisel.
- **Analoogne** – sarnane, võrreldav.
- **Analoogvärvused** – värvused, näiteks sinine ja roheline, mis paiknevad värvusringis teineteise kõrval.
- **Kandela (cd)** – valguse intensiivsuse mõõtühik.
- **Kelvin (K)** - valgustemperatuuri mõõtühik.
- **Kromaatilisus** – vaata *küllastatus*.
- **Kolmandajärgulised kõrvalvärvused** - sama, mis Tertsiaalvärvused.
- **Kolorist** – värvuste ja värvidega tegelev spetsialist.
- **Kõrvalvärvus** – kombinatsioon kahest põhivärvusest.
- **Küllastatus** – e. tugevus, üks värvuse kolmest parameetrist, näitab värvuse positsiooni halli suhtes. Nimetatakse ka puhtuseks. Mida lähema on värvus hallile, seda määrdunum see on.
- **Metameeria** – efekt, mille korral sama värvus võib erinevate valgusallikate korral tunduda erinev.
- **Nanomeeter** – valguse lainepikkuse mõõtühik.
- **Nähtav spekter** – inimsilmale nähtav värvusastmestik.
- **Neeldumine** – valguse muutumine teiseks energiavormiks pinnale langemisel ja üleminekul ühest läbipaistvast keskkonnast teise.
- **Pigment** – värviline värvivalmistusaine.
- **Peegeldus** – valguse tagasipõrkumine pinnalt.
- **Päevavalgus** – kokkuleppeliselt valgus temp. 6500 K.
- **Põhivärvused** – punane, kollane ja sinine.
- **Refraktsioon** – sama, mis valguse murdumine.
- **Sekundaarvärvused** – värviringil põhivärvuste vastas asuvad värvused. Nimetatakse ka teisejärgulisteks kõrvalvärvusteks.
- **Spekter** – värvusastmestik.
- **Subtraktiivnesegunemine –** värvuste segunemine, mille korral värvus tekib kahe erineva aine poolt valgest valgusest ära võetud lainepikkuste valikust. Kasutatakse erinevat värvi ainete (näiteks autovärvid) segamisel.
- **Tertsiaalvärvused** - kombinatsioonid kahest kõrvalvärvusest (sekundaarvärvusest).
- **Täiendvärvused** – värvused, näiteks kollane ja lilla, mis paiknevad värvusringil teineteise vastas. Ka *vastandvärvused*.
- **Valguse murdumine** – valguskiire suuna muutus valguse kiiruse muutumisel.
- **Valguse värv** – valguse valgustemperatuur Kelvinites.
- **Vastandvärvuseed** – sama mis *täiendvärvused.*

- **Värvitoon** – üks värvuse kolmest parameetrist, värvuse nimetus. Ka kromaatilisus. Autovärvimaailmas mõeldakse sõna „värvitoon“ all tegelikult ekslikult värvust.
- **Värvus** - Värvus on valguse lainepikkusest ja intensiivsusest sõltuv suurus. Inimese silmas asuvad retseptorid tajuvad valguse üldist tugevust ja erinevate sageduste kombinatsiooni ning seda tajutavat mõju tõlgendab inimese aju värvusena.
- **Värvusedastusindeks** - ka värvieraldusindeks (i. Color Rendering Index), ühik Ra, mõõdab vastavust objekti värvuse ja selle värvusilme vahel mingi kindla võrdlusvalgusallika all.
- **Värvuse küllastatus** – värvuse üks kolmest parameetrist. Suurus, mis iseloomustab värvuse tugevust puhtast toonist hallini. Nimetatakse ka puhtuseks. Mida kaugemal on värvus hallist, seda *puhtam* see on ja mida lähemal on värvus hallile, seda *määrdunum* see on.
- ***Värvuse heledus*** – värvuse üks kolmest parameetrist. Suurus mis iseloomustab värvust valge-musta skaalal. Mustale lähemal olev värvus on *tumedam* ja mustast kaugemal olev värvus on *heledam.*

5.2 Sobiva remontvärvi leidmise vahendid

Värvikoodide leidmine autol. Sobiva värvuse leidmine värvisegamistarkvara abil. Sobiva värvuse leidmine värvitooni tööriistade (fotospektromeetri ja värvikaartide) abil.

Õpiväljund: Õpilane oskab leida autolt vajalikud värvikoodid, kasutada värvisegamistarkvara, fotospektromeetrit ja värvikaarte remontvärvimiseks sobiva värvuse tuvastamiseks.

Remonditavale sõidukile sobiva värvuse leidmine on mitmeetapiline protsess, mis hõlmab endas värvikoodi leidmist auto kerelt, sellele vastava retsepti leidmist värvisegamistarkvarast ning retsepti alusel segatava värvuse sobivuse kontrolli võrreldes remonditava pinnaga. Kui kontrollimisel selgub, et koodi alusel segatava värvi värvus või efekt ei sobi antud pinna värvimiseks, siis tuleb appi võtta muud vahendid: värvikaardid ja fotospektromeeter. Tutvume protsessiga lähemalt.

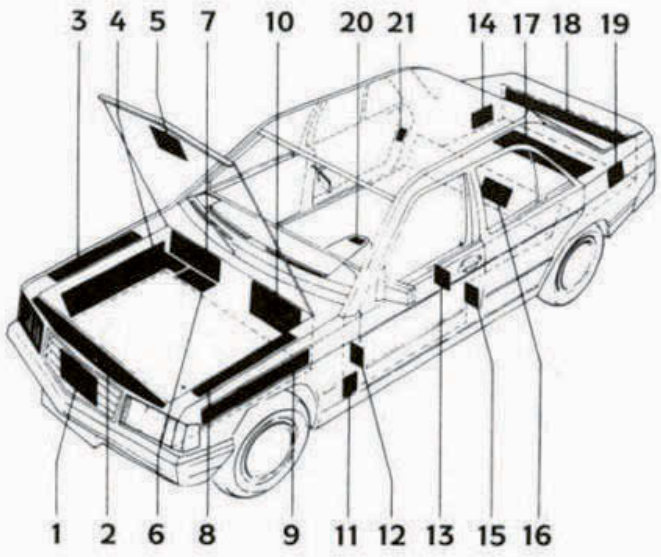
5.2.1 Värvikoodi leidmine autol

Tehases värvitud autodele omistatakse värvikood, mis on peamiseks tunnuseks erinevate värvuste eristamiseks. Värvikood on leppeline tähistus, milleks võivad olla tähed, numbrid, kirjavahemärgid või nende kombinatsioonid. Erinevad autotootjad tähistavad värvikoode erinevalt ja kasutavad koodide paigaldamiseks ka väga erinevaid kohti autokerel. Värvikoodid jagunevad omakorda välis- ja sisevärvide koodideks, mis omakorda võivad jaguneda veel mitmeks eraldi koodiks - näiteks juhul, kui sõiduk on tehases värvitud mitmevärviliseks (näiteks Mini, Mitsubishi L200 jne.) ja lisaks on sõidukil kerevärvist erineva värvusega kaitserauad, katteliistud, ukselingid jne.

***Foto 23** – Mitsubishi L200 on tüüpiline mitmevärviline sõiduk*

Esineb ka sõidukeid, millel puudub trükitud etikett värvikoodiga sootuks või asub see raskesti ligipääsetavas kohas. Näiteks mõnedel Chrysler'i mudelitel on värvikoodi nägemiseks vaja demonteerida esimene kaitseraud.

Järgnevas tabelis on toodud värvikoodi võimalikud asukohad automarkide järgi.



Acura	15
Alfa Romeo	5,18,19
AMC	10,11,15
Audi	1,2,3,7,8,10,14,17,18
BMC-Austin Rover	2,3,7,10
BMW	2,3,4,7,8
Chrysler	2,4,5,8,9,10
Ford	15
General Motors (Color Codes)	2,7,10,12
General Motors (WA Numbers)	16,18,19,20,21
Honda	3,10,15
Hyundai	7,15
Infiniti	7,10
Isuzu	2,7,10,13,15
Jaguar	2,4,5,15
Kia	15
Lexus	15
Mazda	2,3,4,5,7,8,10,15
Mercedes Benz	2,3,8,10,12,15
Mitsubishi	2,3,7,8,10
Nissan (Datsun)	2,4,5,7,8,10,15
Porsche	2,7,8,12,15
Renault	3,4,7,8,10,16
Rover	2,5
Saab	8,10,17,15
Saturn	19
Subaru/Fuji	1,2,8
Suzuki	7,11,17
Toyota	3,4,7,8,10,15,17
VW	2,3,7,8,12
Volvo	1,2,3,7,8,10,11
Yugo	2,3,5,18

Joonis 6 *– Värvikoodide asukohad erinevatel automarkidel*

Näited värvikoodide tähistamisest, tähendustest ja asukohast erinevatel automarkidel.

- **Audi/Volkswagen**: paberile trükitud kleebis, mis asub üldjuhul pagasiruumis. *Värvikood on LZ9Y*

Foto 24 *– Audi värvikoodi asukoht*

- **BMW**: metallist silt või veekindel kleebis, mis asub üldjuhul mootoriruumis või B-piilaril.
  Värvikood esimesel pildil on 381
  Värvikood teisel pildil on 259 (nimetus Brokatrot Metallic)

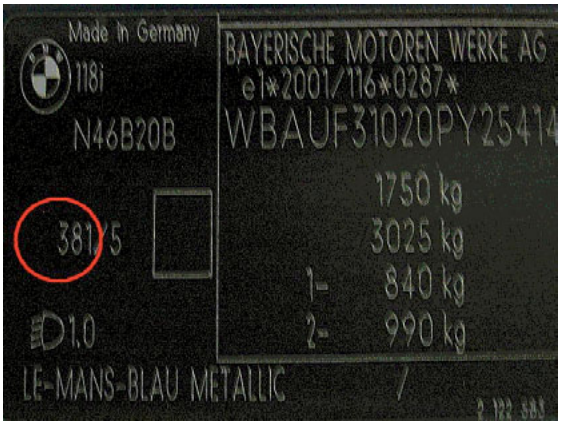


***Foto 25** – BMW värvikoodi asukoht*

***Foto 26** – BMW – koodi asemel on nimetus*

<u>Näited värvikoodide lühenditest sildil:</u>

Body – kere värvikood
VR – vinüülkatuse värvikood
MLDG – kaitseraua, küljeliistude värvikood

- **Ford Europe**: metallist silt või veekindel kleebis, mis asub üldjuhul B-piilaril või mootoriruumis
  Värvikood on 0

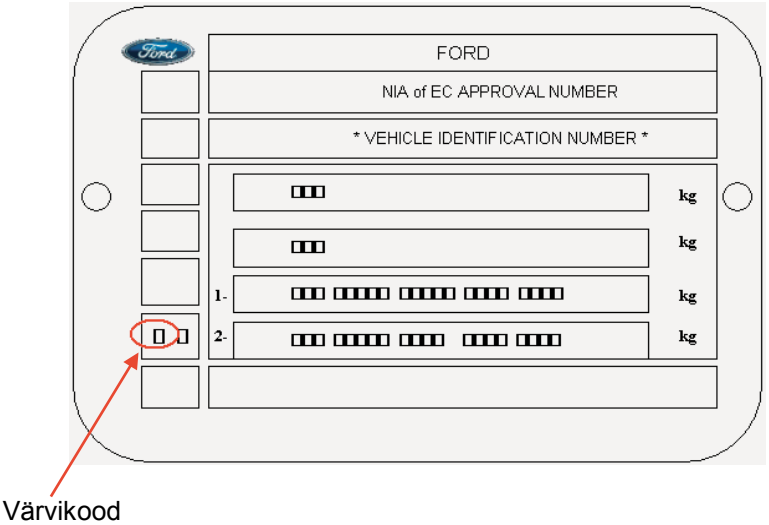


***Foto 27** – FORD värvikoodi asukoht identifitseerimisplaadil*

- **Mazda**: metallist silt või veekindel kleebis, mis asub mootoriruumis või B-piilaril.
  Värvikoodid 18G ja 16A

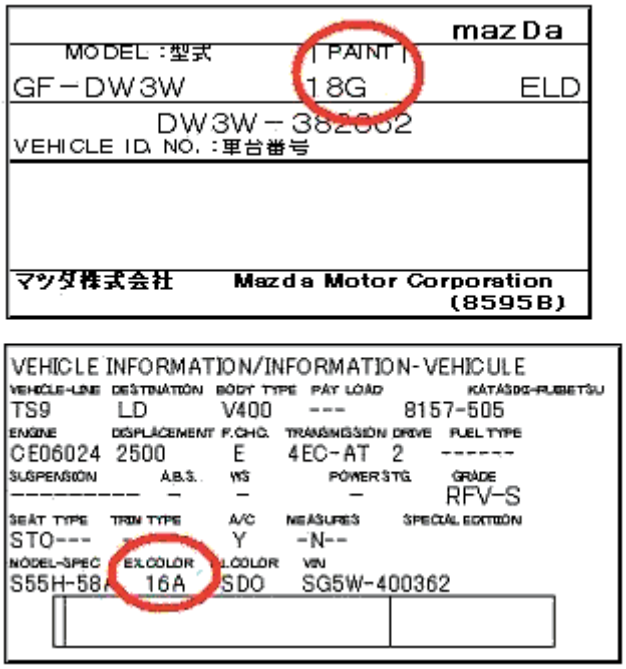


Foto 28 *– MAZDA värvikoodi asukoht identifitseerimisplaadil*

- **Mercedes-Benz**: metallist silt või veekindel kleebis, mis asub üldjuhul mootoriruumis või B-piilaril.
  Värvikood 197

Foto 29 *– MERCEDES-BENZ värvikoodi asukoht identifitseerimisplaadil*

- **Mitsubishi**: metallist silt või veekindel kleebis, mis asub üldjuhul mootoriruumis kapoti alaküljel või B-piilaril.
  Ühe või mitmevärvuseline kerevärv, näiteks koodidega G60 + H82

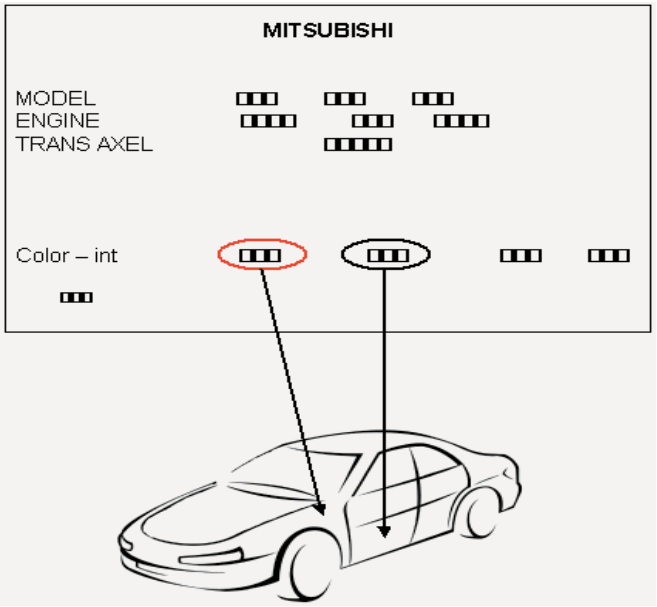


***Foto 30** – MITSUBISHI värvikoodi asukoht identifitseerimisplaadil*

- **Honda**: metallist silt, mis asub üldjuhul B-piilaril.
  Värvikood: NH700M

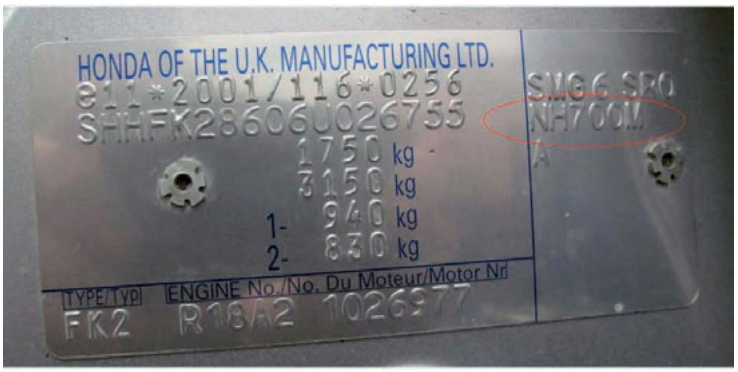


***Foto 31** – HONDA värvikoodi asukoht identifitseerimisplaadil*

Kui sõidukil puudub värvikood või on see loetamatuks muutunud, siis saab värvikoodi tuvastada ka sõiduki kerele pressitud või eraldi metallsildil asuva **VIN -koodi järg**i margiesinduses.

***Foto 32** – keredetailile pressitud VIN-kood*

***Foto 33** – eraldi needitud sildil asum VIN-kood (Chevrolet)*

5.2.2 Sobiva värvuse leidmine värvisegamistarkvara abil

Kui värvikood on autolt või VIN-koodi järgi leitud, siis järgneb koodile vastava värviretsepti leidmine. Tänapäeval toimub see spetsiaalse värvisegamistarkvara abil.

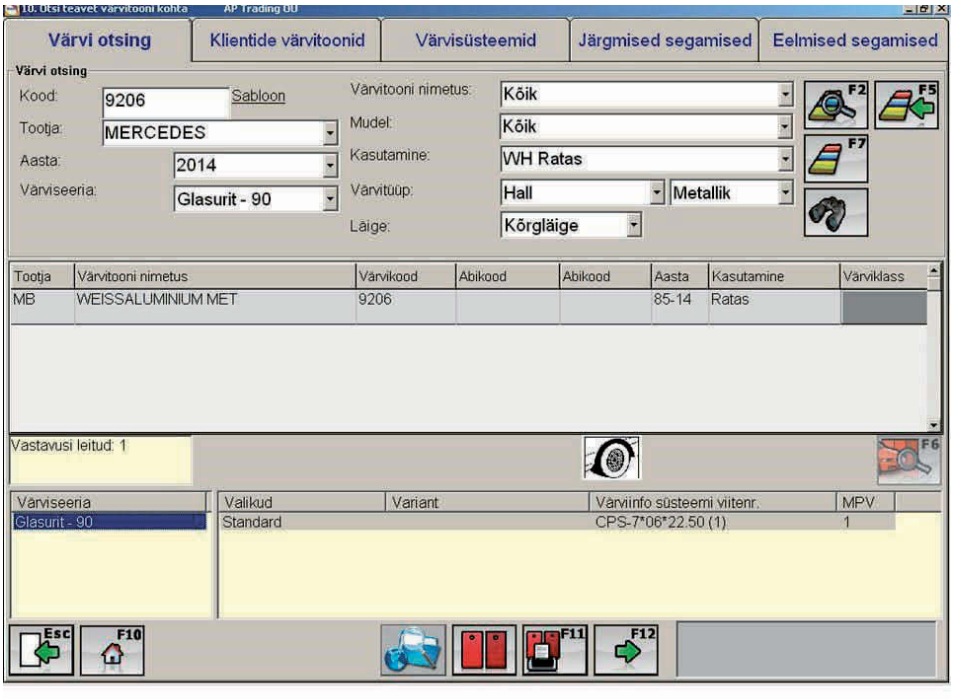
Erinevate tootjate tarkvara on erinev, aga üldjoontes on värviretsepti leidmine värvisegamistarkvara kasutades kõigil tootjatel sarnane. Mida täpsema informatsiooni tarkvarasse sisestate, seda täpsem on otsingusüsteemi filter ja seda vähem pakub tarkvara võimalikke remontvärvi retsepte.

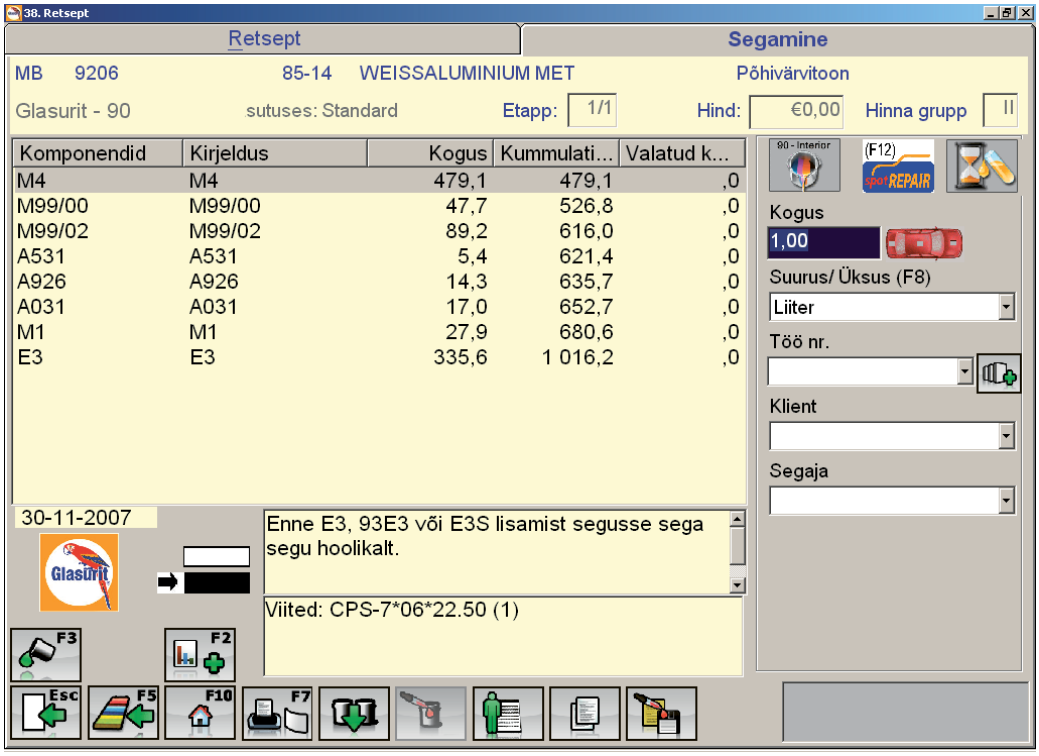
Üldised tarkvara kasutamise põhimõtted on järgmised:

- Sisestage sõidukilt leitud värvikood tarkvara vastavasse lahtrisse ning tarkvara pakub välja kõik võimalikud retseptide variandid tootjate kaupa, kes kasutavad sisestatud värvikoodi.
- Lisage värvikoodile autotootja nimi ning tarkvara pakub kõik võimalikud selle koodiga retseptivariandid sisestatud sõidukitootja valikust.
- Lisades vastavatesse lahtritesse aastaarvu, värviseeria, värvuse nimetuse, sõiduki mudeli, kasutuskoha, värvitüübi, läikeastme jm. saab kahandada tarkvara poolt pakutavate värviretseptide hulka. Arvestage, et kõik need parameetrid ei pruugi alati olla korrektsed!
- Kui sõidukil värvikood puudub, siis saab tarkvara abil leida vajaliku värviretsepti, sisestades tootja, mudeli ja värvuse nimetuse.

Näiteks: Ford on koondatud ühe värvikoodi alla palju erinevaid värvuseid. Mõnikord osutub maalrile õige retsepti leidmine suhteliselt keerukaks, mistõttu on vajalik hästi osata kasutada värvisegamis-tarkvara, et leida sobiv värviretsept, erinevaid otsingufiltrite võimalusi kasutades.

Järgneva näite esimesel fotol on sisestatud erinevad otsingu kriteeriumid ning teisel fotol on leitud värviretsept.





5.2.3 Sobiva värvuse leidmine värvuse tuvastamise tööriistade abil

Värvitooni tööriistadeks nimetatakse visuaalseid ja elektroonilisi „abimehi“, mis aitavad automaalril tuvastada remonditava sõiduki värvust ja valida antud sõidukile kõige sobivam värvus ja sellele vastav retsept.

Fotospektromeetriga värvuse tuvastamine

Vaadake ka Peatükk 2.11. Värvi parameetrite mõõtmise vahendid.

Täna on kiireim ja mugavaim viis auto värvuse tuvastamiseks ja kõige parema sobivusega remontvärvi retsepti leidmiseks fotospektromeetri kasutamine. Fotospektromeeter on elektrooniline-optiline värvitooni- ja efekti mõõtmise seade, millest oli lähemalt juttu peatükis 2.11.

Fotospektromeetriga mõõdetakse autol või selle detailil olevat värvust (mõnda tüüpi spektromeetriga ka metalliku efekti) ja salvestatakse mõõtmistulemused. Info saadetakse arvutisse ning saadud andmete põhjal pakub tarkvara välja värviretseptide andmebaasis olevatest retseptidest sihtvärvusele kõige paremini sobivad retseptid. Parimad fotospektromeetrid võimaldavad koostöös värvisegamis-tarkvaraga kuvada pinnalt mõõdetud ja andmebaasi poolt välja pakutud värvused üheaegselt spetsiaalsele monitorile ning automaaler saab värvuse tooni, heleduse/tumeduse ja efekti sobivust hinnata ka visuaalselt.

Automaaler teeb oma valiku põhinedes fotospektromeetri ja tarkvara poolt saadud infost, hindab vajadusel spektromeetri poolt tehtud spektraalanalüüsi (koloristi tase) ja kasutab võimalusel digitaalse võrdluse võimalust arvutiekraanil. Vajadusel kontrollib automaaler oma poolt tehtud valikut värvinäidiste valmistamisega või kasutab enda poolt varem tehtud värvinäidiste kartoteeki.

Vajadusel saab tarkvara abil retsepti muuta (värvi toonida) või sobiva retsepti puudumisel lasta tarkvaral koostada täiesti uue retsepti. Toonitud värviga pihustatud näidist saab uuesti mõõta ja võrrelda muutust esialgse värvusega mitmeetapiliselt.

***Foto 34** – 1. Auto värvuse mõõtmine fotospektromeetriga*

***Foto 35** – 2. Saadud tulemuse visuaalne kontroll digitaalselt*

***Foto 36** – 3. Sobiva värvuse retsepti valimine*

***Foto 37** – 4. Värvi valmissegamine elektronkaalu abil*

Kokkuvõtteks: sobiva värvuse leidmine remontvärvimiseks võib võtta mõnedel juhtudel palju aega ning pole välistatud, et autoga sobivat valmisretsepti ei leidugi ning tuleb tegeleda värvi toonimisega.

OLULINE! Sobiva värvuse otsinguga tuleb alustada koheselt, kui auto on remonditöökotta saabunud. Sellega saab tegeleda nii enne eeltööga alustamist kui ka sellega paralleelselt.

Soovitav on enne värvimist teha valmissegatud värvist **oma pihustatud näidis**, mida seejärel võrrelda autol oleva värvusega, et olla kindel remontvärvi värvuse sobivuses. Pihustatud värvinäidised on mõistlik koondada kataloogi, olles neile eelnevalt kandnud värviretsepti numbri. Selline kataloog võimaldab tulevikus valida sobivaim värvus juba reaalsete näidiste hulgast ja olla tulemuses kindel. Andmete kandmisel värvinäidisele on aja kokkuhoiuks mõistlik kasutada spetsiaalset **sildiprinterit.**

***Foto 38** – Korrektselt teostatud oma värvinäidiste stend*

***Foto 39** – Eriti tähtis on täpse info kandmine oma näidistele*

Sobiva remontvärvi leidmine käsitsi, värvinäidiste abil

Värvinäidised on läbi aegade olnud üks olulisemaid automaalri tööriistu värvuste tuvastamisel. Tõsi, viimastel aastatel on värvinäidised asendumas aina enam elektrooniliste värvuse tuvastamise tööriistadega, nagu spektromeeter ja digitaalsed värvuste võrdlemise võimalused.

Värvinäidised on kas reaalselt paber- või polümeerpõhjale pihustatud või trükitehniliselt valmistatud näidised tootmises olnud värvuste ja värvitootja poolt pakutavate variantide kohta. Nende abil on võimalik kontrollida värvikoodile vastava värvuse sobivust autoga ja, värvikoodi puudumisel või mittevastavusel, leida autole sobiv remontvärvus visuaalsel teel (e. silma järgi).

Värvinäidiste süsteeme grupeeritakse kahel viisil – automarkide ja värvuste kaupa:

Automarkide kaupa grupeeritud näidised on grupeeritud kokku konkreetsel automargil kasutatavate värvuste järgi ja tavaliselt sorteeritud värvikoodide numeratsiooni järgi. Selline süsteem on eriti mugav margipõhiseks värvuse otsinguks ja enamus autoesinduste värvitöökodasid eelistab just seda tüüpi süsteemi. Näiteks Standox, Spies-Hecker, Cromax ja PPG - värvisüsteemide näidised.

Värvuste kaupa grupeeritud näidiste puhul on ühte pakki köidetud sarnased värvused **kromaatilises jadas** läbi kõikide automarkide, näiteks hallid värvused alates hõbedastest kuni tumehallideni. Selline süsteem võimaldab leida originaalvärvuse mittesobivusel samast pakist sobivaima värvuse. Paljud erinevate tootjate retseptid võivad olla nii ligilähedased, et sobivad remontvärviks ka teisele automargile. Oluline pole mitte kasutada kindlasti sama tootja retsepti vaid leida konkreetsele autole sobivaim värviretsept. Näiteks Glasurit ja RM värvisüsteemide näidised.

Vaadake lisainfot Värvinäidiste kohta Peatükist 2.10 Värvinäidised.

Värvinäidiseid võrreldakse sihtvärvusega ning võrdluse tulemusel leitud parima näidise kood sisestatakse värvisegamistarkvarasse vajaliku värvikoguse valmistamiseks.

Foto 40 *– Standard-värvinäidiste võrdlemine auto värvusega*

Foto 41*– Oma värvinäidiste täpne võrdlemine auto värvusega*

OLULINE - Värvinäidiste võrdlemine auto pinnaga!

- Auto värvkate peab olema võrreldavast kohast eelnevalt poleeritud!
- Võrrelge alati värvust remonditava koha vahetus läheduses!
- Ära võrrelge värvust plastdetailidelt, need on praktiliselt alati ülejäänud autost erinevad!
- Kasutage värvuse võrdlemiseks 3M PPS lampi, see võimaldab võrrelda värvust näidistega siseruumis päevavalguse spektri abil!
- Värvige ilma hajutamata ainult siis, kui teie enda töökojas tehtud näidis sobib autoga täpselt.

5.3 Värvi segamine

Värvisegamissüsteemid. Vajaliku värvuse segamine värvisegamissüsteemist.

Õpiväljund: Õpilane oskab kasutada värvisegamissüsteemi ja valmistada selle abil sobilik remontvärv.

Kogu autotööstuse ajaloo jooksul on toodetud kümneid tuhandeid eri värvi autosid ning seetõttu pole mõeldav toota, hoiustada ja tarnida kereremonditöökodadele valmissegatud „tehasevärve“. Selle asemel kasutatakse **värvisegamissüsteeme**, kus **värvikomponentidest** (erinevad põhipigmendid) segatakse värviretsepti alusel kokku sobilik värvus.

Värvisegamissüsteem on süsteem, kuhu kuuluvad:

- värvisegamisriiul (e. värvisegamismasin)
- värvikomponentide segamiskaaned
- elektronkaal värvikomponentide doseerimiseks
- värvisegamisarvuti
- lisaseadmed ja tööriistad
- värvinäidiste komplektid
- värvikomponendid (pigmendid)
- lisandained (lahustid, kõvendid, lisandid)

Värvid sisaldavad erineva tiheduse ja keemilise koostisega aineid, seepärast on erinevate pigmentide ühtlaseks segunemiseks väga oluline värvi hoolikas segamine enne selle värvipüstolisse kallamist.

Vaadake lisaks peatükk 2.10 Värvilaborid.

Meeldetuletuseks! Autovärvid sisaldavad põhiliselt nelja tüüpi aineid:

- Sideained
- Pigmendid
- Lahustid
- Lisandained

Vaadake lisaks peatükk 3.5 Värvimaterjalid üldinfo.

Värvide segamise eelduseks on värvikomponendid, mis pole kihistunud ja annavad ühesuguse tulemuse algusest lõpuni. Seepärast kasutatakse värvikomponentide segamiseks värvisegamisriiulit, millesse asetatud värvipurkidele on kaante asemele paigutatud segamislabad ja doseerimiskaaned. Värvisegamisriiulite ajamid käitavad purkides olevaid segamislabasid ja värvikomponendid segatakse ühtlaseks massiks. Sellist protsessi tuleb korrata tavaliselt 1-2 korda päevas 15 minutit korraga.

NB! Mõned autovärvide tootjad kasutavad värvikomponentidena tiksotroopseid mittekihistuvaid pigmente, mis ei vaja intensiivset segamist. Sellisel juhul piisab komponendi purgi loksutamisest. Tutvuge kindlasti värvisüsteemi tootja Tehnilises Informatsioonis toodud soovitustega!

Kui värvikomponendid on segatud, siis tuleb käivitada värvisegamistarkvara ja lülitada sisse elektrooniline kaal.

Värvisegamise protsess näeb välja alljärgnev:

1. Sõidukil oleva värvikoodi, värvinäidiste või spektromeetri mõõtetulemuse järgi leitakse värvisegamise tarkvarast sobiv värviretsept. Seejärel sisestatakse tarkvarasse soovitav värvi kogus. Abiks võib olla tarkvara poolt antud pindala värvimiseks soovitatav värvikogus.

***Foto 42** – Valige sobiv värviretsept*

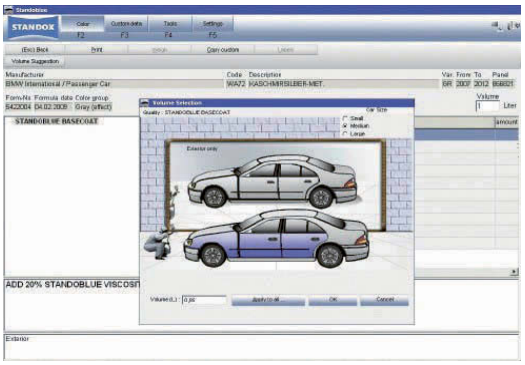


***Foto 43** – Sisestage soovitav värvikogus*

2. Elektroonilisele kaalule asetatakse sobiva mahuga anum, nullitakse taara ja seejärel doseeritakse värvikomponente vastavalt värviretsepti juhistele 0,1 grammi täpsusega.

***Foto 44** – Võtke värvisegamisriiulist vajalikud purgid*

***Foto 45** – Doseerige komponendid vastavalt retseptile*

3.1 Veepõhised alusvärvid - peale värvikomponentide doseerimist segatakse pigmendid ja lisandained omavahel hoolikat läbi ja värvisegu ongi **pihustusvalmis.**

***Fotod 46 ja 47** – Segage värvikompoendid hästi läbi ja värv on pihustamiseks valmis.*

3.2 1-kihilised pinnavärvid (ja kõvendi lisamine alusvärvile)

Peale värvikomponentide (pigmendid, sideaine ja lisaained) doseerimist segatakse komponendid hoolikalt läbi ning seejärel lisatakse vastavalt ettenähtud seguvahekorrale **kõvendi,** peale mida segatakse värvisegu uuesti läbi. Kui värvisegu vajab sobiva pihustamisviskoossuse saavutamiseks lahusti lisamist, siis lisatakse viimasena **lahusti (vedeldi)**.
Seejärel segatakse värvisegu uuesti hoolikalt läbi ja värv ongi pihustusvalmis.

Fotod 48 ja 49 *– Kui värvile on vaja lisada kõvendi ja lahusti, siis tehke seda samuti kaalul tarkvara abil*

OLULINE! Kõvendit ja lahustit (vedeldit) ei tohi lisada pigmentide segusse enne nende läbisegamist. Vastasel korral hakkab kõvendi reageerima erinevate pigmentidega eraldi ja selle tulemusena võib värvus muutuda.

3.3 Lakid - lakkide segamine toimub sarnaselt 1-kihilise pinnavärviga, ainult et lakk on ise juba valmistoode, millele lisatakse vastavalt ettenähtud seguvahekorrale kõvendi ja lahusti (vedeldi). Peale komponentide segamist on lakk pihustusvalmis.

Valmistatakse tehniliselt **erinevaid värvisegamissüsteeme -** veepõhiste alusvärvide segamiseks, lahustipõhiste alusvärvide segamiseks, pinnavärvide segamiseks ja veokite ning pakiautode jaoks mõeldud pinnavärvide segamiseks. Peamised autovärvisüsteemide tootjad valmistavad kõiki eelpool nimetatud värvisegamissüsteeme.

OLULINE! Lahustipõhised alusvärvisüsteemid ja MS 2K –pinnavärvisüsteemid (üle 420 g/L) on Euroopa Liidus ja Eestis kasutamisel autode remontvärvimiseks keelatud!

Näiteid värvisegamissüsteemidest

Foto 50 *– Glasurit värvisegamissüsteemid*

Foto 51 *– Standox värvisegamissüsteemid*

5.4 Värvi toonimine

Põhiteadmised värvi toonimisest

Õpiväljund: Õpilane omab ülevaadet värvide toonimise põhimõttest ja oskab teostada lihtsamaid toonimisi.

Värvi toonimine

Värvi toonimine tähendab värvuse muutmist komponentide lisamise või ärajätmise abil selliselt, et saadav värvus oleks võimalikult ligilähedane sihtvärvusele. Värvuse muutmiseks on võimalik kasutada kahe meetodit, esimene võimalus tooni muutmiseks on värviretseptis olevate pigmentide koguse vähendamine või suurendamine ja teine võimalus on lisada värvile retseptis mittesisalduvaid tavapigmente ja/või lahjendatud kontsentratsiooniga nn. toonpigmente. Toonpigmendid (e. toonerid) muudavad tänu oma väiksemale kontsentratsioonile värvust sujuvamalt kui tavapigmendid, mille puhul ka väike kogus võib muuta värvust olulisel määral.

Alustada tuleks alati esimesest variandist ja püüda kõigepealt saavutada soovitav värvus lisades või jättes ära neid pigmente, mis retseptis juba sisalduvad, nii väldite hilisemat võimalust **metameeria-efekti** tekkimiseks.

Miks on vaja värvi toonida?

Autotootmises toodetakse autosid erinevates tehastes ja erinevatel tootmisliinidel ning kuigi teoreetiliselt värvitakse kõik autod nn. „originaalvärviga“, siis praktikas võivad erinevate tootmisliinide seadistuste nüansside erinevused omada olulist mõju autokerel olevale reaalsele värvusele, mis ei pruugi alati nn. originaalvärvusega 100%-liselt kattuda. Lisaks sellele auto värvkate kasutamise käigus kulub, mingil määral pleekub ja võib olla vajanud juba ka remontvärvimist. Seepärast ei pruugi ka originaalvärvuse koodi järgi segatud värv enam antud auto värvkattega sobida. Lõpuks tuleks silmas pidada ka tõsiasja, et autode värvimisel autotehastes kasutatakse värve, mis on kokku segatud ca. 200 võimalikku komponenti kasutades, hiljem värvitöökojas värvides tuleb aga hakkama saada ca. 60-70 komponendiga ning keerulisemate värvuste korral ei pruugi täpse nüansi saavutamine alati võimalik olla.

Lisaks värvusele peab auto originaalvärviga täpselt sobima ka **efekt,** mis tekib metallik- või pärlmutterpigmentide erinevast valguse murdmisest eri nurga all**.** Mõlemad parameetrid – värvus ja efekt, peavad sobima, muidu jääb töö tulemus originaalist erinema**.**

Remontvärvimise käigus tuleb leida auto värvkattega sobiv värvus, kasutades selleks olemasolevat värviretseptide andmebaasi ja kui piisavalt sobivat ei leidu, siis tuleb kasutada sihtvärvusele kõige lähedasemat värvust ning see sobivamaks toonida.

Tänapäeva suure efektiivsusega autovärvitöökodades elimineeritakse enamus väiksemaid tooniprobleeme **hajutamisega** ja lisaks kasutavad paljud töökojad elektroonilist fotospektromeetrit, mis aitab teatud piirini toonida värvust automaalri eest. Siiski tekib iga automaalri töös moment, kus ei spektromeetrist ega hajutamisest pole täielikult kasu ning seepärast on hea teada värvi käsitsi toonimise põhimõtteid ja osata teha vähemalt kõige lihtsamat – värvi heledamaks ja tumedamaks muuta. See polegi tegelikult eriti keeruline.

***Foto 52** – Sellise probleemiga on ilmselt kokku puutunud iga automaaler. Ilma värvuse sobivust kontrollimata värvitud uks!*

Kuidas toonida?

Enne toonimisega alustamist tuleb endale selgeks teha alljärgnevad asjad:

- Kuidas mingi pigment tooni, küllastatust ja heledust mõjutab.
- Millises suunas on vaja värvust toonida. Kas toon on vale?
- Kas värvus peaks muutma tumedamaks, heledamaks, määrdunumaks või puhtamaks?
- Metallik/efektvärvide korral on vaja lisaks jälgida värvuse sobivust:
    - Otsevaates
    - Külgvaates
    - Efekti sobivust (kromaatilisus, ”tera” suurus)

OLULINE! Toonimine on väga aja- ja materjalimahukas protsess, mis nõuab kogemusi ja teadmisi, seepärast tuleks enne toomise juurde asumist kaaluda tooniprobleemide lahendamist hajutus-meetoditega.

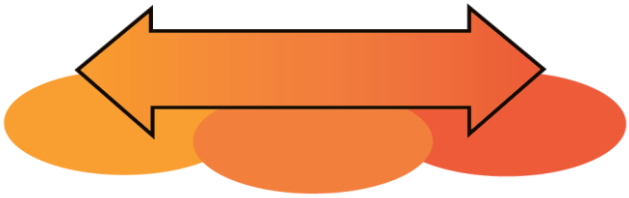
Värvuse erinevuste analüüsimine

Enne, kui asute tegutsema, peaksite hetkeks mõtlema, milliste parameetrite poolest remonditava auto külgnevate detailide originaalvärvus ja Teie poolt välja valitud värvinäidise värvus erinevad?

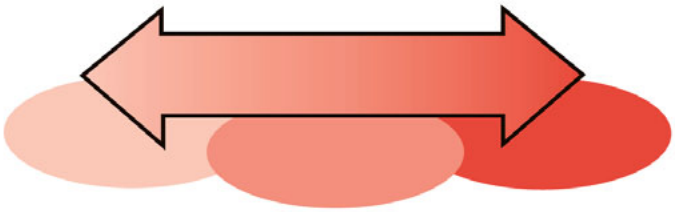
Võrreldes neid kahte omavahel, on võimalik kolme tüüpi erinevused:

- **Värvuse tooni erinevus**
- **Värvuse heleduse erinevus**
- **Värvuse küllastatuse erinevus**

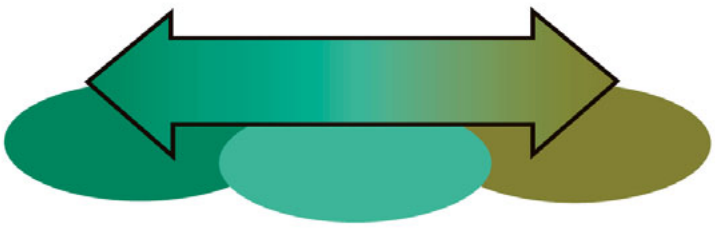
Tooni erinevus *(i. Tone, Hue deviation)* – tooni erinevus tähendab seda, et originaal ja näidis erinevad omavahel kromaatilise sobivuse pooles, kaldudes värviringis kas vasakule või paremale e. ühe või teise **tooni** poole ehk värvus on **vale tooni**. *Näiteks: võrreldes kõrvalolevate detailidega on oranž värvus kas kollasem või punasem.*



Heleduse (ka ereduse) erinevus, *(i. Lightness, Brightness deviation)* - heleduse erinevus tähendab seda, et kuigi värvuse toon ja küllastatus on õiged, eksisteerib näidise värviringi paigutamisel erinevus valgest ehk värvus on kas **liiga hele** või **liiga tume**. Näiteks: *võrreldes kõrvalolevate detailide värvusega on punane värvus kas heledam või tumedam punane.*



Küllastatuse (ka puhtuse) erinevus, *(i. Purity, Saturation deviation)* - kui asetada näidis värviringi, siis on näha erinevust värvuse asendist värviringi tsentri poole e. värvus on kas **määrdunum** või **puhtam,** ehk värvus on kas lähemal või kaugemal hallist. Värvid on kõige puhtamad värviringi servadel, mida enam keskele, seda määrdunumaks nad muutuvad tänu segunemisele teiste põhivärvustega. Näiteks: *võrreldes kõrvalolevate detailide värvusega on roheline kas **määrdunum** või **puhtam** roheline.*



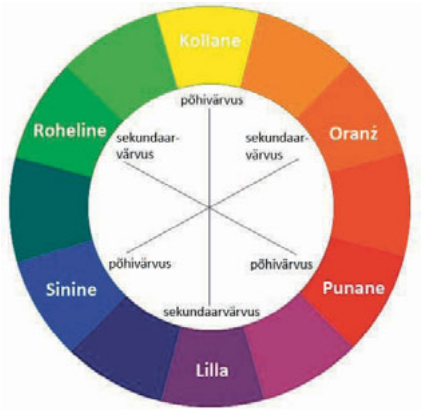


***Foto 53** – Värviring*

Värvuse erinevuste korrigeerimine

Värvust saab korrigeerida põhivärvuste (värvikomponentide) lisamise või vähendamisega, need muutused viivad korrigeeritava värvuse värviringis lähemale auto originaalvärvusele.

Enamus kromaatilisi värvusi e. värvusi, mille põhitooni saab kindlalt määratleda, nagu näiteks punane, kollane ja roheline, vajavad tavaliselt korrigeerimiseks tooni muutmist ja lisaks heleduse korrigeerimist, et näidisega sobituda.

Akromaatiliste värvuste korral e. värvuste korral, mille põhitoon ei ole selgelt arusaadav ja mis asuvad lähedal neutraalsele hallile (valged, hallid, beezid jne.), on tavaliselt vaja muuta just värvuse puhtust.

Tooni erinevuse korrigeerimine - värvuse **tooni** saab korrigeerida põhivärvuste lisamise või vähendamisega. Selline muutus viib korrigeeritava värvuse tooni lähemale soovitavale toonile. Selleks, et vähendada mingi põhivärvuse liigset kromaatilist mõju korrigeeritavale värvusele, tuleks sellele lisada värvust, mis vähendab seda erinevust e. toimib erinevuse vastaselt. Näiteks, kui roheline värvus on originaali suhtes liiga kollane, siis lisatakse tavaliselt sinist või sinakas-rohelist komponenti.

Küllastatuse erinevuse korrigeerimine – värvuse küllastatust (puhtust) saab vähendada vastandvärvuse lisamisega, valides toonimiseks värviringil täpselt värvuse vastas asuva värvuse. Näiteks kui hallikasbeež värvus on veidi liiga kollane, siis peaks lisama violetset komponenti.

Heleduse erinevuse korrigeerimine – heleduse muutmiseks on olemas kaks võimalust ja need on:

1.Värvuse muutmine heledamaks – pastelsete ja mittemetallikvärvide korral saab värvust muuta heledamaks valge komponendi lisamisega, metallikvärvide korral lisatakse sobiva tera suurusega neutraalset hõbedast komponenti. Valge lisamine metallikvärvile vähendaks metallikefekti ja seetõttu ta ei sobi selleks otstarbeks.

2.Värvuse muutmine tumedamaks – kromaatiliste värvuste korral lisatakse värvuse tumedamaks muutmiseks värvile musta komponenti, akromaatiliste värvuste korral (kerge alatooniga hallid ja valged) lisatakse retseptis sisalduvat peamist kromaatilist (värvilist) komponenti, näiteks rohekashalli värvuse korral rohelist.

Valge ja must pigment toonimisel

Enne valge pigmendi kasutamist pinnavärvi või metallikvärvi toonimiseks tuleb kindlasti selgeks teha, kas toonimise tulemusel on lubatud tulemusena piimjam värvus ning enne musta pigmendi kasutamist tuleb selgeks teha kas värvus tohib olla määrdunum. Kui vastus on ei, siis neid komponente toonimiseks kasutada ei tohiks.

Värvuse muutmise praktilised nõuanded

- Värvuse korrigeerimisel peaks kasutama eelistatult värviretseptis sisalduvaid pigmente. Vaadake ideede saamiseks värviringi. Näiteks punase värvi intensiivsemaks (puhtamaks) muutmiseks tuleks lisada retseptis sisalduvat punast pigmenti ja juhul kui värvus on „liiga punane“ siis tuleks punase kromaatilise mõju vähendamiseks lisada vastasvärvust, antud juhul rohelist.

- Heledate värvide heledamaks toonimine on raskendatud valge pigmendi suure osakaalu tõttu, tumedate värvide heledamaks toonimisel tuleb üldjuhul lisada valget. Erandina on punaste värvide puhul soovitatav kasutada valge asemel oranži.

- Värvi tumedamaks toonimisel tuleb kas vähendada valge osakaalu või suurendada ülejaanud pigmentide osakaalu värvisegus (retseptis). Tumedamaks toonimisel tuleb ülejäänud pigmentide lisamisel järgida retseptis sisalduvate pigmentide proportsiooni. Lisades ainult musta pigmenti muutub värvus määrdunumaks, mitte tumedamaks.

Metallik- ja efektvärvide toonierinevused

Metallikvärvid ja eriefektvärvid sisaldavad lisaks valgele, mustale ja kromaatilistele ühevärvilistele pigmentidele ka spetsiaalseid efektpigmente, mis tekitavad valguse peegeldumisel värvipinnas olevatelt efektpigmentide osakestelt erinevaid värvus- ja valgusefekte.

Vaata efektpigmentide kohta lisaks 3.7 Viimistlusvärvimise materjalid.

Metallikvärvide värvuse ja efekti hindamisel tuleb silmas pidada, et efektil on eri nurga alt vaadates erinev mõju ka värvusele ning heledusele/tumedusele.

Tehke katse – tõmmake hõbehalli metallikvärviga värvitud värvinäidisele võtmega keskele murdejoon ja murdke näidist kergelt mööda joont. Liigutage näidist erinevate nurkade alt ja vaadake efekti!

Sellest lihtsast näitest saate aru, kui keeruline on metallikvärvide sobivuse tegelik hindamine ja kui komplitseeritud võib efektvärvide toonimine olla. Siiski, alati tasub katsetada!

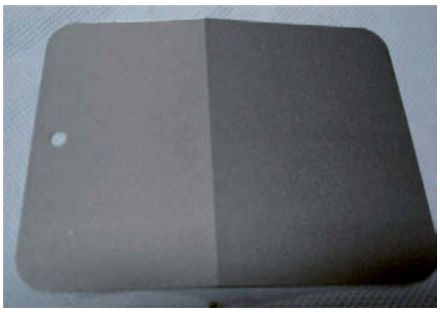


Foto 54 ja 55 *– Sama näidis eri nurkade alt oleks justkui erinevate värvidega värvitud*

Metallik- ja efektvärvide toonimine

Värvuse heledamaks ja efektiga sobivaks toonimisel tuleb kontrollida:

- Millist tüüpi metallik/efektpigmenti värviretsept sisaldab?
- Värvuse heledamaks toonimisel tuleb kasutada kõiki värviretseptis sisalduvaid metallik/efekt-pigmente proportsionaalselt.

- Efekti muutmiseks tuleb lisada kas peenemat või jämedamat tüüpi metallik/efekt-pigmenti.
- Liiga suure ”teraga” kromaatilise (värvilise) värvuse toonimiseks lisage:
    - musta
    - või valget
    - või neid mõlemaid
    - või asendage jämedam metallik/efektpigment peenemaga
- Liiga määrdunud efektvärvuse toonimiseks vähendage retseptis:
    - musta osakaalu
    - või valge osakaalu
    - või nende mõlema osakaalu
    - või asendage peenem metallik/efektpigment jämedamaga

See on põhiline reegel heledate värvuste puhul. Mida peenema ”teraga” on alumiiniumitera tüüp (osakeste suurus), seda määrdunumad e. hallimad näivad toonid eest- ja külgvaatena, sest eest- ja külgvaate vahel on heleduse erinevus väike. Jämedama ”teraga” alumiiniumpigmendi puhul on eest- ja külgvaate heleduse erinevus suur. Seetõttu eestvaate võib tunduda heledam ja külgvaade tumedam.

Metallikvärvide toonimisel tuleb alati arvestada sellega, millist efekti soovitakse tulemuseks saada. Eriti oluline on see värviretseptide korral, mis sisaldavad erineva suurusega alumiiniumpigmente. Heleduse ja tumeduse erinevust eri nurga all nimetatakse efektvärvuste **flopiks** *(i. flop).*

Läbipaistvad ja läbipaistmatud pigmendid

Värviretsept võib sisaldada nii läbipaistmatuid kui ka läbipaistvaid pigmente.

Näiteks Glasurit: 90A149 kollane (läbipaistev) ja 90A148 kollane (läbipaistmatu)

Kui lisada toonitavale värvusele näiteks ainult 90A148, siis näib värvus määrdunum eestvaatel ja heledam külgvaatel ja vastupidine efekt on siis, kui lisada ainult 90A149.

Efektvalge kasutamine metallik- ja efektvärvide toonimisel

Muutmaks värvi heledamaks / sobitades efekti, tuleb kontrollida:

- Millist alumiiniumpigmenti värviretsept sisaldab?
- Eestvaade võib muutuda kahvatumaks, heledamaks.
- Külgvaade võib muutuda palju heledamaks, sinakamaks, kahvatumaks olenevalt kasutatavast valgest pigmendist.
- Efekt ja puhtus nõrgenevad.

Kasutades efektvalget pigmenti tuleb meeles pidada, et nii värvus kui ka efekt võivad muutuda.

Heleduse muutmine metallik- ja efektvärvide toonimisel

- Kui otsevaade ja külgvaade on liiga tume: Lisage retseptis toodud põhilist alumiiniumpigmenti.
- Kui otsevaade ja külgvaade on liiga hele: Lisage retseptis toodud värvipigmente vastavalt värviringile.

Lisades läbipaistvat mica (pärlmutter) efektlisandit, muutub külgvaade heledamaks ja eestvaade määrdunumaks.

Lisades kontsentreeritud valget pigmenti kaetakse alumiiniumi osakesed kinni ja seeläbi muutub otsevaade määrdunumaks ja külgvaade heledamaks.

Nõuanded toonimiseks

- Jälgige, et kõik pigmendid oleks korralikult läbi segatud (pidage kinni tootja nõuetest).
- Segage värvi hoolikalt enne ja pärast lisandainete lisamist.
- Värvige ja kuivatage pihustatud värvinäidised korrektselt vastavalt värvimistehnoloogiale.
- Värvige sõiduk samamoodi kui värvinäidis, siis on värvus sõidukil sarnane värvinäidisele.
- Pihustatud värvinäidise tulemust kontrollige külgneva detailiga.
- Võrrelge pihustusnäidist naturaalse valguse käes.
- Toonimisel kasutage eelistatult värviretseptis sisalduvaid pigmente.
- Värviretseptis mittesisalduvaid pigmente võib erandjuhul kasutada vaid värvuse tumedamaks toonimisel.
- Värvige oma värvinäidised pärast igat toonimise etappi.
- Pange kirja ja arhiveerige kõik tehtud muudatused värviretseptides.
- Valige õige aluskihi värvus (vastavalt värvisüsteemile).

***Foto 56** – Efektvärvide toonimine ja sobitamine pole lihtne ülesanne...*

5.5 Lõplik ettevalmistus värvimiseks

Värvikambri puhastus ja kontrollimine. Suruõhuseadmete puhastus ja kontrollimine. Värvi-, lakipüstoli puhastus ja kontrollimine. Värvitava/lakitava pinna puhastus ja kontrollimine. Riietuse puhtus. Isikukaitsevahendite kontroll.

Õpiväljund: Õpilane teab, millised on tehnilised eeldused auto värvimiseks ja oskab teostada lõpliku ettevalmistuse värvimiseks.

Krundipind on lihvitud ja vajalik värvitoon autole leitud, mis edasi? Kas võime hakata värvima? Põhimõtteliselt küll, kuid enne seda on vaja teha vajalikud ettevalmistused värvimiseks, et töö kindlasti õnnestuks. Lõpliku värvimiseks ettevalmistuse käigus kontrollitakse ja puhastatakse värvimiseks vajalikud seadmed, tööriistad ja isikukaitsevahendid, mis on olulised tegurid kvaliteetse värvimistöö teostamisel.

5.5.1 Värvikambri puhastus ja kontrollimine

Värvikambri kontrollimine jaguneb igapäevaseks kontrolliks/puhastuseks ning kontrollideks, mida teostatakse värvikambri tootja poolt määratud ajaliste intervallide (töötundide arvu) järel.
Vaadake täiendavat informatsiooni moodulis 2.7 Värvimis- ja kuivatuskambrid.

Igapäevane värvikambri puhastus seisneb värvikambri koristamises töö käigus tekkinud prahist ja jääkidest, nagu kattepaber, kattekile, erinevad katteteibid jne. Samuti tuleb värvikambrist koheselt peale töö teostamist eemaldada kõik abivahendid ja tööriistad, nagu mutrivõtmed, kruvikeerajad, kattematerjalide dispenserid, pesuvahendid ja muu säärane.

Iga värvikambri seinale kinnitatud või seina najale toetuv ese tekitab enda ümber õhukeeriseid, mille tõttu on ühtlane õhuvoog kambris takistatud. Samuti takistab iga kambri põrandale kukkunud ese ühtlast õhuvoogu. Seetõttu peavad värvikambri põrand ja seinad olema takistustest vabad.

Värvikambri igapäevase kontrolli käigus tuleb jälgida, et kõik agregaadid ja sõlmed toimiksid tõrgeteta ning juhul, kui mõni värvikambri osa ei tööta normaalselt, tuleb rike või kõrvalekalle koheselt likvideerida.

Olulised värvimiskambrile esitatavad tingimused, mis peavad olema täidetud kvaliteetse värvitöö läbiviimiseks:

- värvikambri eelpuhastusfiltrid on töökorras
- värvikambri laefilter on töökorras ja filter on nõuetekohaselt kinnitatud
- värvikambri kõik valgusti elemendid on töökorras ja valgustite klaasid on puhtad, tagades piisava valgustatuse
- värvikambri seinad on puhtad ja kaetud spetsiaalse seinakaitse vahendiga (pihustatav kattematerjal, kleebitav kattematerjal)
- värvikambri põrandarestid on puhtad
- värvikambri põrandafiltrid on töökorras
- värvikambri järelpuhastusfiltrid on töökorras
- värvikambris olev suruõhuvoolik on antistaatiline, puhas ning ühendused ei leki
- värvikambri uksed sulguvad kergelt ja on suletud kõikides töötsüklites
- värvikamber hoiab erinevates töötsüklites stabiilselt etteantud temperatuuri
- värvikamber hoiab erinevates töötsüklites stabiilselt etteantud rõhku

Näited koristatud ja koristamata värvikambrist.

***Foto 57**– Heas korras värvikamber – valmis värvimiseks!*

***Foto 58** – Mitterahuldavas olukorras värvikamber*

5.5.2 Suruõhuseadmete puhastus ja kontrollimine

Suruõhuseadmete kontrollimine jaguneb samuti tavaliseks igapäevaseks hoolduseks ja seadmete tootjatehase või selle esindaja poolt antud ajalisteks välpadeks, mille järel tuleb seadmeid kontrollida.
Vaadake täiendavat informatsiooni moodulist 2.5 Suruõhusüsteemid värvitöökojas.

Suruõhu nõuetele vastav kvaliteet omab suurt tähtsust maalritöökojas, sest suruõhuga töötavad enamus autovärvitöökoja tööriistu ning suruõhk puutub otseselt kokku värvimaterjalidega nende pihustamise käigus. Ebakvaliteetne suruõhk võib põhjustada tööriistade rikked ning tekitada värvikihile erinevaid defekte.
Vaadake moodulit 5.13 Värvimisvead, nende põhjused ja kõrvaldamine.

Olulised tingimused, mis peavad olema täidetud kvaliteetse suruõhu tagamiseks:

- suruõhukompressor on töökorras ja hooldatud
- suruõhukuivati on töökorras ja hooldatud
- suruõhu mahuti kondensaadi eemaldi on töökorras
- suruõhutrassi ühendused on lekkevabad
- suruõhufiltrid on töökorras ja hooldatud

Igapäevase suruõhuseadmete kontrolli käigus kontrollitakse:

- suruõhulekkeid
- kiirliitmike korrasolekut
- manomeetrite korrasolekut
- reduktorite korrasolekut
- suruõhuvoolikute korrasolekut
- suruõhu rõhku süsteemis
- suruõhu puhtust (visuaalselt)

OLULINE! Avastatud rikked ja kõrvalekalded tuleb koheselt likvideerida!

Näited hooldatud ja hooldamata suruõhufiltritest.

Foto 59– *Heas korras suruõhu filtrite süsteem*

Foto 60 – *Mitterahuldavas olukorras suruõhufiltrid*

5.5.3 Värvi- ja lakipüstoli puhastus ning kontrollimine

Kvaliteetsest ja hästi hooldatud värvi- ja lakipüstolist (edaspidi värvipüstol) sõltub suurel määral lõplik värvipinna kvaliteet. ***Vaadake moodulit 2.3. Materjalide pealekandmise vahendid.***

Olulised nõuded värvipüstolitele, mis peavad olema täidetud kvaliteetseks värvitööks:

- töökorras rõhumanomeeter ja selle regulaator
- värvipüstoli seadete reguleerimiskruvid toimivad
- materjali nõela ja düüsi ning õhudüüsi (e. pihustamisotsiku) omavaheline sobivus
- kulumata nõel ja materjalidüüs (ei leki)

Igapäevaselt puhastatakse värvipüstol koheselt peale töö teostamist kas käsitsi või spetsiaalses värvipüstoli pesumasinas ning kasutatakse ainult ettenähtud puhastusvahendeid ja -aineid. ***Vaadake moodulit 2.9. Värvipüstolite pesuseadmed.***

Nõuanded:

- värvianumas olev värvijääk tuleb enne värvipüstoli pesemist valada vastavasse jäätmete kogumise anumasse
- värvipüstoli külge eraldi lisatud manomeeter tuleb püstoli küljest eemaldada enne püstoli pesumasinasse asetamist, ta pole lahustikindel

Näide: Värvipüstolite pesumasin Drester 9000-TT, kus vaskpoolne osa on automaatpesu võimaldav orgaaniliste lahustitega toimiv sektsioon ja parempoolne manuaalne, vesipesu võimaldav sektsioon. Parempoolsel fotol on värvipüstol asetatud lahustipesu poolele automaatseks pesutsükliks.

Fotod 61, 62– *Korrektselt töökorda seatud Drester 9000-TT püstolipesumasin*

Enne värvimist tuleks kontrollida värvipüstoli korrektset töötamist.

Kindlasti tuleb kontrollida materjali- ja õhudüüsi vastavust valitud värvimaterjalile ja töö iseloomule ning kontrollida ettenähtud kauguselt ja sisendsurve juures pihustuslehviku korrapärasust.

Lihtsaim moodus pihustuslehviku kontrolliks on kasutada tugevat valget paberit, millele pihustatakse kontroll-lehvik.

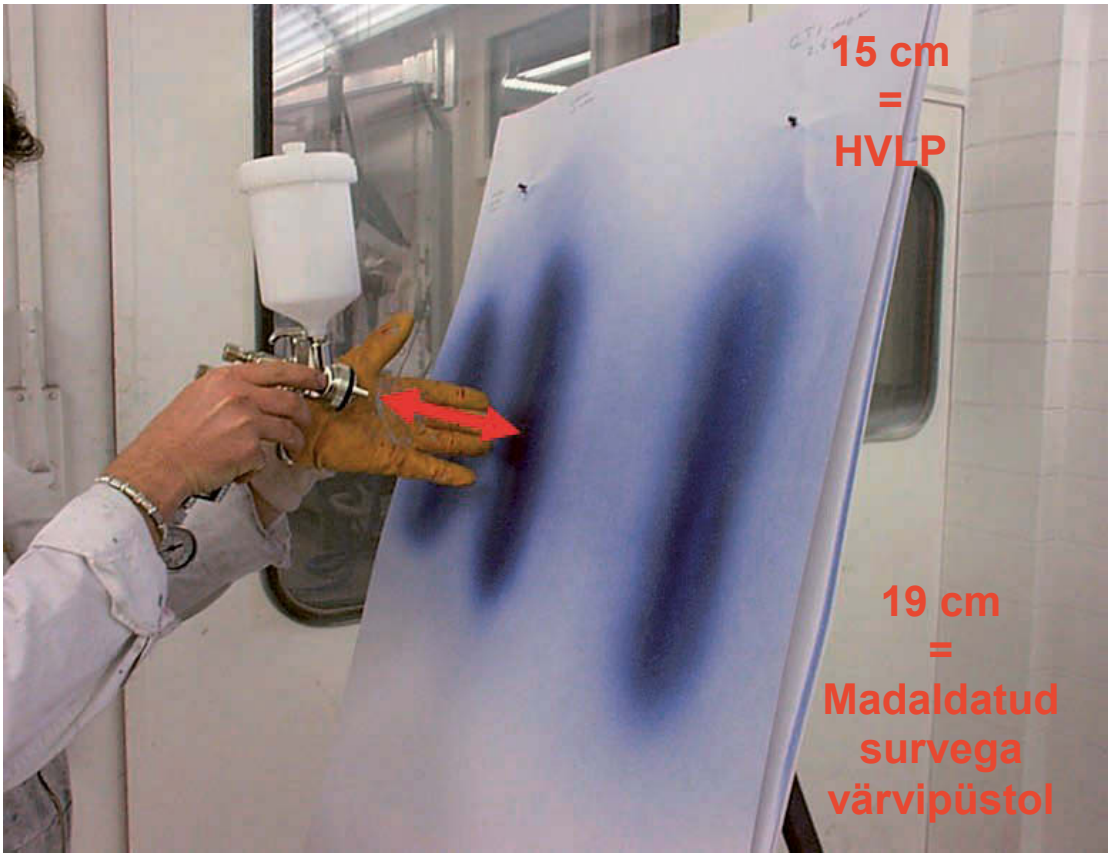


Foto 63– *Värvipüstoli töökorras oleku kontrollimine*

Korrapärane pihustuslehvik

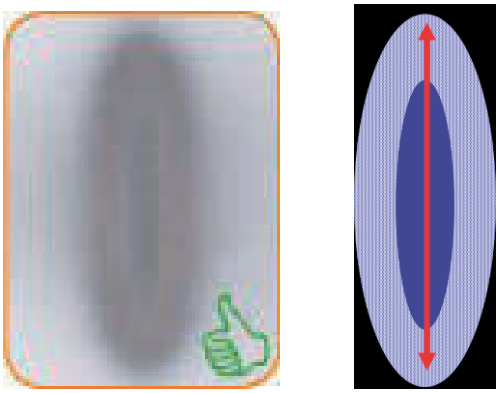
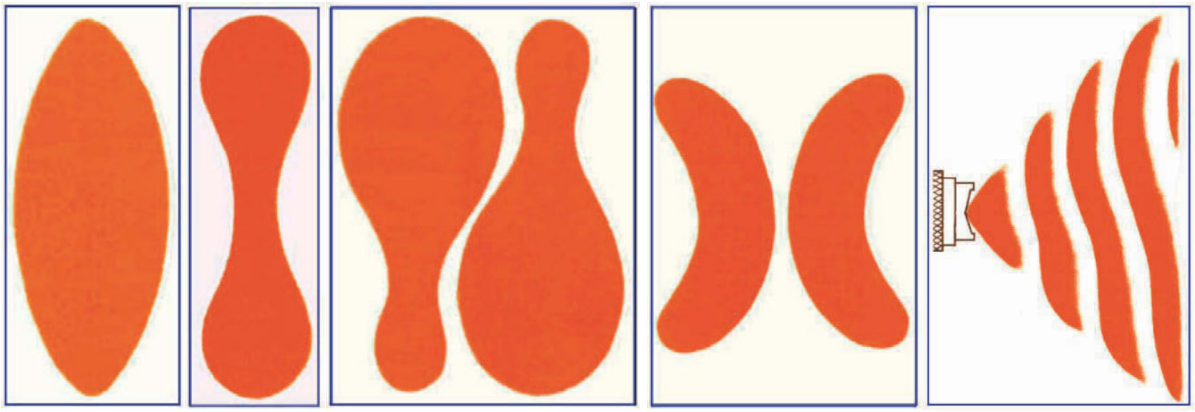


Foto 64 – *Korrapärane värvipüstoli lehvik*

Korrapärasel pihustuslehvikul on ühtlane, ülevalt alla sirgelt kulgev telg. Lehvikul peab olema ühtlase kujuga märg keskosa ning sarnase kujuga ühtlaselt hajuv välimine osa.

Ebakorrapärane pihutuslehvik

Kui proovimisel selgub, et värvipüstoli lehviku kuju meenutab ühte allolevatest kujudest, siis on tegu värvipüstoli kulumise, defekti või lohaka puhastamisega:



Ebakorrapärased pihustuslehviku kujud näitavad:

- **KUJU 1** - Vale pihustamisrõhk, materjal liiga viskoosne, otsik liiga suur.
- **KUJU 2** - Värvi tuleb liiga vähe peale, otsik kulunud, pihustamisrõhk liiga madal.
- **KUJU 3** - Pihustamisotsik või õhudüüs on puhastamata, pihustamisotsik vigane.
- **KUJU 4** - Õhudüüsid umbes või vigastatud.
- **KUJU 5** - Värvidüüs lahti või tihendid kulunud, ebapiisav värvi pealejooksmine, näiteks paagi õhutusava umbes.

5.5.4 Värvitava ja lakitava pinna puhastus ja kontrollimine

Värvitav ja lakitav pind (edaspidi värvitav pind) peab enne värvimist olema täielikult puhastatud mehaanilistest ja keemilistest jääkidest.

Värvitava pinna puhastamiseks enne värvimist kasutakse ebemevabasid puhastuslappe ja värvimiseelseid pinnapuhastusaineid. Veepõhiste alusvärvidega värvimisel on väga oluline silmas pidada, et puhastamisel kasutatakse värvisüsteemi valmistaja poolt ette nähtud ja heaks kiidetud alkoholipõhist puhastusainet.

Pesuained valitakse alati vastavalt kasutatavate värvimaterjalide tehnoloogiale.

Vaadake moodul 3.2. Puhastusmaterjalid ja vahendid.

Fotod 65,66,67 *– Korrektne pinna ettevalmistamine värvimiseks, kasutades puhastamist kahe puhastuslapiga*

Nõuanded pinna puhastamiseks enne värvimist:

- pesuaine kantakse pinnale surveanumaga
- pestav pind pihustatakse pesuainega märjaks
- puhastamisel kasutatakse kahte pesulappi, ühe lapiga imatakse pestavalt pinnalt erinevad mustuse jäägid ning teise lapiga kuivatatakse pind täielikult
- lõplik pinna puhastamine värvimiseks teostatakse töötavas värvikambris (võimalusel vähendatud õhuvahetusel)

Vahetult enne värvimist puhastatakse värvitav pind **vahalapiga**, mille ülesanne on eemaldada värvitavalt pinnalt viimased väikesed tolmuosakesed.

Nõuanded vahalapiga puhastamiseks:

- kasutada tuleks vahalappi, mis ei jäta puhastatavale pinnale ja kätele keemilisi jääke, ehk mille kleepuvus ei ole väga suur
- vahalapiga puhastades puhuge alati pinnale suruõhku - lapi ja pinna vahel, nii väldite lapi võimalikku kleepumist pinna külge

Värvitava pinna puhtust kontrollitakse visuaalselt. Värvitav pind ja ka külgnevad, kaetud pinnad, peavad olema hoolikalt puhastatud enne värvimist.

Näited hästi ja halvasti puhastatud pinnast.

Foto 68*– Kvaliteetselt puhastatud aluspind*

Foto 69 *– Ebapiisavalt puhastatud aluspind, nähtav tolm*

5.5.5 Maalri tööriietuse puhtus

Maalri riietuse puhtus on oluline, kuna see on üks tegur kvaliteetse värvipinna saavutamisel. Kirjutamata reegel on, et eeltööalal ja värvikambris kasutatakse erinevaid riietusi.

Värvimiskambris kasutatavad maalriülikonnad on ühekordsed või korduvkasutatavad. Korduvkasutatavad ülikonnad on tavaliselt valmistatud hingavast polüestrist ning on silikooni ja ebemevabad.

Vaadake moodul 2.2. Isikukaitsevahendid.

Foto 70– *Sobiv tööriietus ja kaitsevahendid eeltööks*

Foto 71 – *Sobiv tööriietus ja kaitsevahendid värvimiseks*

5.5.6 Isikukaitsevahendite kontrollimine

Värvimistöödel kasutatavad isikukaitsevahendid:

- respiraator, soovitusliku kaitseklassiga A2P3
- kaitseprillid silmade kaitseks
- silikooni ja ebemevaba kapuutsiga maalriülikond
- turvakingad soovitusliku turvaklassiga S2 või S3
- ühekordsed nitriilkindad

Vaadake lisaks moodul 2.2 Isikukaitsevahendid.

Isikukaitsevahendite kontrollimine:

- **Respiraator** – kontrollitakse kehtivusaega, mis on märgitud filtritele, kasutamisel peab hingamine olema normaalne ning ilma ”värvi” lõhnata.
- **Kaitseprillid** – klaasid peavad olema puhtad ja kriimustuste vabad.
- **Maalriülikond** – peab olema puhas tolmust ja rebendite vaba.
- **Turvakingad** – peavad olema mehaaniliste rebendite vabad ja tolmust puhtad.
- **Nitriilkindad** – peavad olema mehaaniliste rebendite vabad.

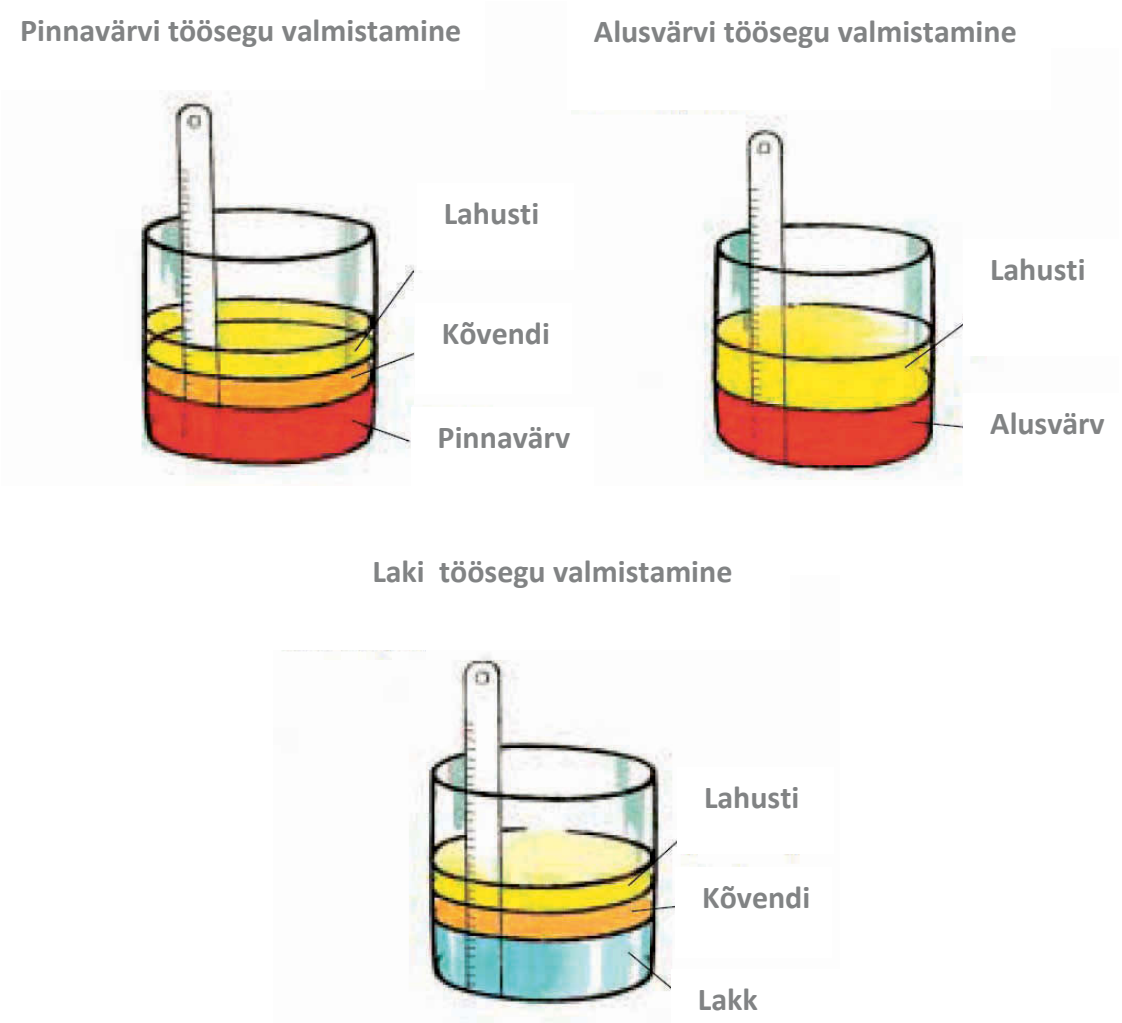
5.6 Osaline ja täielik värvimine

Kohtvärvimine. Detaili värvimine. Auto täielik värvimine.

Õpiväljund: Õpilane oskab teostada auto värvimist, nii kohtparandusena, osalise värvimisena kui ka terve auto värvimisena. Tunneb auto üleni värvimise tööjärjekorda.

Enne värvima asumist on vaja valmis segada autole sobiv värv, sellel peatusime juba paar peatükki eespool. Vahetult enne värvima hakkamist segatakse alusvärv lahustiga ja pinnavärv või lakk kõvendiga ning vajadusel lisatakse lahustit või lisandaineid.

Värvimiseks segatakse komponentidest kokku üks või mitu alljärgnevatest värvimaterjalide töösegudest:



***Joonis 7**– Värvi komponentidest töösegu valmistamise kolm peamist varianti*

Vaadake lisaks peatükist 5.3 Värvi segamine.

Vaadake lisaks peatükist 3.5 Värvimaterjalide üldinfo.

Auto värvimistööde planeerimisel on soovitatav kõigepealt selgeks teha, kui suurt ala on tarvis ja võimalik värvida. Palju sõltub vigastuse suurusest ja selle asukohast. Vastavalt värvimist vajava ala suurusele eristatakse kolme liiki värvimistöid:

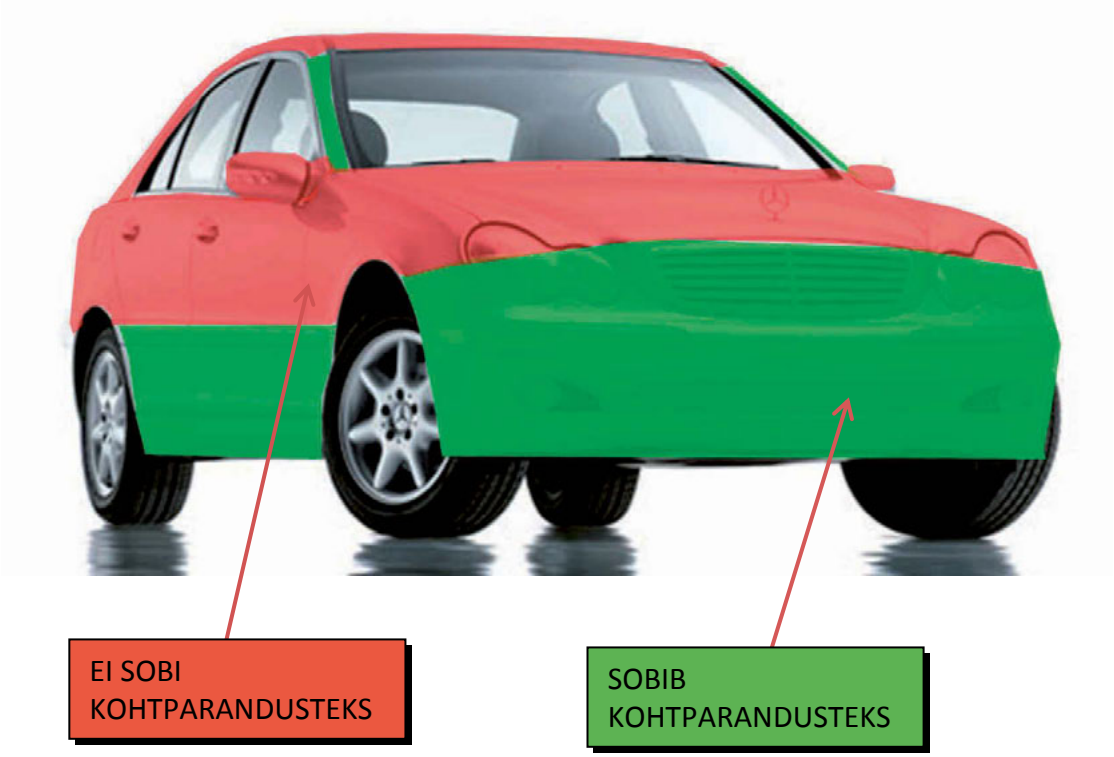
- **Kohtvärvimine** *(i. spot repair)* – värvitakse detail osaliselt.
- **Osaline värvimine** *(i. partial respray)*– värvitakse detail või detailid täielikult.
- **Täielik värvimine** *(i. full respray)*– värvitakse sõiduki kõik detailid e. auto üleni.

5.6.1 Kohtvärvimine

Värvitakse (ja lakitakse) detail osaliselt, remonditav ala piirdub ca. A4 lehe suurusega.

Millal on võimalik kasutada kohtvärvimissüsteemi?

- kui värvkatte vigastuse suurus on üldjuhul kuni 3 cm
- vigastused, mis on kas väiksed ebatasasused (mõlk), kriimustused, kivitäkked vms
- kui vigastus on vertikaalsetel pindadel
- kuni 2 vigastust detaili kohta (olenevalt detaili suurusest)



***Joonis 8**– Kohtparanduseks sobivad ja ebasobivad alad*

Erinevatel värvisüsteemide tootjatel on kohtvärvimise protsess mõningate erisustega.

Enne kohtvärvimiste teostamise alustamist on kindlasti vajalik läbida koolitus vastava värvitarnija koolituskeskuses.

***Foto 72** – Selline vigastus sobib kohtvärvimiseks*

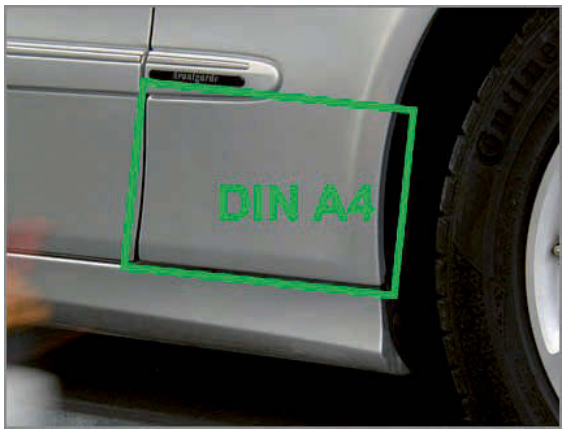


***Foto 73** – kogu remont peaks piirduma ca. A4 suuruse alaga*

Kohtvärvimise teel remonditav ala peaks jääma lõpliku remondina ca. A4 paberilehe suuruseks. Suuremate remontide korral kaob ära kohtvärvimise efektiivsus ja lihtsam on värvida detail üleni, kuna vajatakse juba suuremaid tööriistu ja erinevat lähenemist tööprotsessile.

Allpool on toodud tööetappide järjekord kohtvärvimisel:

- Vigastuse kindlakstegemine – kas sobib kohtvärvimiseks või mitte
- Puhastamine
- Eelpoleerimine
- Pinna ettevalmistus kruntimiseks
- Kruntimine (kasutades miniatuurset värvipüstolit) ja kuivatus (IR-kuivatus)
- Pinna ettevalmistus värvimiseks (kasutades miniatuurset lihvmasinat)
- Värvimine ja lakkimine (kasutades miniatuurset värvipüstolit)
- Hajutamine värvile (2K pinnavärv) või lakile spetsiaalse hajutusvedelikuga
- Defektide eemaldamine ja lõplik pinna poleerimine

Kohtvärvimise tööetappide illustratsioon alates alusvärviga värvimisest:

***Foto 74** – Pihustatud alusvärvi kuivatus õhuga*

***Foto 75** – Pihustustolmu eemaldus vahalapiga*

***Foto 76** – Laki pihustamine pinnale ja laki hajutus*

***Foto 77** – Laki kuivatamine IR-kuivatiga*

***Foto 78** – Defektide eemaldus miniatuurse lihvijaga*

***Foto 79** – Pinna poleerimine miniatuurse poleermasinaga*

***Foto 80** – Auto poritiib on jälle sama hea kui enne ja seda kiiresti ning väikese materjalikuluga*

OLULINE! 3-kihiliste värvide korral ei tohiks üldjuhul kasutada kohtvärvimissüsteemi!

Värvimaterjalide pihustamine kohtvärvimisel

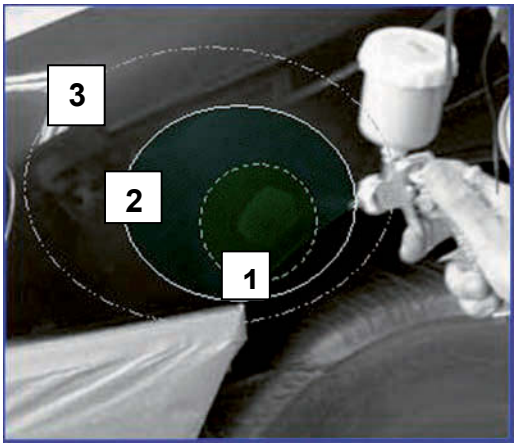


***Foto 81** – Kohtvärvimist tuleb teostada laienevate kihtidena*

1. **Värvitav piirkond**
2. **Lakitav piirkond**
3. **Laki hajutatav piirkond**

Kohtvärvimise põhilised erinevused võrreldes kogu detaili värvimisega.

- Detaili ei demonteerita sõiduki küljest (näiteks kaitseraud).
- Värvimistsükli väike ajakulu (ca 1,5 tundi olenevalt vigastusest).
- Tööd saab teostada spetsiaalsel alal kus on ventilatsioon ja kogu vajalik tehniline varustus.

Milline vigastus on sobilik kohtvärvimiseks?

Ei ole sobilik kohtvärvimiseks

Foto 82

On sobilik kohtvärvimiseks

Foto 83

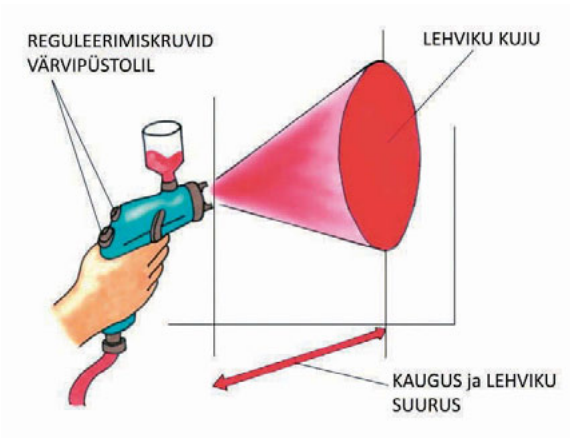
Kuna kohtvärvimisel töödeldakse väikesemõõtmelisi piirkondi, siis kasutatakse ka võimalikult väikesemõõtmelisi, vahest lausa miniatuurseid tööriistu, nagu käsilihvimisklotsid, ekstsentriklihvija ja värvipüstol.

Kõik pealekantavad materjalid kuivatatakse infrapunakuivatiga (IR) tööetappide kiireks teostamiseks. Kasutatavad värvimaterjalid valitakse võimalikult kiire kuivamisega – kiired kõvendid ning lahustid krundi- ja lakisegus, kasutakse ka kuivamist kiirendavaid lisandeid lahustite asemel.

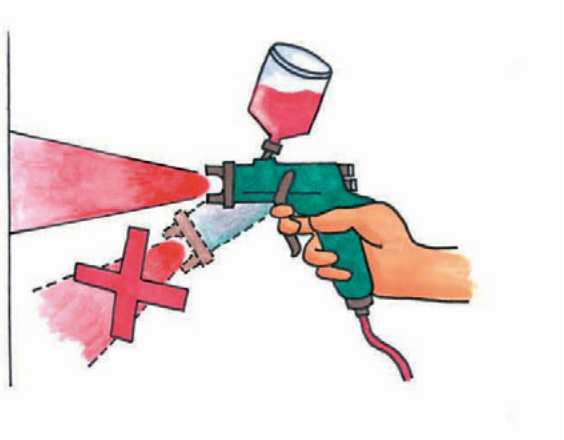
5.6.2 Detaili värvimine

Enne värvimistööga alustamist tuleks teha tutvust värvimise põhilise tööriista – värvipüstoli, kasutamisega.

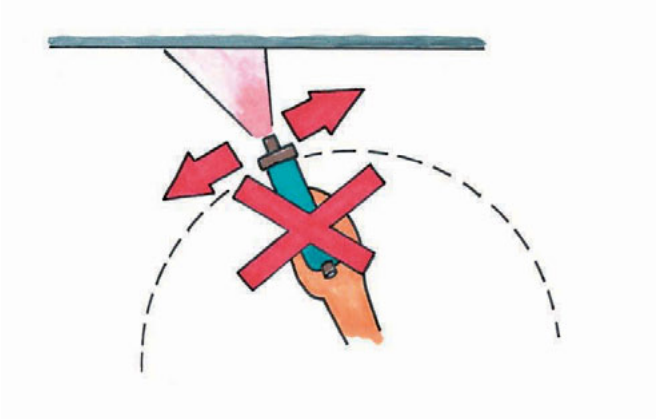
Värvipüstoli kasutamisel on paar väga olulist põhiprintsiipi, tutvustame neid siinkohal illustratiivselt:

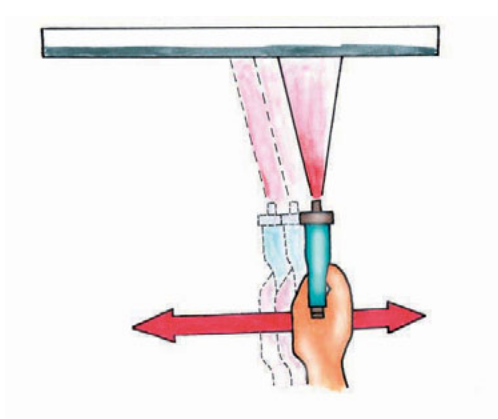


Peamised muutujad värvi pihustamisel



Pihustamisel ei tohiks püstolit üles-alla ega külgedele kallutada,





Oluline on pihustada värvi alati nii et pihustuslehvik oleks pinnaga paralleelselt ja töötempo oleks ühtlane

***Joonis 9** –Peamised parameetrid ja reeglid värvipüstoliga värvimisel e. värvi pihustamisel*

Peamised parameetreid, mida saab värvipüstoli reguleerkruvidest muuta, on värvimaterjali pealevoolu kogus, värvipüstoli tööröhk, lehviku suurust ja kuju. Värvipüstoli kaugust pinnast, töö kiirust ning kihtide ülekatet reguleerib automaaler käe liikumise muutmisega.

Vaadake lisaks peatükk 2.3 Materjalide pealekandmise vahendid.

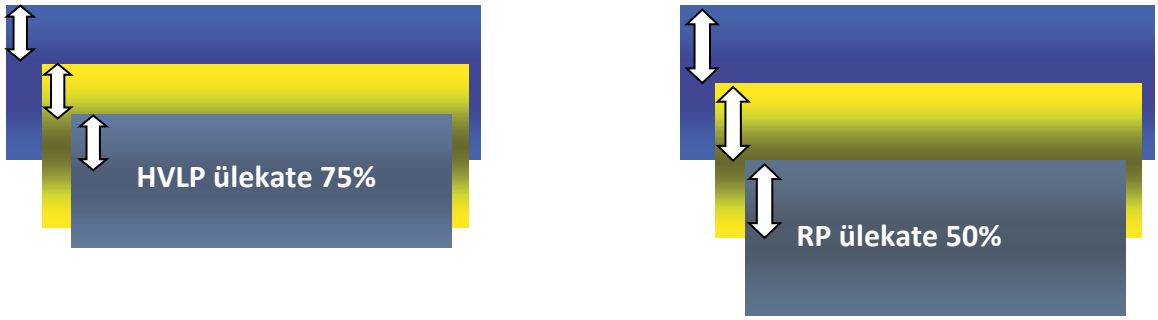
Osalise värvimise korral värvitakse (ja lakitakse) detail või detailid üleni, detaili pindadele ei tehta lakihajutusi.

Meetodit kasutatakse juhul, kui kohtvärvimine ei ole otstarbekas, mis tähendab, et detailil on suuremad vigastused, kui A4 suurune pind. Samuti juhul, kui ka väiksema vigastuse korral puudub kohtvärvimiseks vajalik piirkond hajutuse teostamiseks.

Võimalusel kasutatakse auto osalisel värvimisel hajutamismeetodit. Hajutuse võib teha nii **detaili sisse** e. detail värvitakse osaliselt ja lakitakse üleni või **külgnevatele detailidele** e. värvitakse terve detail või detailid ning hajutatakse värv külgnevatele detailidele, seejärel lakitakse nii detail, mis värviti üleni kui ka külgnevad hajutatud värviga detailid.

Hajutamine on vajalik võimalike värvuse erinevuste elimineerimiseks värvitava ja külgneva detaili vahel.

Pinna ühtlaseks katmiseks tuleb värvipüstolit liigutada korrapäraselt ja hoida seda detaili pinnaga paralleelselt, olgu siis tegu horisontaalse, vertikaalse või kumera pinnaga. Täiuslike tulemuste saavutamiseks peaksid värvipüstoli **töökäigud** olema **ülekattega** 75% HVLP värvipüstolitel, (50% konventsionaalsetel värvipüstolitel). Ülekatte tihedus sõltub ka värvipüstoli tüübist ja lehviku ühtlusest.



***Joonis 10** – Värvimise töökäikude ülekate erinevate värvipüstoli tüüpide korral*

Õige ülekattega töökäikude järgimine võimaldab:

- säästa aega
- saavutada ühtlast kihipaksust ja vältida värvi „jooksmist“
- saavutada ühtlane värvitud pind

Kasutatavad krundid, värvid ja lakid ning nendele lisatavad kõvendid ja lahustid valitakse vastavalt värvitavate detailide pindalale ja värvikambris olevale töötemperatuurile. Mida suurema pindalaga on detail ja kõrgem ümbritsev temperatuur (näit. kesksuvel), seda aeglasemaid kõvendeid ja lahusteid soovitatakse kvaliteetse lõpptulemuse saavutamiseks kasutada ja vastupidi.

Auto või detailide täieliku värvimise korral kasutatakse tavamõõtmetes tööriistu ja värvipüstoleid.

Vaadake lisaks peatükk 2.3 Materjalide pealekandmise vahendid.

Detaili värvimise näide – liikumine alt-üles

***Fotod 84, 85** – Alustage värvimist detaili alaosast, nii väldite kuiva pihustustolmu sattumist veel värvimata pinnale*

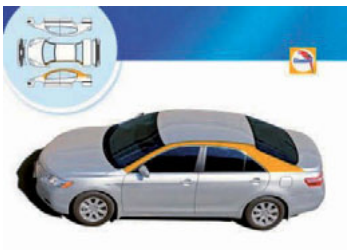
***Fotod 86, 87** – Jätkake, liikudes üles ja pöörake erilist tähelepanu pealmiste pindade viimistlemisele*

5.6.3 Auto täielik värvimine

Auto täielik värvimine ei erine oluliselt detaili või detailide värvimisest. Kasutatavad töömeetodid ja tööriistad on samad, mis osalisel värvimisel. Soovitatav on kasutada alati aeglaseid kõvendeid ja lahusteid, saavutamaks ühtlaselt siledat (struktuurivaba) värvipinda.

Oluline on teha enne värvimise alustamist plaan, millises järjekorras auto detailid värvitakse ja milline on töötaja liikumissuund ümber auto. Samuti on oluline teha valmis kogu vajalik kogus värvi ja lakki.

Allpool on toodud võimalik tööjärjekord:



1. Vasak katuseäär

2. Katuse vasak osa

3. Katuse parem osa

4. Parem katuseäär

5. V. Kaitserauaosa ja tiib

6. Vasak tagauks

7. Vasak esiuks

8. V. Esitiib ja kaitserauaosa

9. Kapoti ja kaitseraua vasak osa

10.Kapoti ja kaitseraua parem osa

11.P. Esitiib ja kaitserauaosa

12. Parem esiuks

13. Parem tagauks

14. P. tiib ja kaitserauaosa

15. Tagaluuk ja kaitseraud

Joonis 11

Foto 88 *– Alusvärviga üleni värvitud auto*

Foto 89 *–Üleni lakitud auto*

5.7 Hajutamine

Värvi hajutamine. Laki hajutamine.

Õpiväljund: Õpilane oskab teostada lihtsamaid värvi ja laki hajutamistöid. Tunneb hajutamise põhimõtteid ja selle töö juures kasutatavaid erivahendeid ning materjale.

Värvi hajutamine tähendab värvuse sujuva ülemineku tekitamist detaili sees või ühelt detaililt teisele, mis ei ole silmaga eristatav. Tänapäeva, keeruliste komponentidega, kahe- ja enamakihiliste värvide kasutamise tõttu autotehastes peab automaaler oskama veatult kasutada hajutustehnikaid.

Värvi hajutamine jaguneb kahte põhirühma:

- Hajutamine detaili pinna sees
- Hajutamine värvitava detailiga külgnevatele kereosadele

Olenevalt remontvärvisüsteemi tootjast ja kasutatavast värvitehnoloogiast on hajutustehnoloogia erinev, aga eesmärk on kõigil tootjatel sama – saavutada silmaga nähtamatu värvi üleminek.

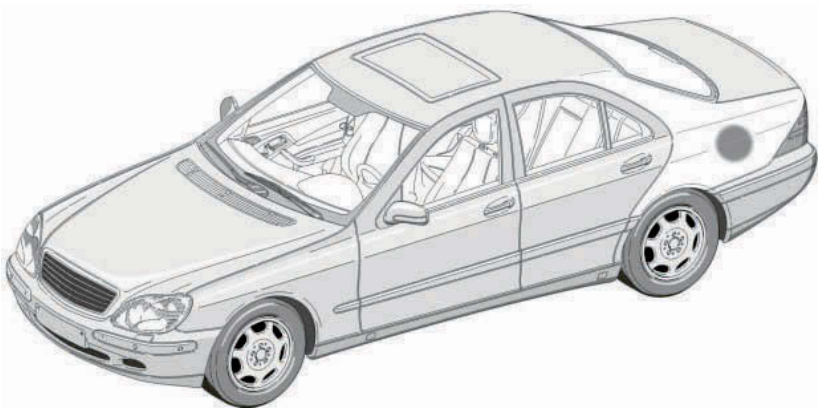
Hajutus on nõudlik töö osa ning seetõttu soovitame enne hajutamist osaleda oma töökoja värvitarnija poolt korraldatavatel vastavatel kursustel.

Kõigil värvitootjatel on saadaval vesipõhiste alusvärvide hajutamist hõlbustav nn. ”hajutusaine” (Color Blend, Blending Clear, Blending Base jne.), mis lihtsustab sujuva hajutuse teostamist ja on toodetud värviga sarnaste koostisainetega, kuid ilma pigmendita. Tegemist on läbipaistva ainega, mida pihustatakse enne värvimist värvi hajutusalale. Aine tagab metallikvärvi efektpigmendi osakeste ühtlase paigutumise värvipinnas, mistõttu ei teki hajutusalale pilvisust, halle rante jne. Märg aluspind laseb nimelt metallikuteral pöörduda gravitatsiooni mõjul nii, et efekt jääb ühtlane.

Kui vastavat ainet ei kasutata, siis on suur tõenäosus pilvisuse ja hallide rantide tekkeks hajutusalal.

5.7.1 Värvi hajutamine

Näide tööetappidest hajutamisel detaili sees, antud näites tagatiival.



Joonis 12

Tagatiival on vigastus, mis on krunditud ja lihvitud (tume ala) ning ülejäänud tiib on lihvitud peene karedusega abrasiiviga, mis tagab laki nakkuvuse (hele ala).
Näiteks 3M Trizact 1000, Mirka Abralon 1000 jne.

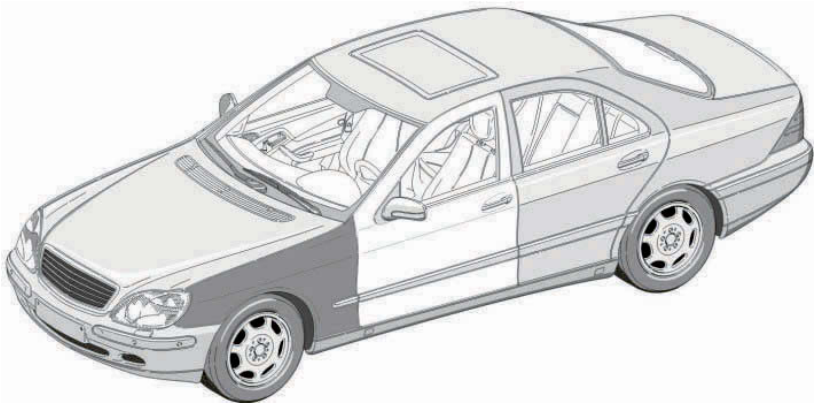
Esmalt pihustatakse ”heledale alale” hajutusaine, seejärel kantakse madaldatud rõhuga üks, kaks või kolm õhukest kihti värvi krunditud alale kuni krunditud ala on värvikihiga kaetud.

Jälgida tuleb, et pihustuskihid lõpetataks võimalikult sujuva üleminekuga vanale värvikihile, et ei tekiks tumedaid rante. Olenevalt värvisüsteemi tootjast pihustatakse värvikihid suunaga seest välja või väljast sisse. Peale värvikihi kuivamist pihustatakse pinnale lakikiht.

Uuemat tüüpi **ühe töökäigu veepõhiste alusvärvide hajutamisel** (näit. Standox STANDOBLUE) toimitakse teisiti. Kõigepealt tehakse sujuva liigutusega hajutus soovitud kohta kergelt madaldatud survega ning seejärel värvitakse kohe, ilma vahekuivatuseta, detaili see osa, mis vajab värviga katmist. Nii välditakse ülepihustuse tekkimist ja saavutatakse ideaalne tulemus ühe korraga.

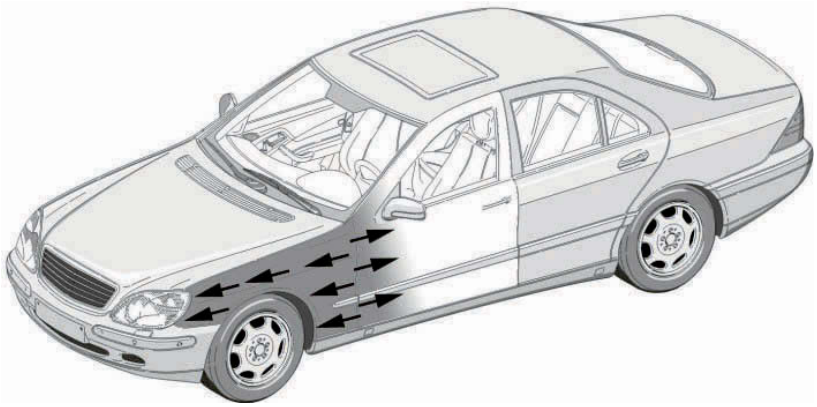
Järgige hajutamisel täpselt Toodete Tehnilist Kasutusjuhendit!

Näide tööetappidest hajutamisel külgnevale detailile, antud näites esitiivalt esiuksele.



Joonis 13

Esitiib on krunditud ja lihvitud ning esiuks on lihvitud peene abrasiiviga, mis tagab laki nakkuvuse (hele ala). Näiteks 3M Trizact 1000, Mirka Abranet 1000 jne. Esmalt pihustatakse esiuksele hajutusaine.



Joonis 14

Seejärel pihustatakse värv esitiivale ja teostatakse madaldatud rõhuga hajutus uksele. Jälgida tuleb, et hajutuse pihustuskihid lõpetataks võimalikult sujuva üleminekuga vanale värvikihile, et ei tekiks tumedaid rante. Peale värvikihi kuivamist pihustatakse detailidele lakikiht.

Uuemat tüüpi **ühe töökäigu veepõhiste alusvärvide hajutamisel** (näit. Standox STANDOBLUE) toimitakse teisiti. Kõigepealt tehakse ülemineku kohale sujuva liigutusega hajutus kergelt madaldatud survega ning seejärel värvitakse kohe, ilma vahekuivatuseta detaili see osa, mis vajab värviga katmist. Nii välditakse ülepihustuse tekkimist ja saavutatakse ideaalne tulemus ühe korraga.

Järgige hajutamisel täpselt Toodete Tehnilist Kasutusjuhendit!

1-kihilise pinnavärvi kasutamisel on mõlema hajutusmeetodi jaoks sobivaim viis lakiga katmine ehk värvitakse pinnavärviga õhukeste kihtidena kuni saavutatakse katvus ja seejärel lakitakse kogu detail(id).

Kolme- ja enamakihiliste värvide hajutamise korral on vajalik suhteliselt suur hajutatav pind.

Seetõttu ei saa teostada veatut tulemust detaili sees, üldjuhul on vaja kaasata külgnev detail või isegi kaks külgnevat detaili, olenevalt detailide suurusest ja värviretseptuurist. Olenevalt tootjast võib hajutuse tehnoloogia olla erinev. Kolmekihi-värvide hajutamine on eriti nõudlik automaalri töö osa ning seetõttu soovitame enne seda tüüpi töödega alustamist osaleda kindlasti oma töökoja värvitarnija poolt korraldatavatel vastavatel kursustel.

Selle raamatu mahus kolmekihi alusvärvide hajutamise täpset tehnoloogiat ei kirjeldata.

5.7.2 Laki hajutamine

Laki hajutamist kasutatakse enamasti remonditava auto C- ja D- piilari lakkimisel, kui katuse ja piilari vahel pole katteliistu, tehnoloogilist valtsi vms.

Laki hajutust kasutatakse ka väga keeruliste värvuste korral, kui detaili täielikul ülelakkimisel võib tekkida laki paksusest tingitud optiline erinevus lakitud ja kõrvaloleva detaili efekti vahel.

Lakkide hajutamisel kasutatakse orgaaniliste lahustite baasil valmistatud spetsiaalseid **hajutuslahusteid**. Hajutuslahusteid on tehnoloogiliselt kahte tüüpi. Ühte tüüpi hajutuslahustitega teostatakse hajutus lihvitud pinnale ja seejärel peale laki kuivamist pind poleeritakse. Teistega teostatakse hajutus läikivale pinnale ja poleeritakse vaid vajadusel. Pinna ettevalmistamisel hajutamiseks kasutatakse abrasiive P2000-4000, millest P2000-2500 tagavad kahe kihi vahelise mehaanilise nakkuvuse ja P3000-4000 nn. ”keemilise nakkuvuse”, ehk siis puhastavad ja valmistavad pinna ette hajutuslahusti imendumiseks. Mõnel juhul pole abrasiivide kasutamist üldse ette nähtud ja hajutusala valmistatakse ette vaid poleerpastaga üle poleerides. Hajutusprotsesside spetsiifilisuse tõttu on soovitav enne hajutamistööde teostamist osaleda värvitarnija vastavatel kursustel.

5.8 Värvikahjustuste hindamine ja kõrvaldamine

Sõiduki üldine ülevaatus. Remonditava ala ülevaatus. Remondiprotsessi valimine.

Õpiväljund: Õpilane oskab hinnata värvikahjustusi ja tunneb nende kõrvaldamise tehnoloogiat.

Värvikahjustuste hindamise ja kõrvaldamise eesmärk on õigete remondiprotsesside valimine.

Tänapäeval on äärmiselt oluline valida kiireim ja kvaliteedinõuetele täpselt vastav tööprotsess, sest remondile kuluv aeg on üks olulisemaid faktoreid remonditöökoja jätkusuutlikkusel.

Enne värvikahjustuste hindamise alustamist tuleb kogu sõiduk korralikult pesta, sest määrdunud sõidukit ei ole võimalik adekvaatselt hinnata ning väiksemad vigastused, nagu kriimud, mõlgid, praod ja kivitäkked, jäävad visuaalselt märkamatuks.

Vaata lisaks peatükk 5.9 Poleerimine.

5.8.1 Sõiduki üldine ülevaatus

Sõiduki üldine ülevaatus koosneb kogu sõiduki visuaalsest vaatlusest ja leitud vigastuste ning värvkatte seisukorra ülesmärkimist ülevaatuslehele ning vigastuste pildistamisest. Pildistamisel on oluline haarata kaasa detailid, mille abil on võimalik hiljem tuvastada pildistatud detaili asukoht autokerel ja vigastatud ala suurus. Kogu sõiduki visuaalse ülevaatuse eesmärgiks on remontimist vajavate kahjustuste ning ka kõigi teiste, kaasa arvatud töö tellimuses mittemärgitud, kahjustuste fikseerimine. Kõik vigastused ja kahjustused tuleb üles märkida ning sellest teavitada remondiettevõtte vastutatavat töötajat, kes teeb edasised otsused töö tellimuses mittesisalduvate vigastuste osas.

Auto üldine ülevaatus annab värvitöökojale hea võimaluse lisatöö hankimiseks.

.

5.8.2 Remonditava ala ülevaatus

Millele tuleks tähelepanu pöörata remonditavat ala üle vaadates? Eesmärk on hinnata sõiduki kere värvkatte vigastuste iseloomu ja suurust, millest lähtuvalt määratakse remondiprotsess vastavalt tehnoloogiale ja kvaliteedinõuetele. Selleks tehakse kindlaks, kas autokerel esineb järgmisi vigastusi:

- Korrosioon
- Mõlgid
- Kivitäkked
- Kriimustused
- Kas on hiljuti tehtud värvkatte remonti
- Millised on aluspinnad (selle materjal), millise kujuga see on, kas aluspinnad on remondiks piisavalt tugevad ja stabiilsed või on vaja kogu detail(d) välja vahetada
- Kas on võimalik kasutada hajutusmeetodit
- Kas on võimalik detail osaliselt värvida, kasutades ära detailil olevaid iluliiste, valtse jne
- Tuleb tuvastada värvitoon, kasutades erinevaid värvitooniotsingu tööriistu vastavalt sõidukile kantud värvikoodi või tehasetähise järgi
- Ülevaatuse käigus tuleks määratleda parandustöö ligikaudne maht, täpne tööde maht selgub remondikalkulatsiooni koostamisel

Remonditava ala ülevaatuse käigus määratakse alusmaterjalid, detaili(de) vahetusvajadus, töömaht, ja tehnoloogiad, mida parandustöödel kasutada.

Kahjustusi remontides tuleb hoida detaili töödeldav pindala võimalikult väike, et oleks vajadusel võimalik kasutada hajutusmeetodit. Võimalusel tuleks ära kasutada detailil(del) olevaid valtse, iluliiste jne.

5.8.3 Remondiprotsessi valimine

Vastavalt vigastuste iseloomule tuleb määrata remondiprotsess.

Värvimisel on kasutusel neli põhilist protsessi: kohtvärvimine, detaili osaline värvimine, detaili värvimine, täielik värvimine.

Need protsessid on täpsemalt kirjeldatud peatükis 5.6 Osaline ja täielik värvimine.

Foto 90 *– Töökotta saabunud auto korrektne ülevaatus on hilisemate probleemide vältimise aluseks*

5.9 Poleerimine ja värvipinna lõppviimistlus

Värvimisvigade eemaldamine ja poleerimine. Kogu auto poleerimine. Lõppviimistlus.

Õpiväljund: Õpilane omab põhiteadmisi auto värvipindade poleerimisest ja lõppviimistlusest ning ülevaadet poleerimisel ning lõppviimistluse juures kasutatavatest materjalidest ja nende kasutus-otstarbest.

Poleerimine – mida see endast kujutab? Tundub lihtne küsimus, kuid tegelikult peitub selle sõna taga mitmeid, erinevatel põhjusel ja erinevate meetoditega teostatavaid tööprotsesse.

Kui otsida näiteks kuulsast Webster-i sõnaraamatust, mida tähendab „Poleerimine“, siis leiame sealt järgmise seletuse: "Poleerimine on protsess, mida kasutatakse läike andmiseks pinnale ning, mis dekoreerib ja kaitseb pinda."

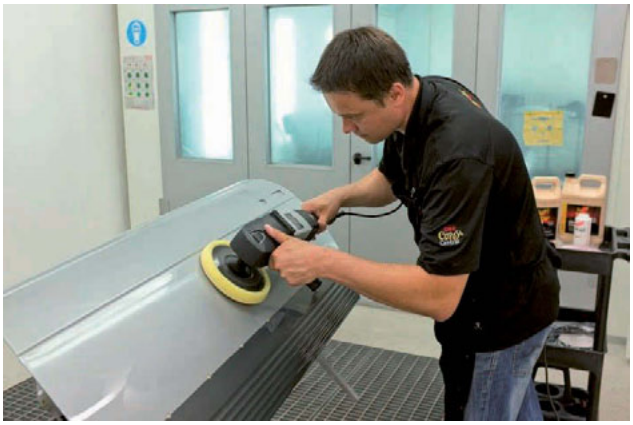


***Foto 91** - Poleerimine defektide eemalduseks peale värvimist*

***Foto 92** - Kogu auto poleerimine värvipinna taastamiseks*

Poleerimine on automaalri töö üks paratamatuid, kuid vajalikke osi ning vajadus „poleerimise“ järgi tekib tavaliselt alljärgnevatel juhtudel:

- Värvi hajutuskohtade ja üleminekute viimistlemine.
- Värvitud detaili kõrvaloleva detaili läike taastamine toonisobivuse tagamiseks.
- Värvimisdefektide (tolmuosakesed, värvijooksud, kuiv või struktuurne pind jms.) kõrvaldamine.
- Vana värvkatte defektide (oksüdeerunud pind, bioloogiline kahjustus jms.) kõrvaldamine.
- Auto üldise väljanägemise parandamine.

Tulenevalt täpsete vastete puudumisele ingliskeelsele poleerimisalasele sõnavarale on arusaam sellest, mida täpselt tähendavad sõnad „poleerimine“, „poleerimispasta“, „poleerpasta“, „lihvimispasta“, „vaha“ jne. üsnagi udune ja vajab seetõttu pisut täpsustamist.

Küsimus: "Mis on vahet poleerimispastal, lihvimispastal ja poleerival vahal?" tekitab aeg-ajalt ka professionaalses automaalris üksjagu segadust. Paljud tootjad turustavad oma vahasid ja värvipinna kaitsevahendeid, nimetades neid *„Polish“*-iks ja see tõlgitakse eesti keelde kui poleerimispasta ning seetõttu arvatakse tihti, et vahet polegi - kõik ongi üks poleerimispasta. Asjatundjad teavad aga, et tegu on täiesti erinevate ainete ja erineva kasutusotstarbega toodetega.

Veelgi suurem segadus on poleerimise esimese tööetapi (defektide eemaldamise) ainete ja teise tööetapi (pinna läike taastamise) ainete nimetustega. Vahel nimetatakse mõlema tööetapi korral kasutatavaid aineid poleerimispastadeks, vahel jälle esimeses etapis kasutatavaid poleerimispastasid lihvimispastadeks. Lisaks kasutatakse ka väljendeid: jämepoleerimine ja peenpoleerimine jne.

Selle raamatu autorid ei pretendeeri küll absoluutsele tõele, kuid üritavad, kasutades oma erialaseid teadmisi ja kogemusi, tuua selgust „poleerimise salapärasesse maailma“.

5.9.1 Poleerimise ja lõppviimistluse tööetapid

Püüame lihtsalt lahti seletada värvipinna poleerimise ja lõppviimistluse tööetappide ja kasutatavate ainete ning vahendite olemust ning kirjeldada igat tööetappi eraldi. **Värskelt värvitud** autolt defektide eemaldamine ja **vana värvipinna** taastamine ning kaitsmine erinevad üksteisest oluliselt ja esmapilgul tunduvad olevat kaks täiesti erinevat maailma, tegelikult on nad siiski hämmastavalt sarnased.

Värvipinna viimistluse 5 tööetappi:

- Tööetapp 1 - Pesu *(i.washing)*
- Tööetapp 2 - Värvipinna puhastamine ja defektide eemaldamine *(i.cleaning and defect removal)*
- Tööetapp 3 - Viimistluspoleerimine *(i. polishing)*
- Tööetapp 4 - Värvipinna kaitsmine/vahatamine *(i. surface protecting/waxing)*
- Tööetapp 4 - Värvipinna hooldamine *(i. detailing)*

Tööetapp 1 - Pesu

See on väga oluline tööetapp ja tihti tundub, et sel pole värvipinna viimistlusega mingit otsest seost. Tegelikult saab pesu ära jätta vaid värskelt värvitud auto värvipinna viimistlemisel ja ka siis on sõiduk kindlasti pestud töökotta saabumisel ja enne värvimist. Vana värvipinna taastamise korral on pesu aga väga oluline etapp selleks, et hilisem defektide eemaldus, poleerimine ja viimistlus õnnestuksid.

Foto 93 *- Auto eelpesu pesuaine ja survepesuriga*

Foto 94 *- Auto pesu neutraalse pesuaine ja mikrokiudkindaga*

Soovitame pesemiseks kasutada ainult autode pesemiseks ette nähtud kindla kvaliteediga, neutraalse pH tasemega pesuaineid, lahustatuna õiges vahekorras veega. Väide „mida rohkem vahtu, seda parem pesuaine“ ei pea tegelikult paika – eelkõige oleneb pesuaine tõhusus keemilisest koostisest ja aines sisalduvate emulgaatorite omadustest, just need tõstavad mustuse pinnalt lahti ja võimaldavad selle pindu vigastamata veega maha uhuda.

Pesemisvahendiks võiks valida kas pehme harja või veelgi parem – **mikrokiust** pesukinda või mopi. Vältida võiks pesusvamme, sest mustus jääb nende pinna pooridesse kergesti kinni ja selline svamm kraabib pestes hõlpsasti auto värvipinda. Vältima peaks ka liigset survepesuri kasutamist, sest liiga tugev veesurve eemaldab pinnalt ka seal olnud kaitsekihi ja halvemal juhul võib värvipinda isegi vigastada. Kui enne auto pesemist kasutati pigieemaldusaineid, siis on väga oluline pinnad kindlasti neutraalse pesuainega üle töödelda, et eemaldada pigieemalduseainest pinnale jäänud õline aineosa.

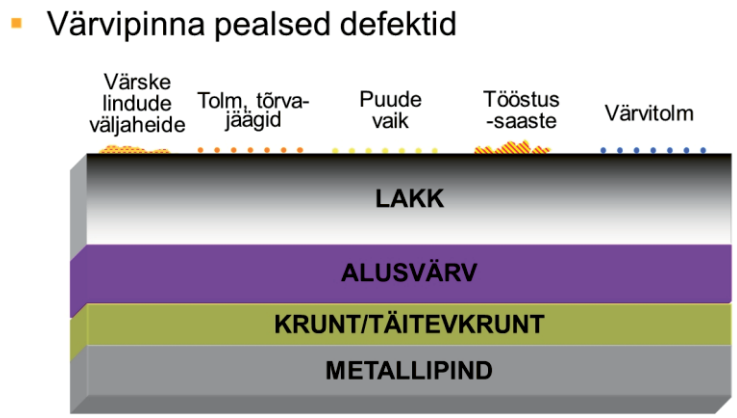
Pesuainega pesemisel kasutage kindlasti pesuämbri põhjas resti, mis võimaldab mustusel põhja langeda nii, et pesukinda loputamisel ämbri põhja settinud mustus uuesti pesuainega ei seguneks ning pesukindale ei satuks.

Tööetapp 2 - Värvipinna puhastamine ja defektide eemaldamine

Värvipinna vigastused e. defektid jagunevad kolme gruppi:

- Vana värvi korral **pinna peale** kinnitunud keskkonnalaste.
- Vana värvi **pinna sees** olevad defektid nagu kivitäkked, kriimustused, sööbinud plekid, pesuharjade jäljed ja pöörised („hologrammid“).
- **Värvimisprotsessi jooksul** või kohe peale seda tekkinud pinna defektid („jooksud“, „apelsinikooreefekt“, kuivad alad, värvi üleminekud ja tolmutäpid.

Nii pesu kui ka värvipinna puhastamise eesmärk on eemaldada värvkatte pinnalt sinna kinnitunud mustus (nt. lindude väljaheide, tõrvatäpid, vahajäägid, tolm), keskkonnasaaste ja värvikihile tekkinud oksiid, mis takistavad poleerimispastade toimimist või mõjuvad abrasiivselt poleerimispadja ja pinna vahel, tekitades omakorda lisakriime.



Joonis 15 *- Värvpinna pealsed defektid*

Värvipinna pealsete defektide eemaldamine

Puhatussavi. Esimese tööetapina soovitame vana värvipinna korral alati kasutada moodsat abi-vahendit – puhastussavi. Puhastussavi on mitteabrasiivne tükk kõrgtehnoloogilist sünteetilist „savi“, mille korrektne tehniline nimetus on *Polyclay*. Puhastussavi tehnoloogia arenes kui loomulik reaktsioon vajadusele eemaldada oksüdatsiooni ja keskkonnasaastet lakiga kaetud moodsate autovärvide pinnalt ilma lakipinda kahjustamata ja kulutamata ning kasutamata selleks tugevalt abrasiivseid vahendeid. Tulenevalt lakipinna suuremast kõvadusest, võrreldes pigmenti sisaldava pinnavärviga, oli abrasiivtöötlemise tagajärjel jäävate kriimustuste eemaldamine oluliselt vaevalisem, samas võimaldas laki suurem tugevus savi abil eemaldada pinnapealsed defektid ilma pinda vigastamata.

Puhastussavid toimivad lihtsalt, vajalik on kolme töövõtte õiges järjekorras sooritamine:

1) Võtke savi karbist välja ja mudige käte vahel pannkoogilaadseks lapikuks tükiks.
2) Niisutage savi ja töödeldavat pinda pihustatava lubrikandiga (näiteks *Meguiar's Quik Detailer)*.
3) Puhastamiseks nühkige värvipinda savitükiga edasi-tagasi liigutustega üle kogu pinna (nagu nühiksite seebitükki vastu kätt).

Kui töö on valmis, siis mudige „savitükki“ veidi ja murdke seejärel kokku. Pinnale kogunenud mustus surutakse savitüki sisse ning seda saab uuesti kasutada. Puhastussavi on korduvkasutatav ning seda hoitakse kuivamise vältimiseks õhukindlas anumas.

***Foto 95** - Vormi savist ühtlane väike pall*

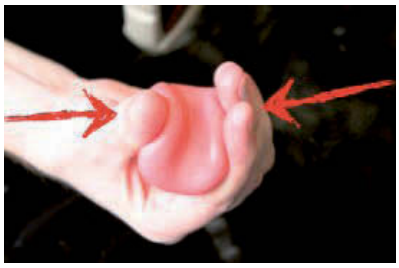


***Foto 96** - Pigista pall lapikuks tükiks*

***Foto 97** - Hõõru tükiga ühtlaselt pinda*

***Foto 98** - Pigista savi uuesti kokku*

***Foto 99** - Pane savi tagasi karpi*

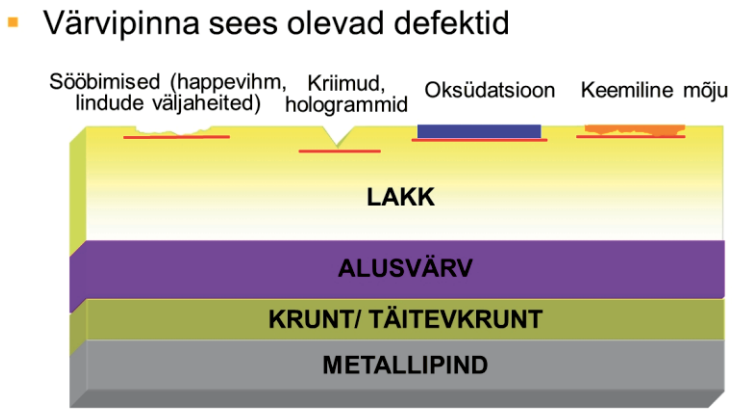
***Foto 100-** Viimistle töödeldud pind*

OLULINE! Kui puhastussavi tükk kukub maha, siis visake see kohe minema, savi pinnale võib kinni jääda liivaterasid, mis uuel kasutamisel kindlasti värvipinda kriimustavad!

Tegelikult vajavad saviga puhastamist enamasti ainult horisontaalpinnad, kuna keskkonnasaaste langeb ja koguneb just sinna ning kui tekkinud saastet teatud aja tagant ei eemaldata, siis tungivad mitmed saasteainete keemiliselt aktiivsed osad sügavale värvipinda ja kahjustavad seda. Eriti rikutud ja hooldamata värvipindade jaoks on näiteks firma *Meguiar´s* välja töötanud kergelt abrasiivse puhastussavi „Agressive Clay“. Peale selle saviga puhastamist vajab värvipind kindlasti viimistlemist poleerimise teel.

On oluline mõista, et kui värvipinnal on rohkelt tugevalt kinnitunud saastet, esineb üsna kindlalt ka värvipinnast allpool asuvaid defekte. Parima tulemuse saavutamiseks on seega vajalik nii puhastussaviga puhastus kui ka abrasiivse poleerimispastaga (lihvimispastaga) töötlemine.

Värvipinnas sees olevad defektid. Alles siis, kui pind on pestud ja pindmised defektid on puhastussaviga eemaldatud, on võimalik hinnata värvipinna sees (e. pinnast allpool) leiduvate defektide olemasolu ja ulatust. Värvipinna läiget vähendavad peamiselt mikrokriimustuste võrgustik, sügavamad kraaped, oksüdatsioon ja agressiivse (abrasiivne, happeline või aluseline) keskkonna mõju.



***Joonis 16** - Värvipinna sees olevad defektid*

Värvipinna sees olevate vigastuste tõttu ei ole võimalik lihtsalt taastada värvipinna siledust ja läiget ning need defektid vajavad abrasiivset eemaldamist. Defektide abrasiivne eemaldamine jaguneb omakorda kahte tööetappi, millest valikuliselt kasutatakse mõlemat või väiksemate defektide korral ainult teist:

1. Vigastuste väljalihvimine spetsiaalsete **viimistlusabrasiividega** (peenlihvkettad, vesilihvpaber), kas käsitsi või lihvmasinat kasutades.
2. Töötlus tugevalt abrasiivse poleerimispastaga e. **lihvimispastaga** *(i. rubbing compound),* kasutades pöörleva tallaga poleerimismasinat *(i. rotating polisher)* ja sobivat lihvimispatja. Alternatiivina kasutatakse pöörleva tallaga poleerimismasina asemel aina enam ekstsentrilist poleerimismasinat (i. *D/A – Dual Action*) koos selle süsteemiga kokku sobivate poleerimispatjade ja – pastadega.

Põhimõtteliselt saab täpselt samal meetodil eemaldada ka **värvimisprotsessi jooksul tekkinud defektid,** nagu jooksukohad, värvi pinna liigne struktuur või „kuiv pind“. Sellised vigastused **eemaldatakse viimistlusabrasiive kasutades**, kuni on saavutatud ühtlaselt sile ja siidmatt pind, millelt pole eristatavad üksikud kriimustused või muud defektid.

Defektide eemaldamiseks kasutatakse erineva suurusega lihvmasinaid ja käsiklotse. Jooksukohtade pinnaga tasaseks lõikamiseks kasutatakse ka tugevdatud kraapimistera, spetsiaalset defektide eemaldamise höövlikest või „kivi“. Olenemata kasutatavatest vahenditest on eesmärk sama – eemaldada defekt pinnalt kiiresti ning riskivabalt, vältides pinnale lisakahjustuste tekitamist.

Kui defektne koht on tasandatud ja lihvitud, siis eemaldatakse värvipinnalt peened lihvimisjäljed, kasutades selleks sobivat **lihvimispastat.** Lihvimispasta on suure abrasiivisisaldusega pasta, mille peamine ülesanne on eemaldada sügavad defektid pinnalt kiiresti ja mille kasutamise järel viimistletakse (täidetakse ja immutatakse) pind lõplikult poleerimispastaga. Lihvimispastat nimetatakse tihti ka jämepoleerimispastaks, kuid see nimetus ei vasta siiski täpselt pasta otstarbele – eemaldada vigastused abrasiivsel teel. Seetõttu eelistavad selle raamatu autorid kasutada sõna „lihvimispasta“, mis väljendab kõige täpsemalt seda tüüpi poleerimispastade kasutusotstarvet ja on ka muudest keeltest tõlgituna korrektsem. Nüüd defekti eemaldamise protsessi etappidest lähemalt.

Viimistlusabrasiivid ja nende kasutamine

Need on väga peene karedusega abrasiivid erineva kuju ja erineva suurusega, mis on enamasti välja töötatud spetsiaalselt värvipinna viimistlemiseks enne poleerimist. Kasutuse eesmärk on kiiresti eemaldada pinnalt defektid ning tagada ühtlaselt sile pind, mille lõplik läige saavutatakse suhteliselt kiiresti poleerimise teel.

Vaatleme allpool eri suuruse ja kujuga abrasiivitehnoloogiaid defektide kiireks eemaldamiseks värvipinnalt:

Spetsiaalsed väikeste defektide eemaldamise süsteemid – näiteks *3M Denibbing System.* Innovaatiline süsteem on mõeldud üksikute või vähesel määral esinevate defektide eemaldamiseks peale värvimist – tüüpiliselt tolmutäppide eemaldamiseks. Süsteem koosneb eriti väikese läbimõõduga pehmele alusele kinnitatud abrasiivketastest, millel kasutatakse peenabrasiive karedustega P1000, P2000 ja P3000) ja spetsiaalsest miniatuursest lihvimismasinast. Kogu süsteem on saanud idee hambaravi tehnoloogiast, kus analoogsed seadmed ja materjalid on juba ammu kasutusel. Süsteem võimaldab väga kiiresti ja efektiivselt eemaldada pinnalt tolmuosakesi, väikeseid jooksukohti ja pisikriimustusi.

Eeliseks on töö kiirus, pahupooleks limiteeritud kasutusala ja tänu lihvketta väikesele läbimõõdule suhteliselt agressiivne „lõikamise“, mistõttu on vajalik põhjalik kasutuskoolitus.

Foto 101 *– 3M Tolmutäppide eemaldamise süsteem*

Foto 102 *– Tolmutäpi eemaldamine on kiire ja täpne*

Peenlihvimiskettad kahetoimelise lihvmasinaga kasutamiseks – läbimõõduga 32mm,77 mm ja 150 mm. Ketta suurus valitakse arvestades töödeldava pinna suurust ja kuju. Kasutatakse nii kuiv- kui ka märglihvimiskettaid. Lubrikandiga kuivlihvimiskettad tagavad vigade kiire eemalduse ja neid kasutatakse peamiselt eeltöötlusel (karedused P800-P1500), märglihvimiskettaid kasutatakse viimistlemisel (karedused P2000-P3000).

Uue tehnoloogiana on firma 3M turule toonud Trizact™ viimistluskettad karedusega P3000 ja P6000, millega töödeldud pinna poleerimine õnnestub eriti kiiresti ja tulemus jääb väga kvaliteetne tänu püramiidikujulistele abrasiiviosakestele ja nende ühtlasele kulumisele ning töövõime säilimisele ka kulumise käigus.

Foto 103 *– Viimistluslihvimine kuivalt 77 mm kettaga*

Foto 104 *– Viimistluslihvimine 150 mm Trizact kettaga märjalt*

Vesilihvpaberid käsilihvimiseks karedustega P1000-3000. Karedust P3000 kasutatakse ka vanalt värvkattelt nn. pesulakriimude eemaldamiseks enne poleerimist.

Foto 105 *– Meguiar´s Unigrit peenlihvimispaberid*

Foto 106 *– Märglihvpaberi kasutamise suund lihvimisel*

Vesilihvpaberid on autotööstuse algusest peale olnud peamine viis värvipinna siledaks lihvimisel enne poleerimist ja neil on oluline roll ka täna, siiski on suure jõudlusega värvitöökojas läinud enamasti üle kuivlihvketaste ja 3M Trizact viimistlusketaste kasutamisele.

Vesilihvpaberid sobivad samas väga hästi juhul, kui on soov kogu auto värvi– või lakipind siledaks lihvida ja siis läikima poleerida. Nii on võimalik saavutada täiesti sile peegelpind ilma igasuguse struktuurita, sest värvi struktuur eemaldatakse ettevaatlikult peenlihvpaberiga lihvides. Lihvimiseks kasutatakse erineva suuruse ja kujuga alustaldasid ja klotse ning lihvimine toimub märjalt kas vett või spetsiaalset libestusainet (näiteks Meguair´s M34 Final Inspection) kasutades. Alustatakse karedusega P1200-P1500 ja liigutakse edasi karedusele P2000. Lõplik viimistluslihvimine toimub P3000 karedusega ja sedasi eeltöödeldud värvipinnalt on väga lihtne lihvimispaberi jäljed lihvimispastaga eemaldada ning pind kõrgläikesse poleerida.

Vaadake lisaks abrasiivide kohta peatükk 3.4. Lihvimismaterjalid.

Poleerimine abrasiivse poleerimispastaga e. lihvimispastaga

Lihvimispastad on kõige abrasiivsemat tüüpi poleerimispastad, mille eesmärk on viimistlus-abrasiividega eeltöödeldud värvipinnalt lihvimisjälgede või eelnevalt lihvimata värvipinnalt kergemate defektide eemaldamine ning värvipinna sileduse ja läike taastamine. Lihvimispastad toimivad nagu „vedel lihvpaber“ ja eemaldavad defektid värvipinnalt peamiselt füüsilise abrasiooni tagajärjel. Lisaks aitavad värvipinna eemaldamisele kaasa pastades sisalduvad lahustid, mis muudavad poleerimise ajal pinna pehmemaks ja kergendavad õhukese kihi eemaldamist. Tüüpilised lihvimispastad on poolvedelad, erinevaid abrasiive, lubrikante ja lahusteid sisaldavad ained ning neid valmistavad professionaalseks kasutamiseks mitmed tuntud tootjad nagu Meguiar´s, 3M, MIRKA jpt.

Lähtuvalt kasutatud abrasiivitehnoloogiast liigitatakse lihvimispastad:

1. **Kuluvat abrasiivi sisaldavad lihvimispastad – DAT** *(i. dimishing abrasive technology)*.
2. **Super-Mikroabrasiive sisaldavad lihvimispastad - SMAT** *(i. micro-abrasive technology).*

Poleerimispastades **kuluvate abrasiivide (DAT) tehnoloogia** kasutamise pioneeriks oli USA firma Meguiar´s, kes võttis seda tüüpi abrasiivi sisaldava poleerpasta kasutusele üle 100 aasta tagasi ning sellest peale on seda tehnoloogiat pidevalt edasi arendatud. DAT-tüüpi lihvimispastade abrasiiv on valmistatud selliselt, et see poleerimise käigus järk-järgult väiksemateks osakesteks mureneks. Tänu sellele saavutatakse efekt, mille korral tööga alustades on abrasiiviterad suured ja pasta „lõikab“ agressiivselt. Värvipinna defektid eemaldatakse seetõttu kiiresti ja töö edenedes lagunevad abrasiivi osakesed järk-järgult peenemateks osakesteks ning pinna viimistluslihvimine toimub juba lagunemisel tekkinud peente abrasiiviosakestega. Pastades kasutatav alumiiniumoksiid on eriti kõva abrasiiv ja saab laguneda peenemateks osakesteks teatud jämeduseni. Maksimaalselt peeneks lagunenud alumiinumoksiidi nimetatakse **kristalseks alumiiniumoksiidiks**. Sellest hetkest edasi ei suuda abrasiiviosakesed enam väiksemaks laguneda. Alumiiniumoksiidi osakese kristalse osakese suurus ja kuju määrabki lihvimis- või poleerpasta kasutusotstarbe ja saavutatava lõpliku värvipinna kvaliteedi. Mida väiksemaks osake laguneb, seda läikivam pind saavutatakse.

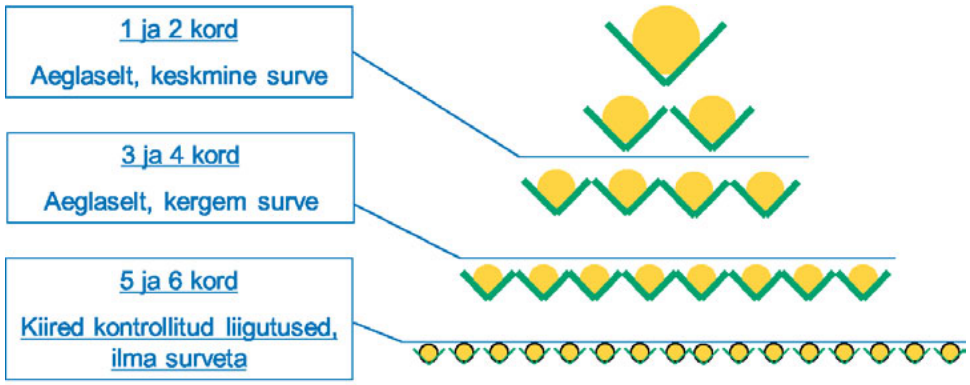
***Foto 107** – kuluvate abrasiivide (DAT) tehnoloogial põhinevad, professionaalseks kasutamiseks mõeldud lihvimispastad*

Kuluvate Abrasiivide Tehnoloogial (DAT) põhinevate poleerimispastade kasutamine

DAT-tehnoloogial põhinevate lihvimispastade ja **puhastavate poleerimispastade** kasutamise eesmärk on eemaldada värvipinna vigastused alguses kiiresti ning seejärel, abrasiiviosakeste lagunemisel, kulutada värvikihti nii vähe kui võimalik, eemaldades vaid väga õhukese pealmise värvipinna kihi ja taastades pinna esialgse sileduse ning läike. Kuluva abrasiivi tehnoloogia korral on oluline töödelda värvipinda teatud kindla aja jooksul, et tekkiv hõõrdumine koos tõusnud pinna-temperatuuri ja pastas sisalduva lahusti mõjuga lõhustaks abrasiivi peenemaks ning võimaldaks saavutada hea lõpptulemuse.

Poleerimist tuleks alustada aeglaselt pinnal liikudes, suhteliselt madalate pööretega (1220-1800 p/min) ja keskmise survega poleerimispadjale, seejärel vähendada survet ja poleerida sama liikumiskiiruse ja poleermasina pöörlemiskiirusega kogu eeltöödeldud pind ning lõpuks viimistleda pind, kasutades masina suuremat kiirust ja lasta masinal töötada vaid oma raskusega, ilma igasuguse lisasurveta. Oluline on tekkinud hõõrdumine ja selle kestvus, ehk siis poleerimistsüklit ei tohi enne lõpetada, kui pind läigib maksimaalselt. Poleerimist tuleb kindla aja jooksul peale defektide ja jämedate lihvimis-kriimude eemaldamist jätkata, et eemaldada ka pasta enda poolt alguses tekitatud mikrokriimud. Sama pinna poleerimise ajal ei tohiks lisada värsket lihvimispastat, kuna see tekitaks uuesti sügavamad kriimud. Olenevalt pasta tüübist võib olla vajalik poleerimise ajal poleerimispadjale või poleeritavale pinnale veidi vett pihustada. Järgige täpselt poleerimispastade valmistaja nõuandeid.

Seda tüüpi lihvimispastaga töödeldud pind vajab vaid vähest viimistlemist poleerpastaga.



Joonis 16 *– Poleerimistehnika DAT- tehnoloogial põhinevaid poleerimispastasid kasutades*

Super-Mikroabrasiivide (SMAT) tehnoloogia on kõige uuem lihvimispastades kasutatav abrasiivitehnoloogia. SMAT-tehnoloogial põhinevate pastade koostisosana kasutatakse ainult kristalses olekus alumiiniumoksiidi, mille osakesed on eriti väikese läbimõõduga – siit ka nimetus „Super-Mikroabrasiivid“.

Foto 108 *– Super- Mikroabrasiivide (SMAT) tehnoloogial põhinevad, professionaalseks kasutamiseks mõeldud lihvimispastad*

Sellised pastad ei muutu kasutades peenemaks, kuna nendes sisalduv abrasiiv on juba väikseimas võimalikus olekus ega lagune töö käigus. Kiire defektide eemaldus ja poleerimisefekt saavutatakse kordades suurema abrasiivikoguse kasutamisega kui DAT-tehnoloogial põhinevates pastades. Tänu kasutatud kõrgtehnoloogilisele abrasiivile on sellised pastad suhteliselt kallid, samas kasutamisel eriti kiired ja mugavad ning võimaldavad kombineerida kiiret defektide eemaldamist ja peaaegu ideaalse läike saavutamist.

Super-Mikroabrasiivide (SMAT) tehnoloogial põhinevate poleerimispastade kasutamine

Super-Mikroabrasiivi (SMAT) tehnoloogial põhinevate lihvimis- ja viimistluspoleerpastade kasutamine erineb Kuluva Abrasiivi (DAT) tehnoloogial põhinevatest pastadest. Kuna SMAT-tüüpi pastad sisaldavad DAT-tüüpi pastadest oluliselt rohkem abrasiiviosakesi, kuid mis on pasta koostises väga väikeste osakestena, siis on nende poleerpastadega võimalik väga efektiivselt eemaldada erinevaid defekte.

SMAT-tehnoloogial põhinevate pastade kasutamise korral reguleeritakse poleerimisefekti ja „lõikamise“ kiirust surve abil poleermasinale, erineva jäikusega poleerimispatjade kasutamisega ning poleerimisajaga (kestvusega). Poleerimise võib lõpetada kohe, kui pinna defektid on eemaldatud, sest ei teki vajadust eemaldada pasta enda poolt pinnale tekitatud kriimustusi. Seda tüüpi pastadega on oluline mitte „üle töötada“ ehk katkestada poleerimine kohe, kui soovitud pinna kvaliteet on saavutatud. Samuti on tähtis hoida lihvimis- ja poleerimispadjad kogu tööprotsessi vältel puhtad värvitolmust ning pasta jääkidest, see tagab parima töökiiruse ja perfektse värvipinna.

SMAT-tehnoloogial põhinevate pastade näol on tegu üsna „lollikindla“ meetodiga kiireks defektide eemaldamiseks värvipinnalt ja seda tüüpi pastasid on mugav kasutada ka kogu auto poleerimisel. Isegi juhul, kui pinna poleerimine katkestada enne defektide või peenlihvpaberi jälgede täielikku eemaldamist, pole karta, et sellest tekiks pinnale lisaks kriime või hägusust, halvimal juhul tuleb lihtsalt poleerimist jätkata. Tumedate autode korral tuleb lihvpastaga töödeldud pind viimistleda poleerimispastaga, et eemaldada võimalikud hologrammid ja kerge hägusus, heledate värvide korral piisab tavaliselt ainult lihvimispasta kasutamisest ja pinna hilisemast kaitsmisest vahaga.

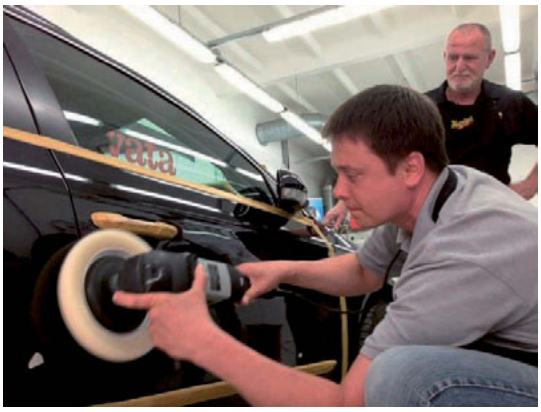


***Foto 109** – Poleerimine DAT-lihvimispastaga*

***Foto 110** – Poleerimine SMAT-lihvimispastaga*

Töötamisel eri tüüpi pastadega on ka tunnetus erinev – DAT-tehnoloogial põhinevate pastade korral on esialgne „lõikamine“ väga agressiivne, kuid pasta toime nõrgeneb kiiresti. SMAT-tehnoloogial pasta tundub esialgu vähem „lõikavana“ kuid töötulemus on ühtlane ja pasta toimib praktiliselt muutumatuna, kuni pind on viimistletud.

OLULINE: Poleerimistsükli lõpus muutuvad mõlemat tüüpi pastad jälle agressiivsemaks ja kipuvad jätma pinnale jälgi. Selle põhjuseks on pinnalt eemaldatud värvi- või lakikihi poolt tekitatud tolm, mis seob abrasiiviosakesi klompi. Kuna SMAT-tehnoloogial põhinevad pastad sisaldavad oluliselt rohkem abrasiivi, siis on need pasta ka tundlikumad nn. „ülepoleerimisele“.

TÖÖETAPP 3 - Poleerimine e. lihvimispastaga töödeldud pinna viimistlemine

Peale lihvimispastadega värvipinna töötlemist jäävad pinnale siiski imepeenikesed silmaga hoomamatud kriimud, mis takistavad pinnale sügava läike teket. **Poleerpastad e. polituurid** *(i. polishes)* on värvipinna viimistlemisel kasutatavad poleerimispastad, mis aitavad siluda mikroskoopilisi kriime ja toita värvkatte pinda ning jagunevad omakorda kahte gruppi:

1. **Puhastavad Poleerpastad** *(i.cleaner-polishes)* – sisaldavad vähesel määral abrasiive.
2. **Puhtad Polituurid** *(i. pure polishes)* – ei sisalda abrasiive.

Puhastavad Poleerpastad kasutavad pinna läigestamisel ka abrasiivide mõju, sisaldades vähesel määral DAT- või SMAT-tehnoloogial põhinevaid abrasiive ja suurel määral poleerimisõlisid ning -vahasid kombinatsioonis lisaainetega. Poleerimisõlid ja –vahad toimivad peenabrasiivide puhvrina ning võimaldavad eemaldada pinnalt viimase hägususe ja hologrammid, andes värvipinnale lõpliku viimistluse. Seda protsessi võib nimetada ka värvipinna „kirgastamiseks“. Spetsiaalsete abrasiivide abil eemaldatakse pinnalt ainult mikroskoopiline kiht ja seetõttu sobivad need poleerpastad hästi värvipinna viimistlemiseks peale töötlemist lihvimispastadega või ka **iseseisva tööetapina** väikeste kriimustuste eemaldamiseks ning läike taastamiseks tuhmunud värvipinnal. Poleerpastades on oluliseks komponendiks selles kasutatavad õlid, mis võimaldavad säilitada värvi algupärase läike ja värvipinna sileduse tänu sellele, et tungivad pinna mikropooridesse need sulgedes, kaitstes seeläbi värvipinda seda kahjustavate elementide mõju eest. Samuti aitavad just need õlid asendada ajapikku kuluvaid ja hävinevaid värvi sideaine mikroskoopilisi osi, mis muudavad värvi aastate jooksul poorseks.

Puhtad Polituurid on poleerpastad, mis abrasiive üldse ei sisalda. Puhtad Polituurid on vajalikud juba täielikult puhastatud ja heas korras värvipinnale lõpliku läike ja sügavuse andmiseks ja neid kasutatakse lisa-tööetapina eriti nõudlike poleerimistööde korral, nagu väärtautode ning vanasõidukite poleerimine ja näituseautode ettevalmistamine. Märgatava efekti annab Puhaste Polituuride kasutamine just musta ja väga tumedat tooni värvuste korral. See lisaetapp aitab tuua välja värvipinna läike tegeliku sügavuse ja eemaldada väikseimgi hägusus. Puhtad Polituurid on mõeldud kristalselt puhta läikega värvipinna saavutamiseks ning pinna ettevalmistamiseks enne vahatamist.

Foto 111 *– Puhtad polituurid (Meguiar´s)*

Foto 112 *– Viimistlemiseks mõeldud abrasiivsed poleerpastad (Meguair´s)*

Enamus tuntud ja tunnustatud poleerimisainete ja tarvikute tootjatest (Meguiar´s, 3M, MIRKA, Menzerna) toodavad omavahel perfektselt sobivaid poleerimisaineid – lihvimispastasid eeltöötluseks ja poleerpastasid viimistlemiseks. Sellist kooslust nimetatakse **poleerimissüsteemiks**.

TÖÖETAPP 4 – Värvipinna kaitsmine e. vahatamine

Peale värvipinnalt defektide eemaldamist lihvimispastaga ja poleerpastaga lõpliku läike andmist on tulemuseks perfektne värvipind, mis on aga täielikult kaitsmata väliskeskkonna ja ilmastiku mõjude eest. Selleks, et kaitsta värvipinda ja anda pinnale lisaläige ja libedus, takistamaks mustuse osakeste haakumist pinnale, tuleks viimase tööetapina värvipinnad välismõjude eest kaitsta. Selleks kasutatakse sobivaid **Värvipinna Kaitsevahendeid** – e. Vahasid *(i. Wax).* Need kaitsevahendid põhinevad kas looduslikul **Carnauba vahal**, **sünteetilistel polümeeridel** või nende segudel ja moodustavad värvi pinnale kaitsva kihi Emakese Looduse mõjude eest, loovutades järk-järgult oma pinnalt osakesi ja säästes sellega värvipinda. Ilma sellise kaitseta algab auto värvkatte hävinemine juba üsna pea peale uue sõiduki soetamist või auto remontvärvimist.

Lisaks kaitsvatele omadustele parandavad parimad autopinna kaitsevahendid ka värvipinna visuaalset väljanägemist, täpsemalt selle läiget ja sügavust. Mitmed kvaliteetsed pinnakaitsevahendid täidavad ja peidavad ka mikrokriimustusi ning kergemat hologramm-efekti, samuti pakuvad lisa-UV kaitset.

Tihti hinnatakse värvipinna kaitsevahendite kvaliteeti veetilkade moodustumise kiiruse ja võime järgi vahatatud värvipinnal, see on aga tegelikult ainult tõestus kõrgest pindpinevusest värvipinnal *(i.High Surface Tension).* Pindpinevus ei tähenda aga automaatselt, et pinnale kantud vahakiht suudab ka tegelikult värvipinda kaitsta. Seetõttu ei oma veetilkade tekkimise kiirus või tilkade suurus vaha kvaliteedi seisukohast mingit erilist tähtsust, hoopis olulisemad on koostisained. Vahasid on aegade jooksul liigitatud mitmeti ja ühest liigitust pole tänaseni kokku lepitud, kasutusel on väljendid nagu „püsivaha“, „kõvavaha“, „nano-vaha“, „vedel klaas“ ja muudki huvitavat, siiski on tihti tegu suhteliselt sarnase keemilise koostisega ainetega.

Olulisim parameeter ongi ehk tegelikult pinna kaitsevahendi koostiseks olevad ained ja nende toimepõhimõte ning selle järgi võib kaitsevahendid jagada kolmeks:

1. Looduslikul toorainel, nagu Carnauba vaha, põhinevad vahad *(i. Carnauba-waxes)*.
2. Sünteetilisel polümeeril põhinevad vahad ja kaitseained *(i.Synthetic Waxes and Sealants).*
3. Semipermanentsed Polümeer-kaitseained *(i. Protective Coatings).*

Looduslikud Carnauba-vahad on valmistaud Carnauba - palmist saadud vahast, mis kuivab looduslikest vahadest kõige kõvemaks. Loodusliku Carnauba vaha kandmine pinnale on suhteliselt aeganõudev, kuid kuivanud ja pehme mikrokiudlapiga poleeritud pind saavutab sügava ja „sooja“ läike ning kaitseb värvipinda küllalt hästi. Carnauba-vaha pind vajab uuendamist, sõltuvalt auto kasutamisest ja ilmastikutingimustest, umbes 3-6 nädala tagant. Enamus vahade valmistajatest segab tänapäeval Carnauba-vahadesse ka polümeerkomponente, et pikendada vahade kestvust.

Foto 113 *– Carnauba- vaha tahkena ja vedelana*

Foto 114 *– Sünteetiline polümeervaha tahkena ja vedelana*

Sünteetilised polümeervahad on kõrgtehnoloogilised vahad *(i. polymer wax)* või vedelad värvipinna kaitseained *(i.synthetic sealant).* Need tooted põhinevad tipptasemel sünteetiliste polümeeride tehnoloogial, mis võimaldab vahaosakestel moodustada tugeva sideme värvipinnaga, kuivamisel tekkiv reaktsioonitaoline efekt tekitab lakipinnaga võrreldava, tugevalt pinna külge nakkunud ja täiesti suletud kaitsekihi. Seda tüüpi tooted saavutavad vajaliku pinnatugevuse ja optimaalse kaitsevõime 15 minuti kuni 1 tunni jooksul peale pinnale kandmist, kusjuures pinnale jääb alati praktiliselt ühepaksune kiht ning liigse vaha saab eemaldada lihtsalt mikrokiudlapi abil.

Väljendi **„püsivaha“** all mõeldakse enamasti just sünteetilist vaha või -kaitseainet, kuna need püsivad pinnal kauem ja moodustavad tugevama kaitsekihi. Kõige uuemad sünteetilised, **Thin-Film** tehnoloogial põhinevad vahad, võimaldavad auto värvipinda vahatada ka otse päikese käes, ilma et kuivanud vaha poleerimine ja eemaldamine probleemseks muutuks.

Mis vahet on tahkel ja vedelal vahal? Tihti reklaamitakse auto pinna kaitset „kõvavahaga“, rõhutades selle eeliseid „tavalise“ vaha ees. Tegelikult ei ole tahkel ja vedelal vahal mingit muud vahet kui nende olek enne kasutamist ja enamus kvaliteetvahade tootjaid toodab oma parimaid kaitse-vahasid mõlemas variandis. Kumba valida, sõltub peamisest isiklikust eelistusest ja kogemustest.

Muuseas, nii looduslikul kui ka süsteetilisel toorainel põhinevad vahad on olemas ka pihustataval kujul vesilahusena. Selliste vahade kasutamisel ei teki pinnale küll tugevat kaitsvat kihti, kuid teatud kaitsevõime on neil siiski olemas ja nad täiendavad ka hästi käsitsi pealekantud vahakihti ja taastavad selle pinda peale auto pesemist. Selliseid tooteid nimetatakse *Quick Detailer* või *Quick Wax.*

Semipermanentsed Polümeer-kaitseained (i. Protective Coatings) on pikaajaliselt pinda kaitsvad üliõhukese polümeertehnoloogial põhineva kaitsekile moodustavad püsikaitseained, mille toimimine ja pinnale kandmine erinevad täielikult vahade omast. Selle raamatu mahus nende olemust ja kasutamist eraldi ei käsitleta. Semipermanendid võivad tekitada värvitöökodades nendega töödeldud autode remontvärvimisel suuri probleeme.

OLULINE! Pihustatavaid vahasid ei tohi kindlasti kasutada värvimistöökojas, sest pihustatud vahas sisalduvad õlid ja silikoonid võivad tekitada värvitöökojas suure probleemi silikooniaukude näol.

Kas auto värvikihi peaks kaitsva vahaga töötlema ka kohe peale remontvärvimist?
See on oluline küsimus, kuid kahjuks pole sellele ühest ja lihtsat vastust. Ühelt poolt vajaks värskelt värvitud pind kindlasti kohe kaitset, ainult nii säiliks see veatuna ka edaspidi, teiselt poolt ei ole värske värvipind tegelikult lõplikult kuivanud ja sellest eraldub veel väheses koguses lahusteid e. värvikiht „hingab“ ja selle katmine vahaga võib selle protsessi peatada ning värv ei saa lõpuni kuivada.

Selle raamatu autorite seisukoht on, et värvipinna kaitsmine on meie kliimaoludes siiski väga tähtis ja seetõttu soovitame ka värskelt värvitud pinnad ikkagi kaitsta, kasutades selleks kas spetsiaalselt värvitöökojas kasutamiseks ette nähtud vahasid või Carnauba-vahasid. Peale paarinädalast kasutamist ja korralikku pesu võib auto vahatada ka täissünteetilise püsivahaga.

***Foto 115** – Vahatamine vedela Carnauba-vahaga*

***Foto 116** – vahatamine sünteetiline tahke polümeervahaga*

Näide värvitöökojas defektide eemaldamisest värvipinnalt

Piltidel olevalt ukselt oli eelnevalt eemaldatud mõned tolmutäpid ja kahe värvi ühenduskohas olev kergelt reljeefne rant lakipinnas, kasutades selleks **32 mm läbimõõduga P1500** karedusega lihvimisketast, seejärel **77mm läbimõõduga 3M Trizact P3000** viimistlusketast ja lõpuks **3M Trizact P6000** lõppviimistlusketast. Peale lihvimist puhastati pind hoolikalt, kasutades **Meguiar´s M34 Final Inspection** pinna puhastamis- ja kontrollimisainet ja puhast mikrokiudlappi.

Värvimisjärgse poleerimise töövõtted (Meguair´s):

Fotod 117 ja 118 *– Defektide eemaldamine SMAT-tehnoloogial lihvimispastaga (M101 + punane poleerimispadi)*

Foto 119 *–Pinna puhastamine ja kontroll (M34)*

Foto 120 *– Poleerpasta levitamine pinnale*

Foto 121 *– Viimistluspoleerimine (M205 + kollane padi)*

Foto 122 *– Pinna puhastamine ja kontroll (M34)*

Foto 123 *– Pinna kaitsmine Carnauba-vahaga*

Foto 124 *– Tööprotsessis kasutatud ained ja tarvikud*

TÖÖETAPP 5 – Värvipinna hooldamine

Kuigi **värvipinna hooldamine** pole otseselt värvimistöökojas automaalri poolt sooritatav tööetapp, peatume ka sellel põgusalt, sest tegu on olulise teemaga.

Auto värvipindade hooldamiseks on kõige olulisem autot piisava tihedusega pesta ja aeg-ajalt vaha kaitsvat kihti uuendada. Minimaalselt võiks autot püsivahaga vahatada 2-4 korda aastas, taastada püsivahaga kaetud pinda pihustatava vahaga 1 kord kuus, peale suuremat pesu ja puhastust ning autot pesta iga nädal vähemalt korra. Selliselt toimides säilib värvipind värskena ning mustus ja tolm ei jää samuti nii kergesti pinna külge kinni. Kõige olulisem on aga see, et niimoodi töödeldud värvipinnaga autol ei teki välimisi korrosioonikahjustusi ja seega säilib lisaks auto heale välimusele ka selle edasimüügi väärtus.

Pesul ja vahatamisel juba peatusime, samuti ka poleerimisel. Mida siis veel?

Pesemiste vahelisel ajal võib auto värvipinnalt kerge tolmu, veeplekid ja sõrmejäljed eemaldada **Pinnahooldusvahendiga**, nagu näiteks *Meguiar´s Ultimate Quik Detailer* või *3M Car Care Detailer.* Seda tüüpi pinnahooldusvahendid aitavad kiiresti ja pinda kriimustamata puhastada auto värvipinna ning eemaldada sellelt värske või kergelt pinnale kinni jäänud saaste enne, kui see aluspinnaga tugevamalt ühineb. Tüüpiline näide on lindude väljaheited, mida saab „pihusta pinnale ja pühi ära“ tüüpi pinnahooldusvahendite ja puhta mikrokiudlapiga hõlpsasti eemaldada.

Sama tüüpi tooted on olemas ka professionaalseks kasutamiseks värvitöökodades ja autohooldus-salongides, näiteks *Meguiar´s Mirror Glaze M34 (Final Inspection).* Need tooted ei sisalda silikooni ja on ohutud kasutamiseks ka värvimistöökojas. Sobivus värvimistöökojas kasutamiseks on tavaliselt ka pakendile märgitud lausega – ***BODYSHOP SAFE.***

Foto 125 *– Pinna töötlemine Pihustatava Kiirvahaga*

Foto 126 *– Värvipinna puhastamine Pinnahooldusvahendiga*

5.9.2 Poleerimise meetodid ja tehnikad

Peamisteks poleerimistulemust mõjutavateks faktoriteks, peale poleerimispastade valiku, on **poleerimismeetod -** käsitsi või masinpoleerimine ja kasutatava poleerimismasina tüüp (pöörlev või ekstsentrik) ning poleerimismasina kasutamise **tehnika**.

Poleerimise tehnika olulised parameetrid on:

- Poleerimispadja nurk pinna suhtes
- Poleerimispadja suurus
- Poleerimismasina pöörlemiskiirus
- Poleerimismasina liikumise kiirus pinna suhtes (poleerija käe liikumise kiirus)
- Pinnale (poleerimismasinale) avaldatav surve

Käsitsi lihvimispasta ja pehme padjaga defektide eemaldamine annab erineva tulemuse võrreldes pöörleva tallaga poleerimismasina ja villapadjaga töötlemisega. Mõnikord erinevad töötulemused nagu öö ja päev.

Isegi sobiva poleerimispasta, tööriista ja tehnika valik ei pruugi alati tagada ideaalset tulemust, arvesse tuleb võtta ka värvipinna pehmust või kõvadust, värvkatte tüüpi, kogemust erinevate poleerimismasinate kasutamisel, tööruumi temperatuuri ja õhuniiskust ning kasutatavate poleerimis-patjade olukorda (puhtust, kulumust).

Poleerimisel aitab palju kaasa toodete omavaheline kokkusobivus ja töökogemus ning seetõttu soovitame valida kasutamiseks alati ühe valmistaja tooteid ehk nn. **poleerimissüsteemi.**

Üldjuhul on soovitav **värskelt värvitud pinnal** kasutada pehmemaid poleerimispatju, väheagressiivseid poleerimispastasid ning rakendada poleerimisel võimalikult vähe survet, sest värskelt värvitud pind on pehme ning esineb oht pind hoopis ära rikkuda või tekitada selle sisse sügavad mikrokriimud, mille eemaldamiseks on tarvis värvipind enne korralikult läbi kuivatada (nt. IR-kuivatiga) ja seejärel uuesti töödelda. Igal juhul põhjustab see planeerimatut lisatööd.

Vanal läbikuivanud värvil on see-eest võimalik kasutada nii suuremat survet, agressiivsemat poleerimispatja (nt. lambavill) kui ka –pastat. Tundlikul ja eriti kõval värvkattel on soovitav kasutada ekstsentrikpoleermasinat, mis ei tekita pinnale ühesuguse raadiusega lihvimiskriime – nn. pööriseid või hologrammi. Hea tulemuse annab see ka tumedatel värvidel, eriti süsimustal.

Erinevat tüüpi poleermasinad

***Foto 127** – Pöörleva tallaga poleerimismasin*

***Foto 128** – Pöörleva tallaga poleerimismasina kasutamine*

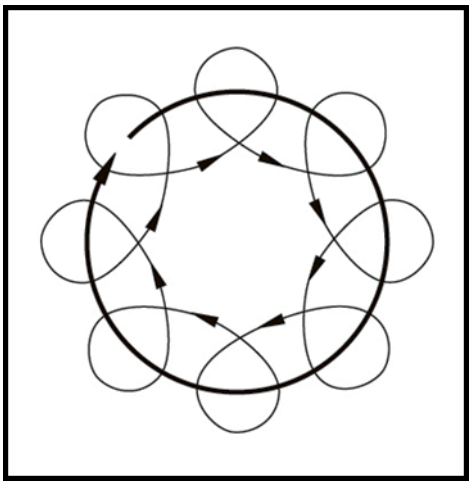


***Foto 129** – Ekstsentrik- poleerimismasina jälg*

***Foto 130** – Ekstsentrik- poleerimismasina kasutamine*

Ekstsentrik-poleerimismasinad leiavad aina enam kasutamist autoesindustes ja automüügifirmades autode müügieelsel ettevalmistamisel. Suhteliselt lühikese ajaga on võimalik auto värvkate muuta peaaegu uuele vastavaks, ilma ohtudeta, mis tekivad pöörleva poleerimismasinaga poleerides. Seda tänu faktile, et ekstsentrik-poleerimismasina vaba liikumisega poleerimistallast tingituna ei saa sellega ka parema tahtmise korral detailide servadest läbi poleerida. Samuti on võimalik poleerimiseks kasutada vähem kvalifitseeritud (loe: odavamat) tööjõudu, kuna risk midagi kahjustada väheneb oluliselt. Kõige parema tulemuse annavad ekstsentrik-poleerimismasinad koos mikrofiiber-poleerimispatjade ja spetsiaalsete poleerimispastadega (näit. *Meguiar´s D/A Microfiber Correction Compound + Microfiber Protection).*

Kahjuks ei sobi D/A –poleerimismasinad ja mikrofiiber-poleerimispadjad värske värvi poleerimiseks, ehk nende kasutus autovärvitöökodades on piiratud. Põhjus on selles, et tingituna värske värvi- või lakipinna elastsusest ei suuda seda tüüpi poleerimissüsteem defekte lõplikult eemaldada ja kipub värske värvi pinna häguseks jätma.

5.9.3 Ülevaade poleerimisel kasutatavatest tarvikutest

Poleerimise protsess sõltub tehnoloogiliselt töödeldava pinna suurusest ning poleeritava värvkatte läbikuivamisest, ehk sellest, kas tegu on värske värviga (1-60 päeva) või vana, läbikuivanud värvkattega.

Lähtuvalt sellest, et tööprotsessid eeltoodust suuresti erinevad, on välja töötatud erinevad poleerimis-tehnoloogiad ja poleerimisainete ning –tarvikute süsteemid kohtparanduste/ värvidefektide viimistlemiseks ning suuremate pindade poleerimiseks. Peamine erinevus on kasutatavate tööriistade ja poleerpatjade suuruses ning poleerimisainete omadustes. Professionaalses värvimistöökojas on olemas tööriistad ja vahendid mõlemat tüüpi poleerimistööde teostamiseks.

***Foto 131** – Poleerimise tööprotsessis kasutatavad erinevad poleerimispadjad*

Poleerimispadjad

Poleerimispatjade valmistamiseks kasutatakse erinevaid materjale, nt. naturaalne ja sünteetiline lambavill, erineva tugevusastmega poroloon ja vilt. Järgnevalt lähemalt erinevate materjalide omadustest ja kasutuskohtadest.

- **Lambavillast poleerimispadjad** – oma olemuselt kõige agressiivsemad poleerimispadjad. Soovitatav kasutada vana värvkatte poleerimiseks, värskel värvil ainult kogemuse olemasolul ja vähese survega. Sobivad väga hästi ka paatide Gelcoat-katte poleerimiseks.
- **Kõvad poroloonpadjad** – sobivad defektide eemaldamiseks värvipinnalt lihvimispastadega nii vanal kui ka värskel värvil.
- **Pehmed poroloonpadjad** – sobivad peenpoleerimiseks ja viimistluseks.
- **„Munarest“ poroloonpadjad** – sobivad vastavalt oma kõvadusele kas defektide eemaldamiseks või peenpoleerimiseks. Munaresti meenutavate nupukestega pind aitab vähendada sileda poleerimispadja poolt tekitatavaid kaarjaid pöörisjälgi, mis tulevad eriti esile tumedal värvkattel ning eredas päiksevalguses. Selliseid poleerpasta ja padja tekitatud pöörisjälgi kutsutakse **„hologrammi-efektiks“.**
- **Vildist poleerimispadjad või kettad** – sobivad väikeste defektide eemaldamiseks värskelt värvipinnalt *(3M Finesse-it süsteem)* ning metall- ja plastpindade (autotulede klaasid) poleerimiseks.
- **Mikrofiiber**-poleerimispadjad- eri agressiivsusega, mikrofiiber-karvakestega kaetud poleerimispadjad agressiivseks, kuid ohutuks defektide eemaldamiseks vanalt värvipinnalt, kasutades ekstsentrilist poleerimismasinat (D/A).

150 mm läbimõõduga poleerpadi

Foto 132

200 mm läbimõõduga poleerpadi

Foto 133

200 mm läbimõõduga pehme poleerpadi

Foto 134

150 mm läbimõõduga vahatuspadi

Foto 135

200 mm läbimõõduga lambavilla-poleerpadi

Foto 136

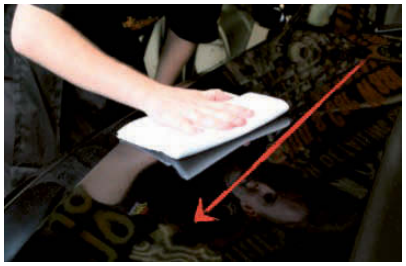
Eri läbimõõtudega mikrofiiber-poleerpadjad

Foto 137

Poleerimispatju valmistatakse erineva diameetriga, vastavalt kasutusotstarbele - alates 75 mm, ja lõpetades ca. 220 mm.

Poleerimispadja läbimõõdust sõltub padja kasutusala ning padja poolt hõõrdumisel tekkiv soojus. Suurele pinnale on mõttekas valida suurem ketas ja väiksele pinnale väiksem. Värvitöökojas on Euroopas peamiselt kasutusel ca. 150 mm diameetriga poleerimispadjad.

Lihtne näide: samal kiirusel töötava poleerimismasina all läbib 75 mm ketta serv ühe pöördega 235,5 mm, 150 mm ketta serv 471 mm ja 200 mm ketta serv 628 mm. Võrreldes 75 ja 200 mm ketta pinna joonkiiruseid, saame erinevuseks enam kui 2,5 korda. Seega, mida väiksem on ketta diameeter, seda väiksem on hõõrdumisest tekkiv soojus.



Fotod 138,139,140 *– Poleerimisel kasutatakse erinevaid poleerimiskettaid ja lappe*

Kõigis poleerimise etappides ja vahatamisel soovitame kasutada pinna puhastamiseks poleerimis-ainest või lõpliku läike andmiseks **mikrokiudlappe.** Mikrokiudlapil on unikaalne omadus „lõigata“ pinnalt ära üleliigsed poleerimisained ja nii on võimalik väga kiiresti saavutada kvaliteetne, veatu pind.

Vaadake mikrokiudlappide kohta lisaks Peatükist 3.2 Puhastusmaterjalid- ja vahendid.

5.10 Värvikihi kvaliteedi kontroll

Visuaalne kontroll. Värvikihi mõõtmine ja nakkuvuse kontroll.

Õpiväljund: Õpilane tunneb värvitud pindadele esitatavaid kvaliteedinõudeid ja oskab kontrollida värvikihi kvaliteeti.

Teostatud värvitööde värvikihi kvaliteedi kontrollimise ja vastava protokolli koostamise käigus selgitatakse välja värvikihi kvaliteet ning dokumenteeritakse võimalikud puudused.

5.10.1 Visuaalne kontroll

Visuaalne kontroll jaguneb kaheks: kontroll värvimise protsessi käigus ja kontroll peale värvimise protsessi.

Kontroll värvimise protsessi ajal. Värvikihi pihustamise käigus peab maaler enda teostatavat tööd pidevalt jälgima, kontrollima ja vajadusel parandama puudused. Värvimise protsessi käigus parandatud puudused säästavad suures mahus aega ja raha võrreldes hilisema töö ümber-tegemisega.

Mõned näited puudustest, mida maaler saab värvimise käigus koheselt parandada:

- tiivakaarte servadesse on pihustatud ebapiisav kogus värvimaterjali, mis muudab tiivakaarte servad korrosioonile vastuvõtlikuteks
- detaili servades ei ole piisav kiht värvi ning servad kumavad läbi
- krunditud alal ei ole piisavat kihti värvi ning krundiala kumab läbi
- värvipinna struktuur on ebaühtlane
- värvipinna värvus on ebaühtlane

Kontroll peale värvimise protsessi. Visuaalset kontrolli teostab ettevõttes selleks määratud isik ja kontrolli käigus hinnatakse järgnevaid tegureid:

- pinna kuju ja siledus (eeltöö võimalikud ebatasasused)
- võimalikud eeltöövead (poorid, kriimud, ebaühtlane lihvimine jne)
- katvus (läbikumamine)
- värvuse sobivus (remontvärvuse vastavus sihtvärvusele)
- efekti ühtlus (pilvitus)
- pinna ühtlus (ühtlane pinnastruktuur, kuivus, vajumine, jooksukohad)
- läikeaste (remontvärvitud pinna läikeastme vastavus sihtläikeastmele)
- värvihajutus (ühtlane värvuse üleminek)
- lakihajutus (ühtlane lakipinna üleminek)

5.10.2 Värvikihi mõõtmine ja nakkuvuse kontroll

Lisaks visuaalsele kontrollile saab mõõta vastavate seadmetega erinevaid värvikihi parameetreid. Olulisemad parameetrid on: värvikihi paksus, nakkuvus, pinna läikeaste, värvipinna mehaaniline tugevus ja värvuse sobivus.

Vaadake peatükk 2.11 Värvikihi parameetrite mõõtmise vahendid.

Värvikihi kvaliteedi kontrolli käigus avastatud puudused dokumenteeritakse ja kõrvaldatakse ettevõttes kehtestatud eeskirjade kohaselt.

5.11 Värvimisvead, nende tekkepõhjused ja kõrvaldamine

Õpiväljund: Õpilane tunneb ja oskab tuvastada peamisi värvimisel ja peale värvimisprotsessi tekkivaid defekte, saab aru nende tekkepõhjustest ja on võimeline defekte kõrvaldama.

Automaalrid ja keretöökoja juhtkond puutuvad suhteliselt tihti kokku erinevate kvaliteedi-probleemidega, mille põhjuseks võivad olla värvimisprotsessi jooksul tekkinud ja tekitatud vead, lühikese aja jooksul peale värvimist tekkinud vead (seotud samuti värvimisprotsessiga) ja kulumise või keskkonnamõjude poolt tekitatud, värvimisprotsessiga mitteseotud defektid.

Allpool keskendume just **värvimisprotsessi käigus** ja koheselt peale seda tekkinud võimalikele defektidele ja sellele, kuidas neid defekte **avastada**, nende tekkepõhjustest **aru saada** ja vigu **parandada.**

On oluline mõista just defektide tekkimise põhjuseid, sest nii on võimalik neid kõige paremini ära hoida. Siin lasub oluline ülesanne nii keretöökoja meistritel, kes juhivad kogu tööprotsessi kui ka maalrite teadmistel, kogemustel ning väljaõppel.

Tööprotsessi juht peab tagama, et:

- Ettevõttes eksisteerib kvaliteedikontrolli süsteem ning töötajate poolt sooritatud tööprotsessi etappide kvaliteeti kontrollitakse pidevalt ja süsteemselt.
- Kõik defektid, mis värvimise käigus tekkisid ja võivad kaasa tuua hilisemaid pretensioone, oleksid koheselt avastatud ja parandatud.
- On olemas värvitööde spetsialisti poolne tugi auto loovutuseelseks kontrolliks ja võimalike pinnaviimistlusdefektide avastamiseks ning kõrvaldamiseks enne auto loovutamist kliendile (autoesindused);
- Töökojas on olemas oskused ja võimalused parandada väiksemaid värvipinna vigastusi ilma pindu uuesti üle värvimata.
- Tema juhitud meeskond on saanud parima võimaliku väljaõppe ning on võimeline tagama ühtlaselt kõrge kvaliteediga töötulemuse, olenemata tööde iseloomust.
- Et töökojas on olemas kõigi tööetappide kvaliteetseks läbiviimiseks vajalikud seadmed, tööriistad ja materjalid ning et nende korrasolek ja hooldus on pidevalt tagatud.
- Et kasutatavad materjalid ja värvid (kokku: värvisüsteem) sobivad omavahel kokku ja vastavad autovalmistajate kvaliteedinõuetele, samuti peetakse kinni kasutatavate materjalide säilivustähtaegadest ja seda kontrollitakse süstemaatiliselt.
- Kogu värvitöökoja meeskond omab tehnilist tuge ja on ühiselt informeeritud kõigest, mis puudutab värvimisprotsessi ja selle kvaliteeti.
- Suhtlus keretöökoja, autovalmistaja esindaja ja tehnoloogiatarnijate (nii kere- kui värv) vahel on igapäevaselt ladus ja kiire. Selline koostöö võimaldab kiirelt ja professionaalselt reageerida probleemide tekkimisele ja tekkinud vead võimalikult väheste kahjude ja lühima aja jooksul likvideerida.

VÄRVIMISVEAD

Jooksud värvipinnas (ka „kardin“, „allkiri“ jne.)

Olemus ja võimalikud põhjused:

- Vale viskoossus värvi pihustamisel, vale vahekuivatusaeg (liiga lühike!), ebasobiv pihustamistehnika või värvikihi paksus.
- Defektne värvipüstol või valesti reguleeritud pihustamisotsik.
- Tingimuste jaoks mittesobiv lahusti.
- Värvile lisatud liiga palju lahustit.
- Värvikambri halb valgustatus, automaaler ei näe, mida ta teeb.
- Aluspinna saastatus – õli, vesi, tolm jne., millest tingituna püüab automaaler paksemate kihtidega probleemi peita.
- Töökoja üldine temperatuur, värvitav pind või värvimaterjalid on liiga külmad (alla 20°C).
- Madal töösurve (ja selle tulemusena värvi halb atomiseeritus), värvipüstol on värvitavale pinnale liiga lähedal või töötempo liiga aeglane.
- Vale värvimistehnika – liiga aeglane, ebaühtlane või liiga tiheda ülekattega pihustamine.
- Ebatihe pihustamisotsik ja sellest tilkuv värv, mis horisontaalpindade värvimisel võib tilkuda otse värvitavatele pindadele.

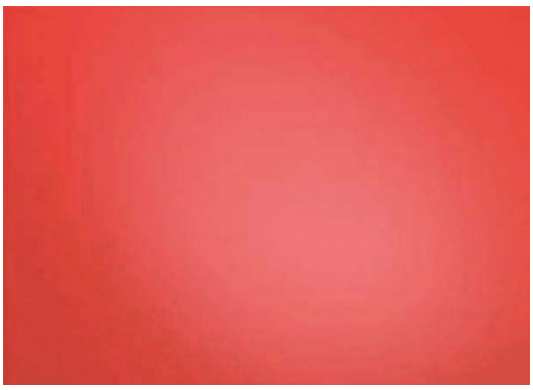
Kuidas seda viga vältida:

- Veendu, et värvitavad pinnad on temperatuurilt lähedased ruumi temperatuuriga, vajadusel soojenda autot enne värvimist.
- Värvitöökoja temperatuur ei tohi olla madalam normaaltemperatuurist (s.o. 20°C). Eriti oluline on jälgida, et värvimiskambris püsiks temperatuur ühtlane.
- Kasuta ainult töökorras värvipüstolit ja reguleeri värvipüstol vastavalt värvimistingimustele ja vali vastavalt materjali viskoossusele ja värvitava pinna suurusele sobiv pihustamisotsik.
- Kasuta õiget pihustamistehnikat ning sobivat töösurvet.
- Väldi värvikihtide kuhjamist üksteise otsa, mõtlemata kogu kihi paksusele. Veendu, et kihtide vahekuivatusajad vastavad valmistaja nõuetele ja värvimistingimustele.
- Vali tööviskoossuse saavutamiseks sobiv lahusti.
- Loe hoolikalt läbi kasutatavate toodete Tehniline Kasutusjuhend ning järgi seda.
- Veendu, et valgustus värvimisalas oleks piisav.

Kuidas seda viga parandada:

- Kui märkad värvijooksu tekkimist kohe peale värvimist ja see on kohas, kus oleks hiljem raske lihvida ja poleerida, siis pese värskelt värvitud pind lahustiga värvist puhtaks, kuivata korralikult, vajadusel lihvi ühtlaseks ja värvi uuesti.
- Enamikul juhtudest on siiski mõistlikum pind korralikult kuivatada ning eemaldada jooksukoht kuivanud värvipinnalt, kasutades peenabrasiivi või spetsiaalselt jooksude eemaldamiseks ettenähtud kivi/höövlit ning poleerida seejärel läikima, kasutades sobivaid poleeraineid. Kui vea eemaldamise käigus siiski värvi/laki pinnast läbi lihvitakse, on vaja loomulikult detail uuesti värvida.

Kuiv värvipind



Olemus ja võimalikud põhjused:

Krobeline värvipind, vähese või täielikult puuduva läikega. Selline defekt esineb tavaliselt piiratud alal.

- värvimaterjali vale viskoossus;
- vale lahusti, kõvendi või aktivaatori valik, tavaliselt liiga kiired lisandid antud töötingimuste kohta;
- materjalide liiga kiire pihustamine;
- liiga kõrge töösurve;
- vahekaugus värvipüstoli otsiku ja värvitava pinna vahel on liiga suur – värvimine „liiga kaugelt“;
- vale värvipüstoli seadistus;
- lohakas värvimistehnika.

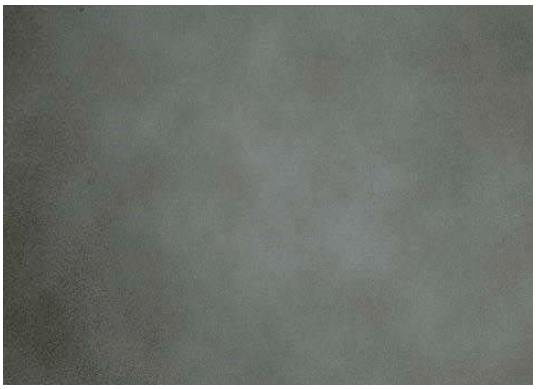
Kuidas seda viga vältida:

- Järgi täpselt Toote Tehnilises Kasutusjuhendis toodud soovitusi värvimaterjali komponentide valiku ja segamissuhete kohta.
- Seadista värvipüstol vastavalt töötingimustele ja kasutatavale materjalile – kontrolli pihustusjälje kuju enne värvimise alustamist. Hoia materjali regulaator täielikult avatuna.
- Kasuta soovitatud töösurvet ja ära seda tavatingimustes ületa.
- Vaatle värvitud pinda kohe peale värvimist ja vajadusel lisa koheselt materjali kohtadesse, kus esineb muu värvipinnaga võrreldes nähtavalt krobelisi laike.

Kuidas seda viga parandada:

- Kuivata värvipind täielikult, lihvi värvipinna kuivad kohad ettevaatlikult spetsiaalse peenabrasiiviga siledaks ja poleeri, kasutades selleks sobivat poleerainet.
- Vajadusel, kui näiteks kuiva kohta põhjuseks on liiga õhuke värvipind, lihvi pind siledaks ja värvi uuesti.

Pilvisus



Olemus ja võimalikud põhjused:

Pilvisuse efekt tekib juhul, kui baasvärvi värvimisel langeb metallikutera pinnale ebaühtlaselt ja tekitab seeläbi valgust peegeldades pilvedega sarnase efekti.

- Töötingimuste jaoks ebasobiv lahusti või viskoossuslisand ning korralikult segamata baasvärv.
- Baasvärvi pihustamine liiga lähedalt.
- Baasvärvi pihustamine liiga märjas kihis või värvisüsteemi valmistaja nõuetele mittevastavalt.
- Mittetöökorras värvipüstol ja sellest tingitud ebaühtlane pihustamislehvik.
- Vale töösurve pihustamisel.
- Madal temperatuur pihustamisel värvikambris. Kõrge suhteline õhuniiskus.
- Baasvärvi vahekuivamisaeg enne laki pihustamist liiga lühike.

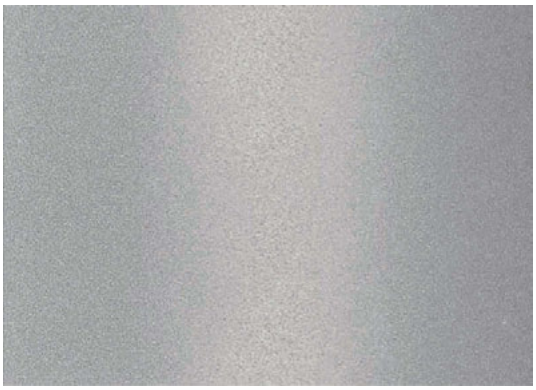
Kuidas seda viga vältida:

- Vali töötingimustele sobiv lahusti või viskoossuslisand baasvärvi jaoks ja kasuta alati ainult värvisüsteemi valmistaja poolt soovitatud ainet. Külma välisõhu korral võib kasutada kuivamist kiirendavat viskoossuslisandit ja kõrge temperatuuri korral aeglustavat.
- Baasvärvide, eriti efektvärvide korral, on väga oluline segada valmistehtud värv ja lisandid korralikult läbi, et metallikuosad ning pigmendid seguneksid ühtlaselt.
- Kasuta korras ja kontrollitud värvipüstolit, sobivat pihustamiskaugust ja õiget töösurvet.
- Veendu, et kasutatav värvimispüstol on puhas ja õieti reguleeritud. Pihusta enne värvimise alustamist seinale teibitud paberile näidis, et veenduda pihustamislehviku õiges kujus ja suuruses. See on väga oluline!
- Metallikvärvide pihustamisel on oluline mitte pihustada liiga märga kihti, nii võivad metallikosakesed „ära uppuda“ ning tekitada tumedama ja pilves efekti. Samuti võib, olenevalt kasutatavast värvisüsteemist, olla ebasobiv pihustada liiga kuivas kihis, selle tagajärjel võib liiga kiirelt kulgev kuivamine samuti tekitada pilvisust, kuna metallikuosakesed ei saa kuivas kihis enam õiget positsiooni võtta ja tulemus on ebaühtlane.
- Värvimisel hoia värvipüstol värvitava pinnaga täiesti paralleelne ja liigu ühtlase sammu ja ülekattega kogu pinna ulatuses. Ära unusta servi ja autokere alaosa!
- Järgi värvimisel täpselt kasutatava Toote Tehnilist Kasutusjuhendit.

Kuidas seda viga parandada:

- Lase värvikihil korralikult kuivada ja kanna pinnale uus värvikiht kahes õhukeses kihis või üksteisele järgnevas kerges kihis, pihustades normaalsest veidi kaugemalt, et ühtlustada värvipinda. Järgi täpselt värvisüsteemi valmistaja nõudeid!
- Kui pilvisus tuleb nähtavale alles peale lakkimist, jääb üle vaid lakk korralikult kuivatada, matistada ning seejärel pinnad uuesti värvida.

Hõbedane rant (ka halo, hajutusrant)



Olemus ja võimalikud põhjused:

Ebamäärane halo (helendus), mis esineb tavaliselt hajutusala servadel.

- Tingitud peamiselt valest hajutustehnikast – liiga konkreetne hajutuspiir või liiga kuiv kiht hajutusala serval. Vale hajutustehnika ja –suund võivad samuti olla põhjuseks. Olenevalt värvisüsteemi valmistajast võib sellel probleemil olla mitmeid erinevaid põhjusi.
- Võib ilmneda ka tumedama randina heledate värvide hajutamisel.
- Üheks põhjuseks on ka retseptis sisalduvate värvikomponentide suuresti erinev kaal ning selle tagajärjel võib hajutamise käigus raskema pigmendi osakesed kaugemale lennata ning tekitada hajutusala serva sädeleva efekti.

Kuidas seda viga vältida:

- Omanda õiged töövõtted metallikvärvide hajutamiseks. Vajadusel palu oma töömeetodit kõrvalt hinnata ja korrigeeri vajadusel vead. Pidevate probleemide korral tuleb kasuks hajutustehnika harjutamine vanadel detailidel.
- Veendu, et värvipüstol on korras ja õieti reguleeritud. Võimalusel kasuta hajutamisel normaalsest madalamat survet, see vähendab raskemate pigmentide väljapaiskumise ja sädeleva hologrammi tekkimise võimalust.
- Sega baasvärvi kõik komponendid enne värvimist korralikult läbi.
- Väga keeruliste värvitoonide korral võib osutuda vajalikuks nn. tagurpidi hajutuse tegemine, kus hajutatakse väljast sissepoole. Niiviisi välditakse võimaliku hajutusrandi tekkimist. Selline tehnika vajab harjutamist hea spetsialisti käe all, kuid võib olla väga tõhus.

Kuidas seda viga parandada:

- Lase baasvärvi kihil ja hajutuskohal korralikult kuivada ja korda seejärel hajutust. Järgi värvisüsteemi valmistajate nõudeid, vesibaasvärvide korral võib probleemi parandamiseks kasutatav tehnika olla vägagi erinev, olenevalt kasutatavast värvimargist.
- Kui hajutuspiiril olev rant tuleb nähtavale alles peale lakkimist, tuleb lakipind korralikult kuivatada, matistada ning seejärel teha uus värvimine ning hajutus.

Silikooniaugud (ka kraatrid, kalasilmad)

Silikoonikraater lakipinnas, läbilõige (suurendus 320 x)

Olemus ja võimalikud põhjused:

- Vale või ebapiisav pinna ettevalmistus ja puhastamine. Paljud poleerained ja vahad sisaldavad silikooni, mis on kraatrite tekkimise peamiseks põhjuseks. Silikooni molekulid kinnituvad tugevalt värvipinnale ja nende eemaldamiseks on vaja pinnad puhastada, kasutades spetsiaalseid silikooni eemaldamiseks mõeldud puhastusaineid ja nn.„kahe lapi tehnikat“, mille korral esimese lapiga puhastatakse pind, kasutades rohkelt silikoonieemaldit ja teise lapiga eemaldatakse pinnalt jäägid ning kuivatatakse pind lõplikult.
- Võib olla tingitud vana värvikihi probleemidest või eelmisel remondil tehtud vigadest. Vana värvikiht võib sisaldada silikooni ka eelmisel remontvärvimisel kasutatud lisaainetest. Tavaliselt on võimalik ka need jäägid hoolikalt puhastades eemaldada.
- Saastatud suruõhk – vesi või õli suruõhusüsteemis või hooldamata suruõhufiltrid;
- Õli, vaha või silikoon, mis kantakse värvimisalasse ventilatsiooni kaudu ülejäänud töökoja osast.
- Silikooni sisaldavate pesu- ja poleerimisainete kasutamine ja silikooni sisaldavate aerosoolide kasutamine värvimistöökojas.

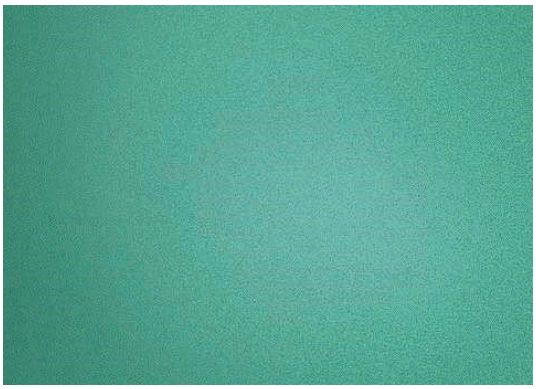
Kuidas seda viga vältida:

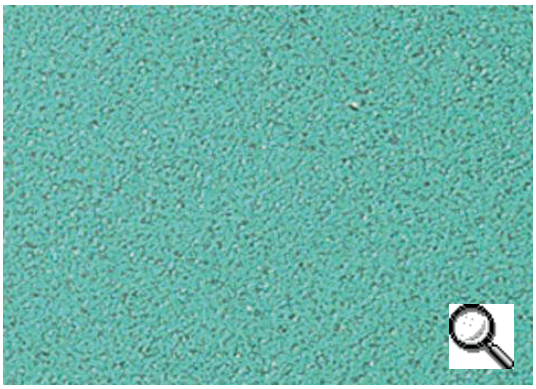
- Kõik võimalikud silikoonijäägid tuleb pinnalt eemaldada enne värvimise eeltöö alustamist, kasutades sobivat puhastusainet ja –meetodit.
- Suruõhusüsteemi tuleb regulaarselt puhastada ja hooldada ning eemaldada filtritest ja mahutist vee ja õli jäägid igapäevaselt. Suruõhufiltrite elemendid tuleb vahetada iga 6 kuu tagant.

Kuidas seda viga parandada:

- Silikoonist tekitatud probleemide remont on üks aeganõudvamaid ning tihti korduvad probleemid uuesti, seetõttu võib osutuda vajalikuks kogu pinnakatte täielik eemaldamine.
- Kui värvimise käigus tekivad juba baasvärvi pinnale kraatrid, võib osutuda võimalikuks (olenevalt kasutatavast värvisüsteemist) õhukeste kihtidena värvides kraatrid värviga katta ja saavutada enam-vähem veatu pind.
- Kui probleem pole väga laialdane, siis võib vajadusel kasutada silikooniaukude tekke vastast lisandit (nn. antisilikooni), vaata värvivalmistaja Toote Tehnilist Kasutusjuhendit.
- Keerulisematel juhtudel või suurte pindade korral võib osutuda vajalikuks vigastatud pinnad siledaks lihvida, uuesti puhastada, isoleerida ning värvida.

„Sool ja Pipar“ – efekt





Olemus ja võimalikud põhjused:

- Vesibaasvärvide kasutamisel tekkiv efekt, mis lähemal vaatlusel meenutab pinnale puistatud soola ja pipra puru, ehk väga väikesi heledad ja tumedad täppe baasvärvi pinnal.
- Tavaliseks põhjuseks on liiga märjalt värvitud baasvärvi kihid, mille korral võib heledat tooni metallikvärvide pinnale tekkida peen tume puru, mille põhjuseks on pigmentide füüsikaline eraldumine.

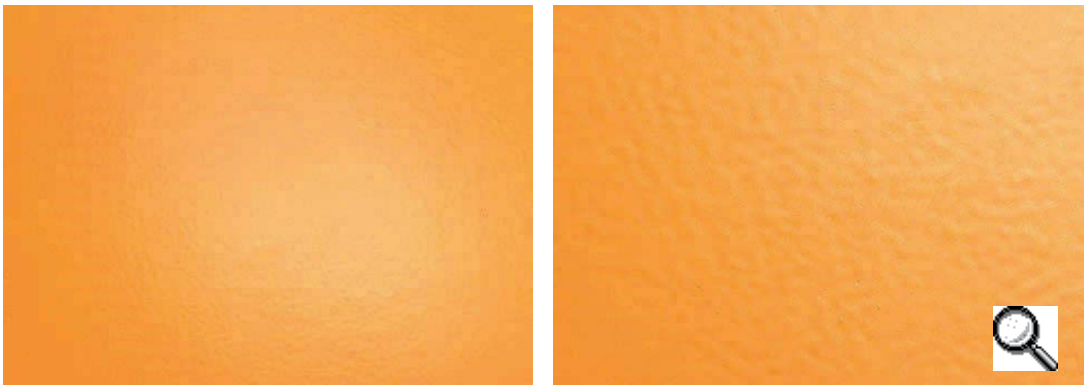
Kuidas seda viga vältida:

- Kasuta vesibaasvärvide värvimisel värvisüsteemi valmistaja poolt soovitatud värvipüstoli otsikut , õiget töösurvet ja korrektset töökaugust värvitavast pinnast. Väldi baasvärvi kandmist pinnale liiga märja kihina.

Kuidas seda viga parandada:

- Probleem on reeglina nähtav ainult peale lakkimist ja laki kuivamist. Seetõttu on vajalik pind kuivatada, lihvida ja uuesti värvida ning lakkida.

Apelsinipind (ka apelsinikoor, kananahk)



Olemus ja võimalikud põhjused:

Ebaühtlane pind – küllalt sarnane apelsinikoore pinnastruktuurile, mille põhjuseks on atomiseeritud värviosakeste mittetäielik ühinemine ja ühtlaseks siledaks kihiks mittevajumine. Värvitilgad kuivavad enne, kui nad on jõudnud moodustada ühtlase sileda kihi.

- Valed värvipüstoli seaded ja värvimistehnika. Liiga madal töösurve pihustamisel, liiga lai värvipüstoli lehvik, mis tingib värvitilgakeste lendumise nii kaugele, et need juba õhus osaliselt kuivavad ja seetõttu krobelise pinna moodustavad.
- Kõrge temperatuur värvimisalas või värvikambris. Kõrge temperatuuri korral lendub lahusti värviosakestest nii kiiresti, et algab kohene kuivamine ja tilgad ei jõua enam siledaks vajuda ning moodustada ühtlast värvikihti.
- Ebasobiv kuivatusviis. Kuivatamine suruõhuga puhudes enne, kui värvitilgad on vajunud ühtlaseks siledaks kihiks on suhteliselt tavapärane apelsinipinna tekkepõhjus.
- Ebasobiv vahekuivatusaeg kihtide vahel või teise kihi pihustamine liiga pika ooteaja järel. Kui esimene värvikiht on liiga kaua kuivanud, siis on võimalik, et järgneva kihi pihustamisel imbub värvis sisalduv lahusti juba kuivanud eelmise kihi sisse ja ei lase viimasel, äsja pihustatud kihil, piisavalt siledaks vajuda.
- Ebasobiv lahusti. Liiga vähe lahustit või liiga kiirelt lenduv lahusti muudab atomiseeritud värviosakesed kiiresti kuivaks ja ühtlast siledat kihti ei saa tekkida.
- Liiga madal temperatuur värvimisalas või värvikambris.
- Liiga kõrge värvimaterjali viskoossus e. liialt väike kogus lahustit töösegus.
- Värvimaterjali komponendid on korralikult segamata.
- Aluspind on korralikult siledaks lihvimata – sel juhul on apelsinipind tingitud aluspinnal säilinud struktuurist ja pole otseselt värvimisvigade tagajärg.

Kuidas seda viga vältida:

- Kasuta värvimistingimustele ja materjalidele vastavat värvipüstoli otsikut, õiget töösurvet ja korrektset töökaugust värvitavast pinnast.
- Väga külmadel ja väga kuumadel päevadel püüa värvimistöid läbi viia siis, kui temperatuur on lähemal normaalsele – kuumal perioodil väldi keskpäevast aega, mil välisõhu temperatuur ka Eestis võib tõusta üle 30°C.
- Vali värvimistingimustele ja pinna suurusele vastav lahusti. Aeglasema lahusti kasutamine aitab reeglina probleemi vältida.
- Vahekuivatusaeg kihtide vahel peab olema piisav. Kunagi ei tohiks 2K-materjale suruõhuga puhudes kuivatada. Väldi ka liiga pikki vahekuivamisaegu.
- Nii kruntide kui ka pinnavärvide/lakkide kuivamisaeg ja –temperatuur peab vastama valmistaja nõuetele. Kuivatusaeg ei tohiks olla ei liiga lühike ega ka liiga pikk.

- Tavapärasest erinevate töötingimuste või ilmastiku korral mõõda valmissegatud värvimaterjali viskoosust viskosimeetriga ja lisa vajadusel lahustit õige tööviskoossuse saavutamiseks.
- Segage kõik pigmenteeritud pinnavärvid enne kasutamist hästi läbi.
- Lihvi aluspinnad alati täiesti siledaks, ära jätke pinnale vähimatki eelmiste pindade struktuuri.
- Järgi värvimisel alati Toodete Tehnilist Kasutusjuhendit.

Kuidas seda viga parandada:

- Kui struktuur pole väga tugev või esineb ainult väikeses ulatuses, siis aitab sobiva peenabrasiiviga pinna siledaks lihvimine ja hilisem poleerimine.
- Tugeva struktuuri korral on lihtsam ja kiirem kogu pind siledaks lihvida ning uuesti värvida/lakkida.

Järelkuivamine (ka „saared“)

Olemus ja võimalikud põhjused:

Saarekujulised järelkuivamised tekivad pealekantavas materjalis (nt. Pahtlis või krundis) sisalduva lahusti imbumisest alumistesse kihtidesse (nt. metallilt vanale värvile üleminekualal), mille tagajärjel aluspind „turdub“ üles. Lihvimise käigus pind silutakse ja lihvitakse ära ka turdunud materjaliosa. Hilisema lõpliku kuivamise käigus eralduvad lahustid ka lahustite toimel kerkinud alusmaterjalist ning aluspind laskub tagasi oma esialgsesse positsiooni. Kuna tema pealt on osa materjalist ära lihvitud, siis selle koha peale tekivad nn. äravajumised ehk saared.

- Esineb tavaliselt aladel kus vana värvi kiht oli eeltöö käigus krundini või aluspinnani läbi lihvitud ning läbilihvitud kohad ei olnud nõuetekohaselt isoleeritud.
- Eeltöö tegemisel on kasutatud liiga jämeda karedusega lihvmaterjale, eriti üleminekualadel – mida jämedama karedusega on pind lihvitud, seda suurem on pindala, läbi mille saavad lahustid alusmaterjali imbuda.
- Kruntimisel on kasutatud liiga pakse märgi krundikihte ja neid on „laotud“ üksteise peale ilma eelmise kihi korraliku vahekuivatuseta. Lahusti jääb seetõttu järgmise kihi alla lõksu, imbub ka pahtlisse ja hiljem aegamööda välja pääsedes tekitab selgelt nähtava saarekujulise järelkuivamise.
- Liiga pehme originaal- või vana värv. Kruntmaterjalis sisalduv lahusti imbub lihvitud vana värvi sisse ja see turdub üles, eriti läbilihvitud kohtades. Hilisemal täielikul kuivamisel kahanevad lahusti toimel turdunud kohad muust pinnast enam ning joonistuvad „saartena“ välja.
- Liiga vähe kõvendit pahtlis, mistõttu pahtel ei kõvene täielikult ja jääb lahustitundlikuks. Esineb eriti suveperioodil, kui maaler on hädas pahtli kiire kuivamisega segamislaual ja püüab seda kompenseerida kõvendikoguse vähendamisega.
- Kruntmaterjalide ebapiisav segamine vahetult enne pihustamist. Tänapäevaste kruntmaterjalide kõrge pigmentide sisaldus teeb võimalikuks pigmentide settimise kui materjali peale segamist koheselt ei kasutata. Seetõttu pihustatakse pinnale liiga sideaine- ja lahustirikast töösegu, mis ei kuiva täielikult ettenähtud aja jooksul.
- Ebapiisav pinna puhastus enne värvimist. Sellest võib olla tingitud halb nakkuvus detaili või läbilihvitud alade servades tänu millele joonistuvad nende alade servad kuivades välja.
- Ebapiisav kruntmaterjalide kuivamine, mis on tingitud madalast tööruumi temperatuurist kuivamisel, liiga paksudest värvimaterjalide kihtidest või kiirustamisest eeltöö protsessis.

Kuidas seda viga vältida:

- Kontrolli vana värvi lahustitundlikkust enne lihvimist ja kruntimist, asetades värvipinnale lahustiga immutatud puhastuslapi vähemalt 30 sekundiks. Kui värvipind selle tulemusena pehmeneb või sulab, on soovitatav katta pind enne edasist töötlust spetsiaalse isoleerkrundiga, et vältida lahustite imbumist aluspinda ja selle turdumist.

- Kasuta vana värvi eemaldamiseks karedust P120 ja lihvi üleminekud vanale värvile karedusega vähemalt P180. Pahtli lihvimisel väldi üleminekualade vigastamist jämeda lihvpaberiga. Enne kruntimist viimistle pinnad karedusega P240-P320.
- Lisa alati pahtlisse ettenähtud kogus kõvendit. Kui segatud pahtlikogus jõuab kuivada enne täielikku pinnalekandmist, siis valmista korraga väiksem kogus pahtlit.
- Kanna kruntmaterjalid pinnale õige viskoossusega ja ühtlaste normaalse paksusega kihtidena ning lase enne iga järgmise kihi pinnale kandmist eelmisel kihil kuivada täiesti matiks. Järgi täpselt Toodete Tehnilisi Kasutusjuhendeid.
- Sega kõik pigmenteeritud kruntmaterjalid ja pinnavärvid vahetult enne kasutamist hästi läbi.
- Vali oma töökoja tingimustele ja värvimistöö iseloomule vastavad kõvendid ja lahustid.
- Puhasta kõik värvitavad pinnad korrektselt ja kuivata enne materjalide pinnale kandmist.

Kuidas seda viga parandada:

- Kergete järelkuivamisefektide (saarte) korral võib osutuda võimalikuks pind peenabrasiiviga siledaks lihvida ja peale seda poleerida.
- Tugevate järelkuivamisjälgedega pinnad tuleks enne edasist töötlust veelkord kuivatada kuivatuskambris - 1 tund/ 60°C. Seejärel lihvida, vajadusel isoleerida ja uuesti viimistleda.

Pigmendi läbiimbumine värvikihist

Olemus ja võimalikud põhjused:

Originaalvärvi pigment või pahtli peroksiidkõvendi imbub läbi värske värvikihi, muutes selle laiguliseks.

- Originaalvärvi pigmendid reageerivad uue värvimaterjaliga ja imbuvad uue värvipinna sisse ning tõusevad selle pinnale, muutes värvipinna plekiliseks. Eriti tihti avaldub efekt vanemate autode punaste originaalvärvide korral.
- Vana värvi kiht ei ole piisavalt isoleeritud.
- Liiga palju kõvendit polüesterpahtlites, peroksiidkõvendi ülejääk imbub uue värvipinna sisse ja „sööb ära“ selle pigmendid, tekitades pinnale värvilised plekid.
- Ebapiisav pahtli ja kõvendi omavaheline läbisegamine ja peroksiidkõvendi läbiimbumine pealmistesse kihtidesse.

Kuidas seda viga vältida:

- Kahtluse tekkides on oluline alati vana värvipinda testida, pihustades katseks väikesele alale kasutatavat värvi, probleemi ilmnedes isoleeri kogu värvitav pind sobiva isoleerkrundiga.
- Kasuta polüesterpahtlite segamisel alati korrektset segamissuhet, vajadusel kasuta kõvendi annustamisel kaalu.
- Võimalusel eelista pahtliautomaatide kasutamist käsitsisegamisele, nii on õige segamissuhe alati tagatud.
- Sega alati kõik pahtlid ja pritspahtlid korralikult läbi, nii et töösegu värv oleks ühtlane.

Kuidas seda viga parandada:

- Peroksiidilaikude ilmnemisel tuleb eemaldada kogu pinnakate, kaasa arvatud polüesterpahtel ja pind uuesti pahteldada ning viimistleda.
- Pigmendilaikude korral, mille põhjuseks on pigmendi imbumine vanast värvikihist lihvige originaalvärvi pind ühtlaseks, kandke pinnale isoleerkrunt, kuivatage see täielikult ja seejärel värvige pind uuesti.

Remontvärvi värvuse mittesobivus (vale toon)

Olemus ja võimalikud põhjused:

Värvitud detaili värvus erineb värvimata detailide värvusest.

- Maaler valis vale retsepti või retsepti vale variandi.
- Valesti reguleeritud värvipüstol või ebakorrektne töösurve.
- Originaalvärv on aja jooksul oksüdeerunud ja selle värvus keskkonnamõjude tagajärjel muutunud.
- Vale pihustamistehnika (eriti metallik- ja pärlmutterefektvärvide korral), liiga märg või liiga kuiv pihustamine, baasvärvi halb katvus.
- Valmis tehtud värvi töösegu ei segatud enne värvimise alustamist uuesti korralikult läbi.
- Tehase värvuse kõikumised autode tootmisprotsessi käigus. Samas partiis sama värvi autodel esineb värvuse kõikumisi.
- Mittekorras värvisegamissüsteem (igapäevaselt segamata, vananenud komponendid jne.).

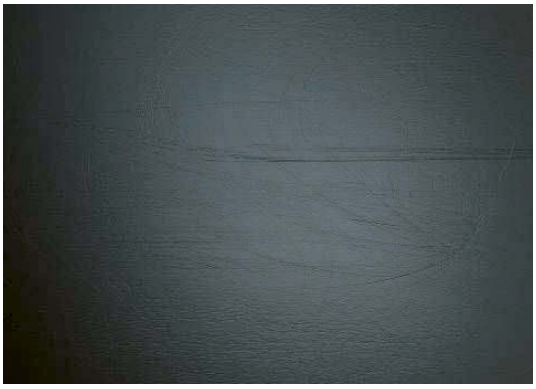
Kuidas seda viga vältida:

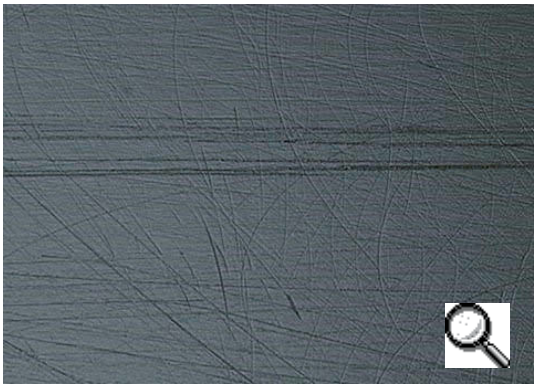
- Kontrolli enne värvimist valitud retsepti sobivust enda poolt värvitud näidise abil ja veendu, et oled valinud antud autole sobiva värvuse ning sellele vastava retsepti.
- Sega eelnevalt valmis tehtud värv enne värvimist korralikult läbi.
- Toonisobivuse kontrollimiseks poleeri värvitava pinna kõrval olevat detaili ja kontrolli värvinäidist sellel pinnal.
- Kasuta esmaseks värvuse tuvastamiseks elektroonilist fotospektromeetrit ja vastavat tarkvara. Tulemuse kuvamisel kontrolli pakutud lahendust värvinäidiste abil.
- Vajadusel järgi värvisüsteemi valmistaja nõuandeid värvi toonimiseks, et saavutada antud sõidukile täpselt sobiv värvus. Spektromeetrid võimaldavad ka värvi küllalt täpselt toonida.
- Kasutage värvimisel pihustamistehnikat, mis võimaldab saavutada võimalikult täpse värvuse sobivuse, kontrollige vajadusel oma värvitud näidise abil.
- Pihusta toonisobivuse täpseks kontrollimiseks alati oma näidiskaart ja märgi selle teisele poolele kõik vajalikud andmed - auto mark, mudel ja valmistusaasta, värvuse nimetus, kood, variant ja võimalusel ka retsept.
- Hajuta värv alati kõrvalolevatele detailidele, kui selleks on võimalus. See on kõige kiirem ja ökonoomsem viis vältida tooniprobleeme!

Kuidas seda viga parandada:

- Lihvi värvitud pinnad kergelt ja värvi uuesti, kasutades selleks sobivat värvitooni, vajadusel toonides olemasolevat retsepti või kasutades hajutustehnikat parima võimaliku toonisobivuse tagamiseks.

Lihvimiskriimud





Olemus ja võimalikud põhjused:

- Liiga suure karedusega lihvimisvahendid, ebasobiv karedus arvestades pinna edasist viimistlemist. Kareduste „vahelejätmine“, ehk jämedalt lihvitud pinda püütakse lihvida oluliselt peenema abrasiiviga, mis ei suuda eelmise abrasiivi jäetud lihvimiskriime põhjani välja lihvida.
- Ebakvaliteetsete (ebaühtlase või vale suurusega abrasiiviga) Lihvmaterjalide (lihvketaste ja höövlipaberite) kasutamine.
- Täielikult läbikuivamata kruntmaterjalide lihvimine.
- Puudulik polüesterpahtlite isoleerimine enne kruntimist või värvimine otse polüesterpahtli peale. Polüestermaterjalid on poorsed ja imavad värvid osaliselt enda sisse ning peale kuivamist jäävad lihvimiskraapsud liiga õhukese värvikihi tõttu näha.

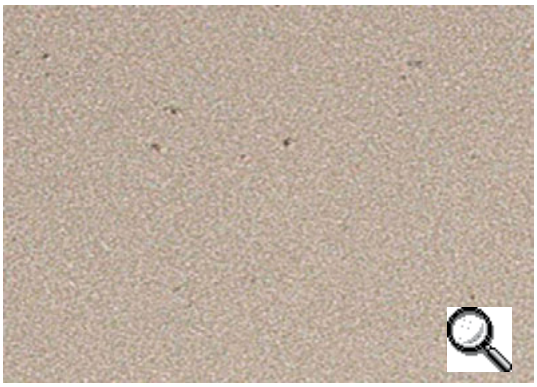
Kuidas seda viga vältida:

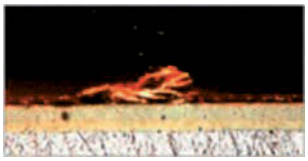
- Kasuta ainult sobiva karedusega, kvaliteetseid lihvimismaterjale. Pea kinni abrasiivide kareduste järjekorrast lihvimisel.
- Kuivata kruntmaterjalid enne lihvimist täielikult. Vajadusel kasuta IR-kuivatit.
- Isoleeri polüestermaterjalid ja läbilihvitud kohad sobivate 2K-täitevkruntidega.
- Probleem on reeglina nähtav ainult peale lakkimist ja laki kuivamist. Seetõttu on vaja pind kuivatada, lihvida ja seejärel uuesti värvida ning lakkida.

Kuidas seda viga parandada:

- Lihvi pind siledaks, puhasta, vajadusel isoleeri ja viimistle uuesti.

Tolmutäpid (tolm, mustus, saaste, täpid jne.)





Riidekiud värvipinnas

Defekt krundipinnas

Metalliosake tehasekrundis

Olemus ja võimalikud põhjused:

Sellise defektiga pinnal on nähtavad ja käega tuntavad, värvipinna sisse kinni jäänud ja sellest osaliselt kõrgemale ulatuvad, eri suuruse ja kujuga osakesed.

- Värvitava sõiduki pindade staatiline laetus, millest tingituna tõmbab värvitav pind kergesti ligi tolmu- ja muid osakesi.
- Kuivlihvimise tolm ja automaalri määrdunud tööriietest pärinev mustus.
- Madala kvaliteediga katmispaberi kasutamine.
- Enne pihustamist ei puhastatud pinda vahalapiga.
- Ebakvaliteetne ja ebapiisavalt filtreeritud suruõhk.
- Kuiv pihustustolm, mis langeb märja värvikihi pinnale.
- Värvimaterjalid, mida säilitatakse määrdunud ja kuivanud värvijääke sisaldavas purgis või kuivanud värviga kaetud segamiskaante kasutamine.
- Värvimaterjale ei filtreeritud enne kasutamist või kasutati ebasobivat filtrit.
- Ebasobiva värvimisriietuse kandmine või spetsriietuse täielik puudumine.
- Vananenud (kasutustähtaja ületanud) värvimaterjalid.
- Värvitav sõiduk jäeti enne värvimist korrektselt suruõhuga puhastamata.
- Värvikambri seintele ja põrandarestidele ladestunud kuiv pihustustolm.
- Hooldamata värvikamber, ebapiisav õhuvahetus ning puudulik õhu liikumine kambris.

Kuidas seda viga vältida:

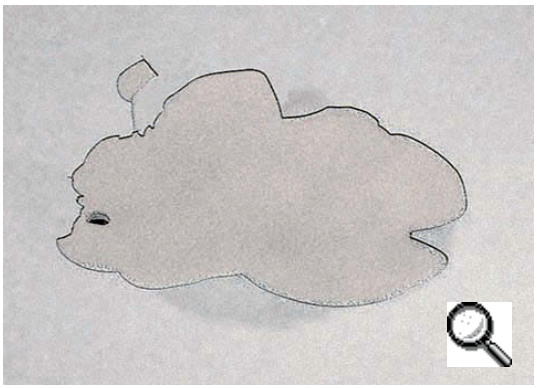
- Kasuta alati antistaatilist puhastusvahendit pindade värvimiseks ettevalmistamisel ja maandage värvitav sõiduk korrektselt.
- Hoia värvitöökojas korda. Värvikambri uksed peavad olema alati suletud, et tolm eeltööalast ei pääseks värvikambrisse. Mittetäieliku restpõranda korral võib enne värvimist vajadusel põranda veega märjaks kasta. Väldi liigset niiskust värvikambris!
- Kasuta värvikambri seinte katteks tolmu enda külge liimivat pinnakatet, näit. 3M Värvikambri Kaitsekangast või pihustatavat kaitsevaha.
- Kanna värvimise ajal spetsiaalset, antistaatiliste omadustega, värvimiskostüümi ja sobivat peakatet.

- Enne auto värvimiseelset katmist puhasta suruõhuga kogu värvitava sõiduki pind, kaasa arvatud nurgatagused, rattakoopad ja avatud õõnsused. Puhu pinnad uuesti üle peale katmist ja vahetult enne värvimist 1 bar'i võrra suurema survega, kui värvimisel plaanid kasutada - nii elimineerid võimaluse, et mõni tolmuosake värvimise käigus kusagilt irdub ja värskelt värvitud pinnale lendab.
- Kasuta vahetult enne auto värvimise alustamist spetsiaalset vahalappi või Non-Woven kuivpuhastuslappi. Kasuta vahalappi alati koos suruõhuga, et vältida vahalapi nakkumist pinnale ja puhuda tolm pinnalt lahti.
- Hoolda värvikambrit ja suruõhusüsteemi ettenähtud hooldusgraafiku alusel ja veendu igapäevaselt, et seadmed oleksid heas töökorras.
- Järgi alati värvisüsteemi valmistaja juhendeid (töösurve, lahusti valik, kihtide arv), et vältida kuiva pihustustolmu tekkimist ja sadestumist kõrvaldetailidele.
- Sõiduk peab alati olema enne eeltöö alustamist üleni pestud ja suruõhuga kuivatatud;
- Ära kasuta kasutusaja ületanud värvimaterjale.
- Kasuta alati konkreetse värvimaterjali jaoks sobivat värvifiltrit või PPS-anumat.

Kuidas seda viga parandada:

- Kuivata värvipind täielikult, eemalda tolmuosakesed pinnalt lihvides, spetsiaalsete peenabrasiivide abil. Poleeri seejärel pind, kasutades sobivat poleerainet. Viimistle pind peale töötlust kaitsevahaga.
- Väga suurte defektide korral või juhul, kui pind on tolmuosakestega üleni kaetud, võib osutuda vajalikuks pind üleni siledaks lihvida ning uuesti värvida ja lakkida.
- Pinnad on vaja uuesti lihvida ja värvida ka juhul, kui tolmuosakesed ladestusid juba värskele baasvärvi kihile ja neid ei õnnestunud sealt eemaldada.

Laki irdumine alusvärvilt



Olemus ja võimalikud põhjused:

- Liiga paks alusvärvi (baasvärvi) kiht.
- Baasvärvi kihtide vahekuivatusaeg liiga lühike, ebapiisav kuivatus enne lakkimist.
- Värvimise ja lakkimise vahe on liiga pikk ja baasvärv on enne lakkimist läbi kuivanud, lakk ei nakku enam baasvärviga.
- Vale laki ja kõvendi segamissuhe.
- Omavahel ebasobivad (eri valmistajate) baasvärv ja lakk.

Kuidas seda viga vältida:

- Baasvärv peab kuivama enne lakkimist värvisüsteemi valmistaja poolt ettenähtud aja.
- Väldi liiga paksu baasvärvi kihti.
- Väldi omavahel ebasobivate baasvärvi ja laki kasutamist, kasuta alati sama valmistaja tooteid, mis moodustavad süsteemi ja mille koostoimimise eest vastutab valmistaja.
- Lisa lakile kõvendi või aktivaator õige segamissuhte järgi ning sega kõik komponendid enne kasutamist omavahel täielikult läbi.
- Järgi soovitusi värvisüsteemi kasutamiseks Toodete Tehnilistest Kasutusjuhenditest.

Kuidas seda viga parandada:

- Lihvi vigastatud koht siledaks, isoleeri sobiva isolaatorkrundiga ja viimistlege uuesti.
- Ulatuslikuma probleemi korral on ilmselt vajalik kogu pinnakatte eemaldamine kuni krundini.

Värvikihi koorumine aluspinnalt (ka halb nakkuvus, delamineerumine)

Olemus ja võimalikud põhjused:

Nakkuvuse kadumine värvimaterjali kihi ja aluspinna vahel – värvi ja krundipinna või krundi ja vana värvipinna vahel.

- Ebapiisav pindade puhastamine ja ettevalmistus. Lihvimistolmu või muu saaste mittetäielik eemaldamine pinnalt takistab värvikihil aluspinnaga nakkumast.
- Ebapiisav halja metallipinna puhastamine ja ettevalmistus. Nakkekrundi (happekrunt, epoksiidkrunt) mittekasutamine halja metallipinna ja edasiste pinnakihtide nakkuvuse tagamiseks. 2-komponentsed lihvkrundid ei nakku üldjuhul halja metallipinnaga piisavalt hästi ja vajavad nakkumise tagamiseks vahekihina nakkekrunti.
- Aluspinnaga ebasobivate materjalide kasutamine. Eriti oluline galvaniseeritud ja alumiiniumpindade korral!
- Korralikult läbisegamata värvimaterjalide kasutamine.
- Liiga paks kruntmaterjalide kiht.
- Liiga paks ja suruõhupuhurite abil kuivatatud vesibaasvärvi kiht.
- Liiga kuiv pihustamine, millest tekkinud pihustamistolm halvendab oluliselt värvimaterjalide nakkuvust aluspinnaga.
- Liiga lühikesed vahekuivatusajad.
- Halvasti lihvitud või karestatud aluspinnad (nii metall, vana värv kui ka lihvkrunt).
- Liiga kõrge või liiga madal aluspinna temperatuur kruntimisel või värvimisel.
- Kondenseerunud niiskus värvitaval pinnal tänu kiirele õhutemperatuuri muutusele.

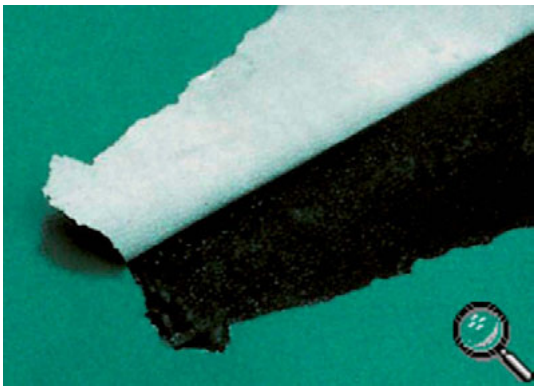
Kuidas seda viga vältida:

- Kasuta alati sobiva karedusega abrasiivmaterjale aluspindade ettevalmistamisel.
- Vali värvimaterjalidele töötingimustega sobivad kõvendid ja lahustid.
- Kasuta ka kruntmaterjalide korral ainult värvivalmistaja poolt ette nähtud lahusteid.
- Ära pihusta lihvkrunte liiga paksus kihis, enne järgmise kihi pealekandmist lase eelmisel kihil matiks kuivada.
- Ära kanna vesibaasvärvi pinnale liiga paksu kihina. Normaalsest paksema kihi korral väldi värvikihi kuivatamisel suruõhu puhurite abil, lase värvipinnal normaalselt matiks kuivada.

Kuidas seda viga parandada:

- Eemalda pinnakatte kihid aluspinnani lihvimise teel.
- Viimistlege pind uuesti, kasutades korrektset tehnoloogiat.

Halb värvikihi nakkuvus plastpindadega



Olemus ja võimalikud põhjused:

- Ebapiisav pindade puhastus, puudulik plastdetailide eelsoojendus (lõõmutus) ja selleks ettevalmistus, mille tagajärjeks on vormivaha ebapiisav eemaldamine.
- Plastipinna tehniliselt vale ettevalmistus edasiseks töötluseks.
- Valesti identifitseeritud plasti liik.
- Ebasobiva nakke- ja isoleerkrundi kasutamine.
- Ebasobiva ja/või plastifitseerimata pinnavärvisüsteemi või laki kasutamine.

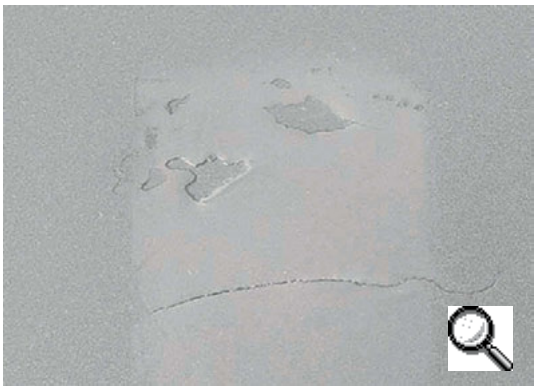
Kuidas seda viga vältida:

- Plastdetailide pind tuleb alati puhastada ja rasvatustada korrektselt.
- Tuvasta värvitava plasti tüüp ja kasuta tuvastatud plasti liigi jaoks ette nähtud värvisüsteemi.
- Puhasta värvitava plastdetaili pind, kasutades selleks ette nähtud puhastusainet ja –meetodit.
- Kasuta värvisüsteemi valmistaja poolt soovitatavat isoleerkrunti või aluskrunti koos korrektse kõvendi/aktivaatori, elastsuslisandi ja lahustitega, järgi materjalide õiget seguvahekorda;
- Kasuta töödeldava plasti liigi jaoks sobivat pinnavärvisüsteemi.
- Enne edasist töötlemist laske plastikrundil kindlasti kuivada Toote Tehnilises Kasutusjuhendis ette nähtud miinimum aeg.

Kuidas seda viga parandada:

- Eemalda kõik pinnakatte kihid plastipinnalt.
- Viimistle pind uuesti ette, kasutades vastava plasti liigi jaoks ette nähtud tehnoloogiat.

Pahtli halb nakkuvus aluspinnaga



Olemus ja võimalikud põhjused:

- Aluspindade ebapiisav ettevalmistus ja puhastamine.
- Galvaniseeritud- või alumiiniumpindadele mittesobiv polüesterpahtel.
- Liiga kõrge temperatuur pahtli kuivatamisel (näiteks IR-kuivati kasutamisel)
- Vale pahtli ja kõvendi segamissuhe – liiga palju või liiga vähe kõvendit või korrektselt segamata pahtel.
- Vahetult pahtli all on kasutatud pahtli alla mittesobivaid tooteid, näiteks 1K krunte või aerosooltsinki.

Kuidas seda viga vältida:

- Puhasta ja lihvi kogu pahteldatav pind korrektselt. Kasuta sobiva karedusega abrasiivmaterjale.
- Eemalda aluspinnalt kogu vigastatud värvikiht, eriti aladelt, kus on eelnevalt tehtud pleki õgvendustöid.
- Järgi värvimaterjali valmistaja instruktsioone IR-kuivatuse kasutamise kohta, kasuta vajadusel kuivatite spetsiaalprogrammi polüesterpahtlite kuivatamiseks ja automaatset temperatuuri mõõtmist ning reguleerimist.
- Järgi alati õiget pahtli ja peroksiidkõvendi segamissuhet, kasuta võimalusel pahtli-segamisautomaati.
- Sega pahtel kõvendiga korrektselt läbi ja veendu, et kasutusvalmis pahtlimass oleks ühtlase värvusega, ilma laikude või triipudeta.
- Kasuta pahtli all ainult 2K kruntmaterjale.
- Enne galvaniseeritud või alumiiniumpinna pahteldamist veendu, et kasutatav pahtel sobib antud aluspindadele.

Kuidas seda viga parandada:

- Eemalda lahtised pahtlitükid ja lihvi kogu vigastatud ala hoolikalt siledaks.
- Probleemse alusmaterjali puhul eemalda ka alusmaterjal.
- Pahtelda ja viimistle pind uuesti, kasutades korrektseid materjale ja meetodeid.

Matisus (ka läike puudumine, matiks kuivamine)

Olemus ja võimalikud põhjused:

Kuivamisjärgne esialgse läike kadumine või vähenemine.

- Liiga paks pinnakatte kiht (krunt, alusvärv ja lakk). Reeglina on põhjuseks just liiga paks lakikiht.
- Täielikult kuivamata vesibaasvärv.
- Halb õhuvahetus värvikambris kuivatustsükli ajal.
- Kuivamine kas toatemperatuuril või sellest madalamal temperatuuril liiga kõrge õhuniiskuse juures.
- Ebastabiilne aluspind – kergelt lahustuv originaalvärv (näiteks pulberlakk BMW-sõidukite korral või poolvedel pulberlakk Mercedes A-klassi sõidukite korral) või täielikult kuivamata krundikiht.
- Ebaõige 2K-materjalide komponentide segamissuhe, vanaks läinud kõvendi või ebasobiv lahusti.
- Märg-märjale värvimismenetlus, mille korral täielikult kuivamata värvimaterjalide kiht on suhteliselt paks ning hilisemal lõplikul kuivamisel toimub pealmistes kihtides sisalduvate lahustite osaline imbumisele aluskihtidesse, mis põhjustab laki läike vähenemise.
- Katkestatud kuivamistsükkel – mittetäielik kuivatusaeg.

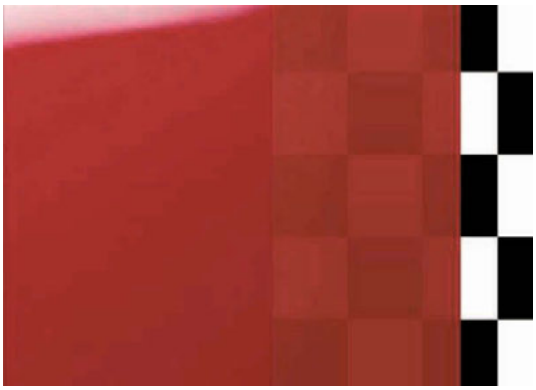
Kuidas seda viga vältida:

- Järgi värvimisel värvisüsteemi valmistaja Tehnilisi Toodete Kasutusjuhendeid.
- Sulge kõvendite ja aktivaatorite purkide kaaned kohe peale kasutamist.
- Ole veendunud, et õhuvahetus nii värvimisel, vahekuivatusel kui kuivatamisel vastaks ettenähtud kogusele ja et värvikambri filtreid vahetataks regulaarselt ning õigeaegselt.
- Ära katkestage juba alustatud kõrgendatud temperatuuriga kuivatustsüklit.
- Võimalusel väldi märg-märjale kruntimis/värvimissüsteemi kasutamist.

Kuidas seda viga parandada:

- Kerge matistumise korral piisab lihvimisest peenabrasiividega ja poleerimisest.
- Pinna täielikult matiks muutumisel on vajalik korralik järelkuivatus, pinna siledaks lihvimine, isoleerkrundiga katmine ning uuesti värvimine.

Halb katvus (ka läbipaistvus)



Olemus ja võimalikud põhjused:

Krunt, lihvkrunt või isoleerkrunt paistab läbi pinnavärvi või baasvärvi/laki kihi.

- Ebapiisav valgustus värvimiskambris, mistõttu automaaler ei näinud värvimisel, kas värv on piisavalt katnud.
- Valmistehtud värv ei olnud hästi läbi segatud.
- Värvile lisati liiga suur kogust lahustit või vett.
- Aluspinna värv oli väga erinev pinnavärvi toonist.
- Aluspinnal olid kontrastsed krundilaigud (heledal aluspinnal tumedad krundilaigud ja vastupidi).
- Keerulise kujuga aluspind (efektvärvide korral).
- Värvi ebaloomulikult halb katvus.
- Värvikihi ebapiisav paksus.
- Lohaks (ebaühtlane) värvimistehnika.

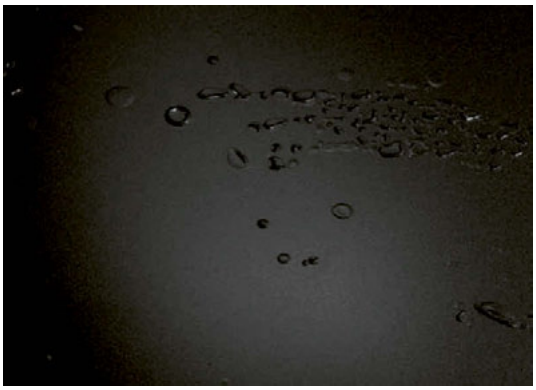
Kuidas seda viga vältida:

- Kasuta sobivat lahustit õiges koguses.
- Veendu, et värvikambris on piisavalt kvaliteetne valgustatus. Vajadusel tuleb lisada valgusteid või vahetada vananenud valgustielemendid.
- Veendu, et kasutatav värvipüstol oleks sobiv kasutatavate materjalidega ning et värvipüstol oleks heas töökorras ja õieti reguleeritud.
- Sega valmistehtud värv korralikult vahetult enne värvimise alustamist.
- Kasuta pinnavärvi heledusele/tumedusele lähedase heledusväärtusega kruntmaterjali.
- Pihusta piisavalt värvi, et aluspind täielikult katta. Halva katvuse korral pihusta vajadusel lisavärvikiht, kui ettenähtud kihtidest ei piisa. Järgi värvisüsteemi valmistaja nõuandeid.
- Kahtluse korral kontrolli krundilaikude läbipaistmist peale värvi pinnalekandmist 3M PPS Sun Gun lambi abil.

Kuidas seda viga parandada:

- Kuivata pind täielikult, lihvi kergelt ning värvi uuesti. Kui värvisüsteemi valmistaja seda lubab, siis võib olla võimalik 24 tunni jooksul pind uuesti üle värvida ilma aluspinda lihvimata.

Niiskusmullid (ka. rakud, mullid, mullitamine)



Olemus ja võimalikud põhjused:

- Lihvimisel ja pesemisel kasutatud vee jäägid detailide servades, -õõnsuste põhjas ja dekoratiivliistude all.
- Maanteesoola jäägid värvipinnal, mida pole enne eeltöö alustamist voolava veega maha pestud. Soolakristallid tõmbavad vett enda poole ka läbi pealekantud värvi ja krundi.
- Töökoha üldine õhuniiskus on liiga kõrge.
- Ebapiisav pindade puhastus ja ettevalmistus. Väikesed tolmuosakesed, mis jäid pinnale peale puhastamist, toimivad nagu käsnad ja hoiavad endas niiskust. Kui värvitud auto satub välja päikese kätte ja pinna temperatuur tõuseb, siis niiskust endas hoidev osake paisub ja pinna alla tekib surve. Piisavalt tugeva surve korral kerkib värvipind rakukujuliselt aluspinnalt lahti ning tekib rakk või mull.
- Ebasobiv lahusti. Liiga „kiirete“ lahustite kasutamine on üks rakkude tekkimise peamisi põhjuseid, eriti kui materjal on pihustatud liiga kuiva kihina või liiga suure survega. Nii õhk kui niiskus võib selle tulemusena jääda värvipinna alla lõksu ja moodustada hiljem raku või mulli.
- Liiga paks värvikiht. Ebapiisav kuivatusaeg kihtide vahel või liiga paks krundikiht värvikihi all võib samuti tekitada rakke, kuna osa lahustitest jäävad pinna alla lõksu ja moodustavad hiljem mulle.
- Suruõhusüsteemi saastumine ja ebepuhtus. Õli, vesi ja mustus suruõhus.
- Polüestermaterjalide (pahtel, pritspahtel) lihvimine märjalt – niiskus jääb poorse polüestermaterjali sisse ja hiljem kuivades tekitab värvipinnale rakud.
- Materjalide omavaheline kokkusobimatus (eri valmistajate värvimaterjalide kasutamine läbisegi).

Kuidas seda probleemi vältida:

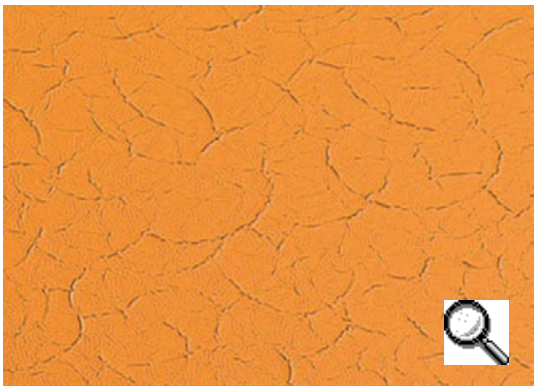
- Eemalda värvimisel alati kõik auto välimised liistud ja lingid.
- Pese autot alati enne eeltööga alustamist puhta voolava veega, et eemaldada maanteesool.
- Kuivata ja puhu enne värvimist hoolikalt suruõhuga kuivaks kõik värvitavad pinnad.
- Puhasta kõik värvitavad pinnad korrektselt enne lihvimist. Olge veendunud, et aluspinnad oleksid täielikult kuivatatud pesuainete jääkidest ja veest enne kruntimist ja edasist töötlust. Ära mingil juhul katsu juba puhastatud pindu paljaste kätega, higine käsi jätab hõlpsasti pinnale soola- ja rasvajäägid.
- Vali toodetele lisamiseks töökoja värvimistingimustele (temp., õhuvahetus) vastav lahusti.
- Veendu, et nii kruntide kui ka värvi kuivamisajad on vastavuses värvisüsteemi valmistaja nõuetega. Veendu, et vahekuivatusajad enne järgmise materjali pealekandmist oleksid korrektsed.

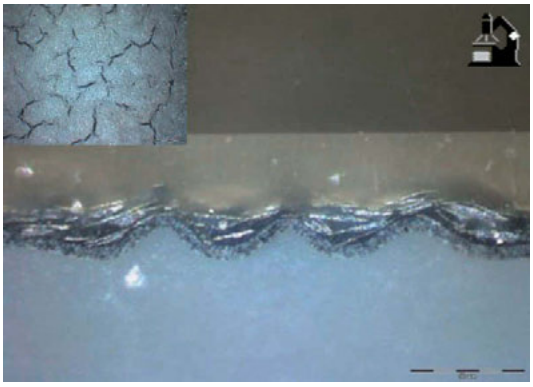
- Veendu, et suruõhusüsteem on korras ja korrektselt hooldatud. Eemalda õli ja vee jäägid suruõhumahutist iga tööpäeva alguses. Parim lahendus on mahutile automaatse kondensieemaldi paigaldamine.
- Puhasta ja kuivata kõik värvimiseks ettevalmistatavad pinnad korrektselt ja sobiliku puhastusainega.

Kuidas seda viga parandada.

- Kui vead esinevad suurel alal ja rakud on suured, tuleb eemaldada kogu värvikiht kuni aluskrundini või isegi metallini, olenevalt rakkude tekkimise põhjusest ja nende asukohast. Seejärel saab pinnad uuesti viimistleda.
- Väikeste ja üksikute rakkude korral lihvi ettevaatlikult seni kuni nähtavad augud kaovad, siis kruntige lihvitud ala ja värvige uuesti.

Pragunemine *(ingl. k.wrinkling, lifting,cracking)*





Värvipinna pragunemine, läbilõige (suurendus 320 x)

Olemus ja võimalikud põhjused:

Kogu pinnal või selle osal tekkinud pragude võrk, mis meenutab pragusid kuivanud mudas või krokodilli nahka. Peamiselt esineb pinnavärvide korral, kuid võib ulatuda ka krundipinda.

- Liiga paksud värvi- või krundikihid. Väga paks pinnavärvi kiht suurendab pingeid värvipinnas ja aluspinna paisumine/kahanemine temperatuuri mõjul võib viia pragude tekkimiseni.
- Kasutatava värvimaterjali komponendid ei olnud korrektselt läbi segatud.
- Ebapiisavad kuivamisajad kihtide vahel.
- Märg märjale värvimisprotsessis ebasobivate värvimaterjalide kasutamine.
- Lisandainete (ingl. k. Additives) mittekorrektne kasutamine, näiteks liiga suur kogus aktivaatorit.
- Aluspind oli värvimisel liiga külm või liiga soe (alla 15° ja üle 35°C).
- Omavahel täiesti ebasobivate värvisüsteemide ja materjalide kasutamine.
- 2-komponentsete materjalide korral kõvendi ärajätmine või suurel määral vales koguses lisamine.
- 2-komponentsete värvide kasutamine 1-komponentsete kruntidega ette valmistatud aluspinnal.
- Termoplastsete värvidega tehases värvitud autode (USA, Inglismaa 1970-1990-ndad) värvimine ilma isoleerkrunti kasutamata või vana värvikihti eemaldamata.

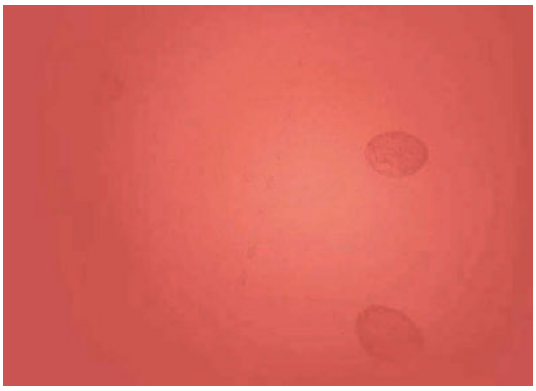
Kuidas seda viga vältida:

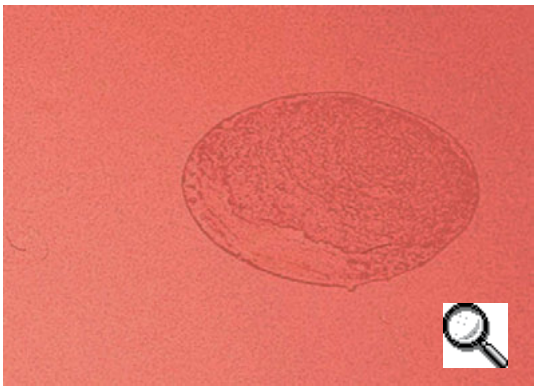
- Väldi värvimaterjale kuhjamist paksus kihis üksteise otsa. Järgi kihtide vahelisi kuivamisaegu.
- Ära kuivata värvimaterjale, kasutades selleks puhumist suruõhuga. See on lubatud vaid vesipõhiste baasvärvide kuivatamisel, kui värvisüsteemi valmistaja nii soovitab.
- Sega kõik pigmenteeritud krundid ja pinnavärvid alati korralikult läbi.
- Loe enne töö alustamist hoolikalt läbi kasutatava värvisüsteemi ja materjalide Tehnilised Kasutusjuhendid ja järgi seal toodud nõuandeid täpselt. Ära lisa kasutatavale värvimaterjalile selle jaoks mitte mõeldud lisandeid, isegi kui need oma sama värvivalmistaja poolt toodetud. Mittesoovitatavate lisandite kasutamine võib oluliselt halvendada kogu pinnakatte omadusi ja kutsuda esile järkjärgulist pragunemist.
- Kasuta märg-märjale värvimisel omavahel kindlalt sobivaid krunte, värve ja lakke. Ärge mingil juhul kasutage erinevate valmistajate värvimaterjale omavahel segatuna.

Kuidas seda viga parandada

- Kõik alad, millel on näha pragunemist, tuleb lihvida siledaks kuni pragulisuse täieliku kadumiseni. Tihti on vajalik eemaldada kogu pinnakate kuni metallini. Viimistlege pinnad uuesti vastavalt kasutatava värvisüsteemi tootja juhendile.

Veeplekid





Olemus ja võimalikud põhjused:

Matid korrapärase kujuga plekid värvi või laki pinnal.

- Värskelt värvitud pindadega sõiduki pesemine ja mittetäielik kuivatamine päikese käes.
- Märjale värvipinnale mittesobiva kattekile kasutamine. Soovitav on kattekile paigaldamine ainult täiesti kuivale pinnale!
- Aurustunud veeplekkide jäljed, mis tekkisid täielikult kuivamata värvipinnale.

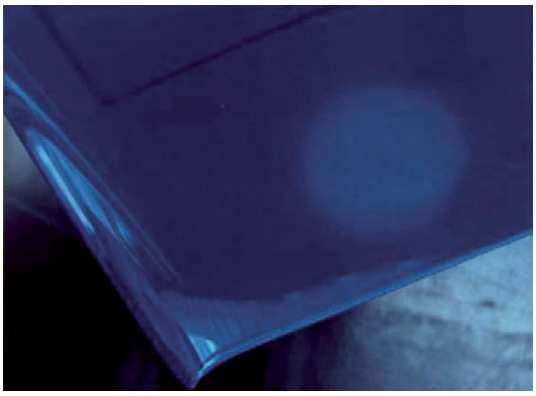
Kuidas seda viga vältida:

- Kuivata värskelt värvitud auto pinnad peale pesemist. Ära jäta värskelt värvitud autot vihma kätte paari päeva jooksul peale värvimist.
- Kui auto on vahetult enne värvimist veega pestud ning auto on veel märg, siis kasuta katmiseks ainult märjale pinnale sobivat „hingavat“ kattekilet.
- Pese autot alati varjus ja kuivata täielikult pehme kuivatuslapi või mikrokiudlapiga.
- Veendu, et auto värvipind on täielikult kuivanud enne auto üleandmist kliendile.
- Veendu, et värvimaterjalide, eriti aga kõvendite ning aktivaatorite purkide kaaned oleksid peale kasutamist koheselt ja tihedalt suletud, nii väldite niiskuse ligipääsu neile materjalidele.

Kuidas seda viga parandada:

- Eemalda veeplekid värvipinnalt poleerimise teel.
- Eriti sügavate defektide korral lihvi vigastused pinnalt välja, isoleeri lihvitud ala sobiva isoleerkrundiga ja värvi uuesti.

Poleerimidefektid



Olemus ja võimalikud põhjused:

Poleeritud ala on hägune või hallikas, päikesevalguses on märgatav „hologrammiefekt“.

- Lõpuni läbikuivamata pinnavärvi- või lakikihi poleerimine.
- Kasutatud abrasiiv oli liiga suure karedusega.
- Ebasobiv poleerimistehnoloogia ning –ained.
- Poleerimismasina vale pöörlemiskiirus ja/või ebasobivate poleerpatjade kasutamine.
- Detailide servades värvi- või lakikihist läbi poleerimine.

Kuidas seda viga vältida:

- Kuivata pinnakihid täielikult enne poleerimisega alustamist, vajadusel järelkuivata kambris või kasutades IR-kuivatit.
- Kasutage sobivat poleerimissüsteemi ja -tööriistu.
- Kasuta ainult tuntud valmistajate kvaliteetseid poleerimisaineid ja poleerpatju, nii väldid mitmeid hilisemaid probleeme.
- Kasuta ainult ammoniaaki mittesisaldavaid poleerimisaineid.

Kuidas seda viga parandada:

- Kui pinnale tekkis matt laik, kuid siiski ei poleeritud pinnast läbi, siis kuivata värvikihti veelkord ja püüa uuesti ettevaatlikult poleerimise teel vead eemaldada.
- Kui oled poleerimisel värvi- või lakipinnast läbi läinud või kui ebaõnnestunud poleerimise jälgi ei õnnestu eemaldada, tuleb pind siledaks lihvida ja uuesti värvida.

Korrosioon (roostevigastused)

Olemus ja võimalikud põhjused:

Metallipind on nähtaval ja sellel on selgelt eristatavad korrosioonikahjustused. Teraspindade korrosioon on tavaliselt pruunikas-punane ja alumiiniumpindade korrosioon valge või helehall.

- Haljas metallipind oli saastunud enne värvimist (näpujäljed, vesi, soolad jne.) ja see tingis roostetamise.
- Värvkate on pinna küljest osaliselt lahti tulnud, nii et haljas metall on paljastatud (näiteks sügavad kriimud või kivitäkked).
- Ebapiisav metallpindade eeltöötlus remontvärvimisel.
- Ebakvaliteetne sõidukite tehasevärvimine, rooste ei olnud metallipinnalt täielikult eemaldatud enne viimistlemist või ei olnud auto detailid niiskuse ligipääsu eest piisavalt hästi kaitstud.
- Väliste mõjude tagajärjel osaliselt hävinud värvipind või selle vähenenud vastupanuvõime (vananemine, oksüdeerumine, happevihm jne.).

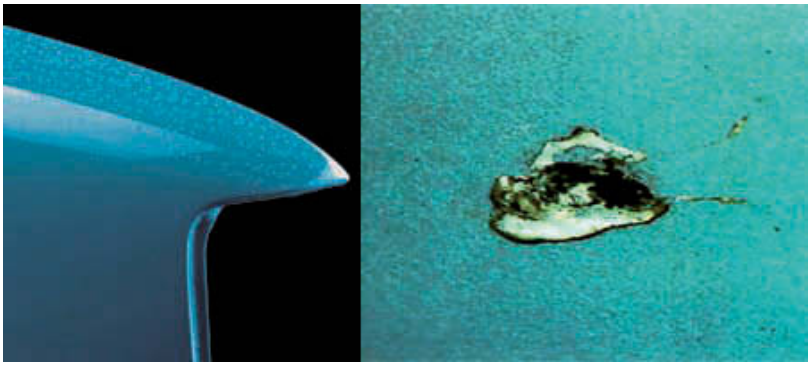
Kuidas seda viga vältida:

- Töötle haljas metalli pind enne edasist viimistlemist sobivate puhastusainetega ja kaitse korrosiooni eest värvisüsteemi kuuluvate nakkekruntidega (happekrunt, epoksiidkrunt).
- Remondi kõik täkked ja sügavad kriimustused värvipinnas koheselt, enne rooste moodustumist.
- Enne auto värvimistööde algust pese kogu sõiduk sobiva pesuainega ja kuivata korralikult. See võimaldab märgata roostevigastusi, mis määrdunud auto korral oleksid võinud märkamata jääda.
- Märglihvimise korral on eriti ohtlikud lihvimisvee jäägid, kui neid haljalt metallipinnalt kohe ja täielikult ei eemaldata, siis on hilisemad korrosioonikahjustused värvipinna all kindlustatud.

Kuidas seda viga parandada:

- Eemalda kogu pinnakate (krunt, värv ja lakk) vigastatud kohalt ja eemalda pinnakorrosioon lihvimise teel. Kui see ei aita, siis kasuta punkt-liivapritsi (abrasiivina kas alumiiniumoksiidi või klaasipuru). Veendu, et pind oleks ühtlaselt hall, ilma tumedamate täppideta.
- Kasuta pinna passiveerimiseks kas spetsiaalset passiveerimislahust või värvisüsteemi kuuluvat happekrunti (ingl. k. acid-etch primer), et neutraliseerida võimalikud roostejäägid poorides ning kaitsta ülejäänud pinda rooste eest enne edasist viimistlusprotsessi.
- Viimistle pinnad vastavalt kasutatava värvisüsteemi tootja juhendile.

Keskkonnasaaste (lindude väljaheide, happevihm, putukad jne.)



Olemus ja võimalikud põhjused:

- Põllumajanduses kasutatavate pihustatavate väetiste ja taimekaitsevahendite jäägid. See probleem on piirkondlik ja aastaajast sõltuv ning on tugevalt mõjutatud lindude arvukusest antud piirkonnas. Kemikaalide mõjul muutuvad lindude väljaheited tugevalt orgaaniliselt söövitavateks ning võivad lühikese aja jooksul jätta värvipinnale väga sügavale sööbinud jäljed. Orgaanilist sööbimist kiirendab veelgi kõrge temperatuur ja tugev päikesepaiste, mille tagajärjel suureneb väljaheidete happeline kontsentratsioon. Eriti suur oht kahjustusteks on tumedat värvi sõidukite värvipinnal.
- Happevihm on termin, mida kasutatakse vihma kohta, kui vihmavesi sisaldab normaalsest enam happelisi jääke, mis omakorda on tingitud tööstusettevõtete ja eriti elektrijaamade korstendest lenduvatest ainetest. Mitmed sellised ained muutuvad veega kokkupuutel happelisteks või aluselisteks ühenditeks (näiteks vääveldioksiid muutub kokkupuutel veega väävelhappeks ja tsemenditolm muutub kokkupuutel veega tugevalt aluseliseks ühendiks).

Kuidas seda viga vältida:

- Väldi tugevalt saastatud tööstuskeskkondi ja eriti sõidukite pikemaajalisel parkimisel sellistes piirkondades. Eriti ohtlik on autode parkimine keemiatööstuste, elektrijaamade ja tsemenditootmisettevõtete vahetus läheduses.
- Auto regulaarne pesemine on esimene eeldus keskkonnasaaste kahjustuste vältimiseks;
- Hoolda ja kaitse sõiduki välispinda peale pesemist, kasutades silikooni mittesisaldavaid kõrge kvaliteediga poleeraineid ja vahasid.
- Eemalda lindude väljaheited ja putukate jäägid auto värvkattelt koheselt, kasutades selleks nõrka pesuvahendit ja vett või spetsiaalset kuivpuhastusainet (näit. Meguiar´s Ultimate Quick Detailer).

Kuidas seda viga parandada:

- Pese auto koheselt, kui olete avastanud värvipinnal mõne eelpoolmainitud saaste, kasutades selleks rohkelt vett ja pehmet harja ning loputage hoolega, et neutraliseerida kõik jäägid.
- Eemalda värvipinna peale kinnijäänud saaste, kasutades puhastussavi (näit. Meguiar´s Clay) vastavalt valmistaja juhendile, seejärel poleerige ja vahatage värvipinnad.
- Kui pinnale on juba tekkinud sööbinud jäljed, võib osutuda vajalikuks need välja lihvida, kasutades spetsiaalset peenabrasiivi ja seejärel poleerida ning vahatada.
- Kui saaste on kahjustanud lakikihti nii tugevalt, et kahjustunud on ka lakialune baasvärv, siis on vajalik lihvida vigastused välja kuni krundikihini, seejärel vigastuste kohad sobiva isoleerkrundiga katta ning seejärel pind uuesti värvida.

Peatüki 5.11 kõik pildid on pärit firmalt Standox GmbH, Wuppertal, Saksamaa ja kasutatud nende loal.

MOODUL 5. Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks:

- Miks võib garaaživalguses ühte värvi detailidega auto muutuda “kirjuks” päevavalguses?
- Miks on “punane” auto punane?
- Nimetage spektri värvused järjekorras.
- Mida näitab värvuse küllastatus?
- Tooge näiteid vastandvärvidest?
- Mis on värviring?
- Kes otsustab värvitehases lõplikult valmistatud retseptist tehtud näidise sobivuse?
- Kuidas tekib värviretsept Teie värvilabori segamisarvutisse? Kirjelda seda protsessi.
- Mida näitab värvikood?
- Millised võivad olla värvikoodide asukohad?
- Kuidas leida sobiv remontvärv värvikoodi puudumisel?
- Millise täpsusega segatakse pigmendid värvisegusse?
- Kuidas leitakse sobiv värviretsept? Kirjeldage vähemalt 3 moodust.
- Mis on vaja välja selgitada enne värvi toonimist?
- Mida tuleks värvisegule lisada kui värvus on liiga roheline?
- Kui segatud metallikvärv on autoga võrreldes liiga tume, siis kuidas seda korrigeerida?
- Miks metallikvärvide korral on värvus visuaalselt otse- ja külgvaate korral erinev?
- Millist pigmenti tuleks lisada liiga määrdunud värvuse korral?
- Miks ei tohiks värvikambris olla kõrvalisi esemeid?
- Nimeta vähemalt 7 tingimust, mis on vajalikud kvaliteetse värvitöö teostamiseks värvikambris.
- Miks on kvaliteetne suruõhk vajalik värvimistöödel?
- Mida tuleb kindlasti kontrollida enne, kui värvipüstoliga pihustama hakata?
- Milliste omadustega peab olema puhastuslapp?
- Millise vahendiga puhastatakse värvitav pind vahetult enne värvimist?
- Millised isikukaitsevahendid peavad olema kasutusel värvimistöödel?
- Millistel auto aladel on kohtparandus võimalik ja millistel mitte?
- Milliseid töövahendeid kasutatakse kohtvärvimisel?
- Millised kõvendid ja vedeldid on soovituslikud kõigi kolme värvimismeetodi juures?
- Miks on täieliku värvimise korral vajalik õige värvimise järjekord?
- Miks on tihti vaja värvi hajutada?
- Mida tähendab värvihajutus detaili sees ja külgneva detailiga?
- Millal kasutatakse lakihajutust?
- Kas alusvärvi hajutatakse „seest välja“ või „väljast sisse“?
- Milline on vajalik etapp enne värvitava auto ülevaatuse teostamist?
- Millele tuleb ülevaatuse käigus tähelepanu pöörata (vähemalt 6 punkti)?
- Mis määratakse ülevaatuse käigus?
- Miks teostatakse värvikihi kvaliteedi kontrolli?
- Millised parameetreid kontrollitakse visuaalselt?
- Milliseid parameetreid saab vastavate seadmetega mõõta?
- Milline on lihvimispasta ja poleerpasta vahe?
- Kas poleerpastat võib kasutada käsitsi poleerimiseks?
- Kas autot võib vahatada poleerpastaga?
- Mida saab teha puhastussaviga?
- Kas värvipinda on võimalik poleerida Carnauba-vahaga?
- Milline on värvitöökodades enimlevinud poleerpatjade läbimõõt?
- Mida tähendab D/A-poleerimismasin?
- Mis on silikoonikraatrite tekkimise peamiseks põhjuseks?

- Kuidas muutub hõbedase alusvärvi toon värvimisel 1,5 bar võrra soovitatust madalama survega?
- Miks tekib vahest heledate metallikvärvide hajutuskohale tume rant?
- Kas õli suruõhusüsteemis võib olla põhjuseks et metallikvärvid kipuvad värvimisel pilve jääma?
- Miks peaks värvipinnale sattunud lindude väljaheited sealt kohe eemaldama?
- Kuidas saab automaaler kontrollida värvkatte paksust?
- Mis on happevihm ja kas on olemas happevihmavari ning kuidas seda kasutada?

MOODUL 5. Praktilised ülesanded:

- Segage värvilaboris omavahel 100 ml punast ja 100 ml rohelist värvi. Tehke kindlaks milline värvus nende värvitoonide segamisel tekkis ja püüdke leida sellele seletus eelpool õpitust.
- Moodustage kahe kaasõpilasega kolmeliikmeline grupp. Üks osaleja valib värvide näidiskaartide hulgast punase värvi ja kaks teist osalejat püüavad leida sarnase punase mõne teise automargi näidiste hulgast. Kui kolm sarnast, kuid erinevate retseptidega punast on leitud, siis värvige igaüks neist värvidest näidised ja kuivatage need korralikult. Seejärel võrrelge neid näidiseid erievate valgusallikate all. Kirjeldage tulemust ja leidke põhjendus.
- Valige värvinäidiste hulgast must värvitoon millel on tugev metallikuefekt. Vaadelge pinda mikroskoobi all või spetsiaalse automaalri luubiga. Kirjeldage, mida pinnal näete ja milliseid pigmente ja nende värvusi, kuju või suurusi suudate eristada.
- Kui segada kokku kõik värvisegamismasinas olevad värvikomponendid, siis millist värvi võiks olla tulemus? Vajadusel katseta, valades kokku eri tooni värvijääke võrdsetes kogustes. Tee katsest järeldus ja põhjenda seda.
- Moodustage kaheliikmelised grupid ja leidke reaalsete sõidukite pealt värvikoodi asukoht, tuvastage värvikood, sisestage leitud kood värvisegamis-tarkvarasse, leidke vastavate värvitööriistadega värvinäidis, võrrelge leitud värvinäidist sõidukil oleva värvusega ja kirjeldage tulemust.
- Leidke fotospektromeetri või värvinäidiste abil autole sobiv remontvärv. Valmistage leitud retsepti järgi minimaalne kogus värvi, pihustage värvinäidis ja võrrelge peale kuivamist värvinäidist autoga.
- Valige sobiv anum 0,25; 0,5; 1 ja 2,5 liitri valmis värvisegu valmistamiseks.
- Segage 0,2 liitrit värvi. Värvikood on Toyota 1C0. Kirjeldage, mida teete.
- Valmistage värvimiseks ette detail, segage vajalik kogus värvi, pihustage värvipüstoliga värv pinnale järgides püstoli õiget asendit detaili suhtes ja ülekäike. Kirjeldage saavutatud tulemust.
- Valmistage ette detail värvihajutuseks ja teostage hajutus vastavalt toote tehnilisele informatsioonile.
- Valmistage ette detailid külgneva värvihajutuse teostamiseks. Teostage hajutus vastavalt tehnilisele informatsioonile.
- Valmistage ette detail laki hajutuseks. Teostage hajutus vastavalt tehnilisele informatsioonile. Kirjeldage kõiki saavutatud tulemusi.

Moodustage kahe kuni 3-liikmeline grupp:

- Segage 0,4 l hõbedast metallikvärvi mis sisaldab vähemalt kahte hõbeda pigmenti, musta ja valget.
- Valage värv neljaks võrdseks osaks.
- Esimesele segule lisage 2 grammi musta.
- Teisele segule lisage 6 grammi jämeda teraga hõbedast komponenti, mis sisaldub retseptis.
- Kolmandale segule lisage 2 grammi musta ja valget ning 6 grammi proportsionaalselt kõiki hõbedasi pigmente.
- Pihustage 4 näidist, lakkige ja kirjeldage tulemust.

Moodustage kahe kuni kolme liikmeline grupp:

- Teostage värvikambri visuaalne kontroll ja hinnake kambri puhtust üldiselt ja detailselt.
- Käivitage kamber ja kontrollige kambri temperatuuri ja rõhu hoidmist.
- Kontrollige visuaalselt ja dokumenteerige suruõhusüsteemi korrasolek.
- Teostage värvipüstoli kontroll töötsükliks „värvimine“.
- Teostage pinna puhastus ja andke hinnang teostatud tööle.
- Teostage hingamisteede kaitsevahendite kontroll.

Moodustage kahe kuni kolme liikmeline grupp:

- Teostage vähemalt kolme sõiduki ülevaatus, tehke vajalikud märkmed, valige remondiprotsessid ja hinnake toode maht.
- Miks teostatakse värvikihi kvaliteedi kontrolli?
- Millised parameetreid kontrollitakse visuaalselt?
- Milliseid parameetreid saab vastavate seadmetega mõõta?
- Kontrollige teostatud tööd ja dokumenteerige visuaalse kontrolli käigus leitud puudused.
- Kirjeldage, kuidas on võimalik leidud puudused kõrvaldada.

MOODUL 5. Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Fotod

Peeter N.Sarevet foto - *23, 32, 33, 38, 39, 51, 52, 53, 65, 66, 67, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 107, 108, 109, 110, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 128, 130*

Tõnu Tammist foto *- 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 50, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 68, 69*

Margus Raud *foto – 9, 10*

Standox GmbH. *(Axalta Coatings), Wuppertal, Saksa - 5, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 90*

Glasurit *(BASF AG), Münster, Saksa - 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 , 11, 12, 81, 82, 83*

Meguiar´s Company*, California, USA (Benefit AS) - 94, 95, 96, 97, 98 ,99, 100, 105, 106, 111, 112, 113, 114, 115, 125, 126, 127, 129, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140*

3M Company*, St. Paul, USA (Benefit AS) - 101, 102, 104, 131, 131/1 131/2*

KWH MIRKA*, Jepua, Soome (Benefit AS) - 103, 131/3*

SATA GmbH. & Co. KG, *Kornwestheim, Saksa - 63, 64*

Mooduli 5, peatüki 5.11 fotode ja skeemide autoriõigused kuuluvad täies mahus ***Standox GmbH.-le****.*

Joonised

Standox GmbH. *(Axalta Coatings), Wuppertal, Saksa - 1, 2, 5, 8*

Glasurit *(BASF AG), Münster, Saksa - 3, 4, 6, 11, 12, 13, 14*

William Sarevet *- 7, 9*

Peeter Sarevet *- 15, 16, 17*

Tõnu Tammist *- 10*

Kõik skeemid ja fotod, mida ei ole nummerdatud, on pärit õpiku autorite arhiivist.

MOODUL 5. Kasutatud kirjandus ja materjalid

Standox GmbH. (Axalta Coatings) tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Glasurit (BASF AG) tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Meguiar´s tehnilised – ja koolitusmaterjalid 2011-2014

PPG Industries tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

„Materjalitehnika seletav sõnaraamat“, TTÜ Kirjastus 2013

„Kemikaaliohutus Autohoolduses“, Töötervishoiu keskus 2003

„Graafilise disaini kool“ – David Barber, Sheena Calvert, Anoki Casey 2010

„Õpilase teadusentsüklopeedia“ – Kingfisher Publications 2004

„Tehnikaleksikon“ - Tallinn 1981

„Eesti Keele Sõnaraamat“ – Eesti Keele Instituut 1999

„Painting, self study program“- Volkswagen AG, 2010

„Toyota Painting Workbook“, Jaapan 2011

Wikipedia, Eesti, Inglise ja Saksa

Autorite isiklikud märkmed ja läbitud koolitustelt ning seminaridelt saadud materjalid

Raamatu autorid on andnud endast parima, et tuvastada kõigi kasutatud materjalide autorlust. Juhul, kui sellele vaatamata leiab keegi, et temale kuuluvaid materjale on kasutatud autoriõiguste vastaselt või kui materjalide kasutamise kohta on küsimusi, palume võtta ühendust raamatu autoritega.

ÕPPEMOODUL 6: PLASTDETAILIDE TÖÖTLEMINE

6.1. Plastide liigid, tüübid ja tähistused

Mooduli õpiväljund: Õpilane tunneb autode ehituses kasutatavaid plaste ning oskab kasutada nende töötlemiseks ja remontimiseks sobivaid tehnoloogiaid.

Autode tootmises on plaste kasutama hakatud juba aegade algusest, kuid suurem murrang nende kasutamisel toimus 1950-ndatel aastatel, kui turule ilmusid esimesed termoplastid: ABS, polüamiid, polüatsetaat ja teised erinevatest polümeeridest valmistatud materjalisegud. Plastide omaduste arendamine kõrgtehnoloogiliste polümeeride abil on olulisel määral suurendanud plastide kasutamist autoehituses.

Kui algselt oli plastide kasutamise põhjuseks nende head mehaanilised omadused ja väljanägemine, kaasa arvatud võimalus toota neid värvilisena, siis täna kasutatakse plaste põhiliselt efektiivsuse suurendamise, kaalu vähendamise, vastupidavuse, korrosioonikindluse, disaini, elastsuse ja madalate kulude eesmärgil. Tänapäevaste autode kogukaalust moodustavad erinevad plastid juba 10-15%, mis teeb kokku üle 150 kg plaste auto kohta. Plaste kasutatakse paakide, radiaatorite, elektripistikute, kaitseraudade, armatuuride, ehisliistude, välispaneelide, istmete, polstrite, spoilerite ja veel paljude muude auto osade valmistamiseks. Käesolevas peatükis keskendume aga peamiselt neile plastidele, mille remondi, värvimise, katmise ja vahetamisega tuleb tegeleda automaalril.

Näiteks 6-seeria BMW-l on lisaks põrkeraudadele erinevatest plastidest valmistatud ka olulised keredetailid - esitiivad ja tagaluuk.

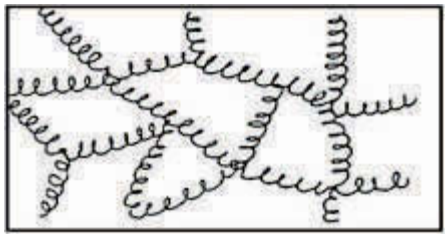
***Foto 1** – 6-seeria BMW esitiivad ja tagaluuk on valmisatud plastist*

Plastideks (orgaaniliseks polümeeriks) nimetatakse materjale, mida valmistatakse sünteetilisel või poolsünteetilisel teel monomeeride (süsinik, vesinik, hapnik, lämmastik) suure molekulmassiga ühenditest – polümeeridest ehk vaikudest. Lisaks orgaanilistele ühenditele võivad plastid sisaldada ka anorgaanilisi komponente nagu kloor, fluor ja väävel. Plastid võivad sisaldada nii pikki lineaarseid molekuliahelaid kui ka ristsidemetega hargnenud ahelaid.

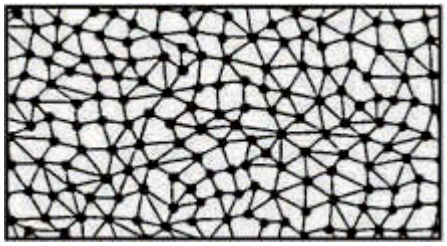
Plastide tehnilisi omadusi (kõvadus, elastsus, purunemiskindlus, temperatuuritaluvus, termiline stabiilsus, keemiline vastupidavus) on võimalik laiades piirides varieerida vastavalt valitud toorainetele ja tootmisprotsessile ning kasutades erinevaid lisandeid. Plastide tooraine pärineb üldjuhul toornafta krakkimissaadustest ja maagaasist.

Plastid jagunevad, lähtuvalt oma molekulaarstruktuurist ja molekulide vaheliste ristsidemete hulgast, kolme põhirühma:

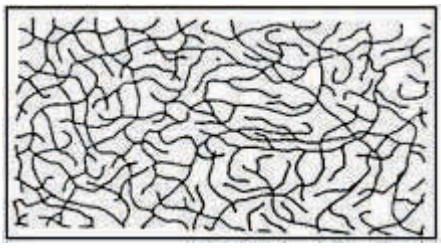
1. **Elastomeerid** *(i. elastomers)* - on plastid, mida iseloomustab väheste ristsidemetega ehk suure võrgusilmaga pikad molekulaarahelad. Seda tüüpi ristsidemetega materjalid on stabiilsete mõõtudega, kuid elastsed. Rakendades neile koormust nad painduvad või deformeeruvad, kuid jõu lakkades võtavad tagasi oma esialgse kuju. Venivus ja elastsus on neile omane siiski teatud piirides. Kuumutamisel muutuvad elastomeerid elastsemaks, kuid neid ei ole võimalik ei sulatada ega lahustada. Tegemist on kummilaadsete materjalidega ja neid kasutatakse peamisel tihendite, voolikute ja pehmete spoilerite tootmiseks.



2. **Termokõvenevad plastid,** tuntud ka kui termoreaktiivid / reaktoplastid (*i.thermoset plastics*) Termokõvenevaid plaste iseloomustab suur kolmedimensiooniline ristsidemete hulk molekulide vahel, mistõttu pole võimalik sellist materjali peale kõvenemist vormida. Ka pole võimalik sellist materjali sulatada. Termokõvenevate plastide valmistamisel toimub materjali kõvenemine kas keemilise reaktsiooni (kõvendiga) või temperatuuri mõjul (nt.vulkaniseerimine), seetõttu saab sellist materjali vormida vaid üks kord – selle valmistamise käigus. Peale kõvenemist kaotavad nad oma plastilisuse.
Sellisel plastil on hea kemikaali- ja temperatuurikindlus ning neid kasutatakse radiaatorite, pirnipesade, mootori rihmarataste, esipõrkeraudade, tuulesuunajate ja uksepaneelide valmistamisel.



3. **Termoplastid** (*i. thermoplastics*) – on plastid, milles (erinevalt elastomeeridest ja termokõvenevatest plastidest) puuduvad molekulidevahelised ristsidemed. Sellised plastid on jätkuvalt elastsed ja kuumvormitavad (sulatatavad ja keevitatavad). Vormimisprotsessi võib korduvalt korrata senikaua, kuni materjal pole ülekuumutamisega rikutud. Termoplastidest valmistatakse kaitseraudu, auto sisustust, iluliiste jne.



http://www.ensinger-online.com/en/materials/basics-of-plastics/plastics-classification/

Vaadake lisaks peatükki 1.3 Värvkatte ehitus.

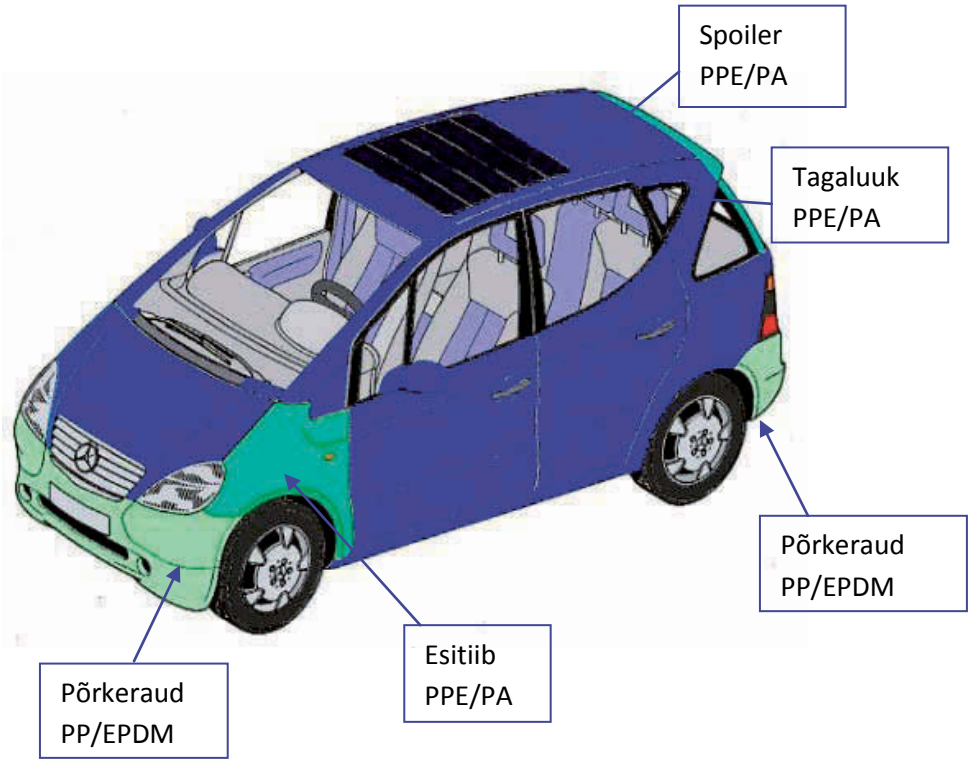
Peamised autoehituses kasutatavad plastid ja nende tähistused on alljärgnevad (DIN 7728 kohaselt):

ABS - akrüülnitriid butadieen stüreen
PP - polüpropüleen
PP/EPDM - polüpropüleen/etüleen propüleen dieen segatud polümeeriga
PA - polüamiid ehk nailon
PS - polüstüreen
PC - polükarbonaat
UP GF (GRP) - küllastamata polüester, tugevdatud klaaskiud
PUR - polüuretaan
PU flexible - paindlik polüretaanvaht
PPO - polüfenüleen oksiid
PBT - polübutüleentereftalaat

Erinevate plastide kasutamise näited:

ABS - peeglite korpused, sise- ja välisviimistlus, tulede komponendid
PP - kaitserauad, peeglite korpused, spoilerid, polstrid, aku korpused, istmed
PP/EPDM - kaitserauad, peeglite korpused, spoilerid, katted
PA - terasvelgede ilukilbid, mootoriruumi detailid, välisviimistlus, istmed
PS - korpused, spoilerid, kaitserauad
PC - peeglite ja tulede korpused, spoilerid, iluvõred, kaitserauad, armatuurid
UP GF (GRP) - spoilerid, lävepaku paneelid, kerepaneelid (näiteks Renault Espace)
PUR - spoilerid, peeglite korpused, kaitserauad, istmed, polstrid
PU flexible - spoilerid (näiteks Porsche 928)
PPO - tiivad, eemaldatavad detailid (näiteks Mercedes A-klass, VW New Beetle)
PBT - lisatavad välisdetailid (näiteks Smart), mootoriruumi detailid

Näide sõidukite ehituses kasutatavatest plastitüüpidest:



Joonis 1 - *Plastide koodid autod detailidel ja nende tähendused*

Näide - kood plastikdetailil: **PA 6 GF 10**, kus

PA - tähendab, et peamine komponent on polüamiid
6 - tähendab, et tegemist on kuuenda tüübi/variandi materjaliga
G - näitab kasutatud täiteainet, mis on klaas (muud võimalused: C = süsinik; T = talk)
F - tähendab, et täiteaine on kiulise iseloomuga (muud võimalused: GW =kiudkangas materjal; M = matt)
10 - tähendab, et detail sisaldab 10% täiteainet

Lisaks eelpool toodud sõiduautodel kasutatavatele plastidele tuleb automaalril kokku puududa ka **veoautodel kasutatavate plastidega**, milleks on termokõvenevad plastid: **SMC, RTM** ja **GRP**:

SMC (i. *sheet-molded composite*) - lehtvormitud komposiit on kõva plast, mis sisaldab 45% kaltsium-karbonaati, 25% kunstvaike, 25% klaaskiudu tugevdamiseks ja 5% erinevaid lisandeid. SMC plastist toote puhul valmistatakse kõigepealt lähtematerjal, mis kujutab endast mõne millimeetri paksust termoreaktiivvaigust ja tugevduskiust elastset lehte, millest vormitakse kuumpressmeetodil valmis toode. Kuumutamist omandab SMC ka oma tugevusomadused.

SMC-st valmistatakse veoautode uksepaneele, mootorikatteid, pagasiruumi luuke, tuulesuunajaid, furgoone ja avatud kastiga pakiautode kastikatteid.

RTM (i. *resin transfer moulding*) - vaakumimmutusega vormitud plast on kõva plast, mis valmistatakse klaas-, süsinik- või mõnest muust tugevast kuivast kiust, mis segatakse erinevate vedelate vaikudega ning vormitakse seejärel tooteks vaakuminfusiooni teel. Vaakuminfusiooni protsessis kasutatakse kinnist vormi, millest imetakse õhk välja ja selle tulemusena seguneb kiud vaiguga õhuvabalt.

RTM- plastist valmistatakse nt. tuulesuunajaid ja väikelaevu.

GRP (i. *glass reinforced plastic*) – klaaskiudplast, mis on termokõvenevatest plastidest kõige lihtsama valmistusviisiga. Selleks segatakse klaaskuid erinevate vaikude ja kõvendiga ning lastakse tarduda.

Klaaskiudplastist valmistatakse samuti tuulesuunajaid ja kerepaneele.

6.2. Plastide kindlaksmääramine

Õpiväljund: Õpilane tunneb plastide liike ja oskab neid erinevate meetoditega kindlaks määrata.

Plastide remondiks sobiva tehnoloogia valimiseks on oluline teada, mis tüüpi plastiga on tegemist. Plastide kindlaksmääramiseks on kõige kindlam viis otsida üles plasti tagaküljelt selle tähis, näiteks:

Foto 2 – *Plastdetaili sisepinnal on kood materjali infoga*

Kui plastdetail on sedavõrd vigastatud, et tähis on puudu või muutunud loetamatuks, siis tuleb kasutada muid meetodeid.

Termokõvenevad plastid

Termokõvenevad plastid on nn. „kõvad plastid“, mis sisaldavad tugevdavaid kiude. Seetõttu on plasti mõrades märgata klaas- või süsinikkiude ning nende lihvimisel eraldub pinnalt sarnaselt polüester-pahtlile tolmu.

Termoplastid

Termoplastid on pehmed plastid ning seetõttu nad sulavad või pehmenevad lihvides.

ABS ja segaplastid

ABS on küll termoplast, kuid tema värvimiseks kasutatavad materjalid (krundid) võivad erineda teistest termoplastidest, seepärast tuleb alati kindlaks teha, kas antud termoplasti puhul võiks tegemist olla ABS plastiga. ABS sulab lihvimisel sarnaselt termoplastidele, kuid lisaks on võimalik teostada nn. „lahustitest“. Selleks niisutatakse puhastuslappi lahustiga ja asetatakse lapp maksimaalselt 1 minutiks plasti sisepinnale, jälgides samal ajal plasti pinnaga toimuvat. ABS-plasti pind muutub lahusti toimel pehmeks ja sulab üles, mida on võimalik lihtsalt küüne abil kontrollida.

Tänapäeval kasutatakse plastide valmistamisel palju ka taaskasutatavat tooret, mida segatakse värske plastiga. Selle tulemusena võib mõni segu, vaatamata oma tähisele, käituda nagu ABS plast. Seda saab kontrollida väga lihtsa meetodiga, mida kutsutakse „veeklaasi testiks“. Selleks tuleb täita klaas või mõni muu sobilik anum puhta veega, seejärel lõigata noaga plasti küljest õhuke laast ning proovida seda veeklaasis uputada. Termoplastid jäävad pinnale ujuma, kuid ABS ja sellega sarnased plastid vajuvad veeklaasi põhja.

6.3 Plastide ühendamine

Plastide liimimine. Plastide keevitamine.

Õpiväljund: Õpilane omab ülevaadet plastide ühendamise eri meetoditest ja vahenditest ning oskab neid teadmisi rakendada praktilises töös.

Plastide ühendamiseks on olemas 2 põhimõttelist moodust: liimimine ja keevitamine. Liimimist kasutatakse nii mõrade ühendamiseks kaitserauas kui ka näiteks tulede kõrvade tagasi liimimiseks või pesuripaagi parandamiseks. Kui liimimist on võimalik teostada praktiliselt kõikide plastide puhul, siis keevitada saab vaid osasid termoplaste.

6.3.1. Plastide liimimine

Plastiku liimi valikul tuleb lähtuda liimitava materjali ja liimühenduse omadustest. On plaste, mis nakkuvad liimidega väga hästi ja on plaste, mida saab liimida ainult spetsiaalseid krunte kasutades. Liimühendus peab jääma kas jäik või elastne. Liimi valikul on tähtsad ka liimitava vuugi suurus - kas liimitavad pinnad on tihedalt koos või jääb pindade vahele vahemik.

Põhilised liimid, mida kasutatakse auto keretöödel plastide liimimiseks, on:

PUR liimid - polüuretaani (edaspidi PUR) baasil liimi kasutatakse keretöökodades põhiliselt plastist kaitseraudade remondil. Kahekomponentne PUR plastiparandusliim jääb peale kuivamist, sarnaselt plastile, piisavalt elastne ja kannatab kerget painutamist. Kuna PUR liimid ei nakku plastiga väga hästi, siis peab plastipinnad enne liimimist kruntima spetsiaalse plastikrundiga.

MS-polümeerliimid nakkuvad plastidega oluliselt paremini, kui PUR liimid. Põhiliselt kasutatakse keretööde juures ühekomponentset MS-polümeerliimi, mis jääb peale läbikuivamist elastne. Tugev, kuid elastne liimühendus tagab suure vibratsioonikindluse. MS-polümeerliime kasutatakse plastist disainielementide (näiteks spoilerite või rattalaiendite, foto 3) kinnitamiseks, plastist tagavararatta vanni kinnitamiseks pagasiruumi (näiteks Audil, foto 4), iluliistude täiendavaks kinnitamiseks.

Foto 3

Foto 4

OLULINE! PUR ja MS-polümeerliimid sobivad kõige paremini kohtades, kus liimitavate pindade vahekaugus on 1…6 mm ja kui liimühendus ei pea olema täiesti jäik.

TSÜANOAKRÜLAADID on äärmiselt kiiresti tahkuvad liimid, mida tuntakse ka kiirliimide nimetuse all. Ühekomponentse kiirliimi polümeriseerumine toimub õhuniiskuse mõjul, mistõttu tahkub ta pinnal vaid mõne sekundiga, eriti õhukese liimliite puhul. Ühekomponentseid kiirliime kasutatakse plastide liimimiseks, kui liimitavate pindade vaheline kaugus on väga väike.

Kui aga liimitavate detailide vahele jääb kuni 6 mm, siis tuleks kasutada kahekomponentset kiirliimi. Selline kiirliim kuivab täielikult läbi (olenemata liimikihi paksusest) 10 minuti jooksul.

Näiteks firma Henkel toodetud Loctite L 3090 kahekomponentne kiirliim on leidnud autode keretöökodades laialdast kasutamist ja seda kasutatakse nii kiirremondiks kui ka plastdetailide kiireks kinnitamiseks.

Näide Loctite 3090 liimi kasutamisest: esilaterna murdunud kontaktipesa taastamine, parkimisanduri kinnitamine kaitserauale ja plastist uksekaare mikropragude täitmine.

Foto 5

Foto 6

Foto 7

Foto 8

6.3.2. Plastide keevitamine

Plastide keevitamist saab kasutada termoplastidel, mida on võimalik sulatada. Selleks kuumutatakse plast sulamispiirini ja ühendatakse enne kui ta jõuab jahtuda. Keevitamisel on võimalik lisada täiendavat plasti parandatavale kohale. Töö mugavamaks teostamiseks kasutatakse erinevaid plastikeevitusseadmeid.

Plastide keevitamise **eelisteks** on suhteliselt lihtsad töövõtted ja odav teostus, kui puuduseks võib pidada seda, et kõiki plaste pole võimalik keevitada ning aukude parandamine on selle meetodiga keeruline. Seni pole keevitusmeetodit tunnustanud ka ükski autotootja.

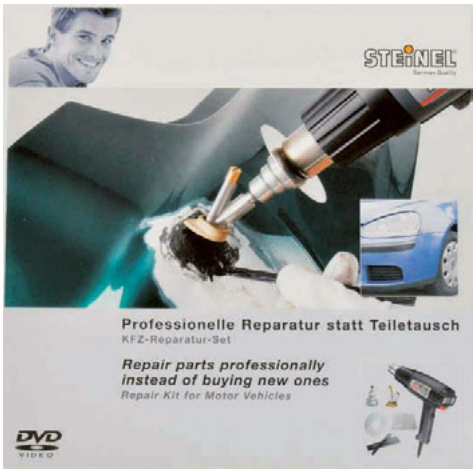
NB! Plastide keevitamisel tuleb kanda hingamise kaitsevahendeid, sest sulaplastist eralduvad aurud võivad olla mürgised!

Plastide keevitamiseks kasutatakse peamiselt digitaalse juhtimisega kuumaõhufööne, millele lisatakse spetsiaalsed keevitusotsikud. Enne keevitusega alustamist puhastatakse pinnad mustusest ja rasvajääkidest ning faasitakse mõra mõlemad küljed.

Variant 1: Keevitamine universaalsete plastipulkade abil.

Pinna sulatamiseks kasutatakse spetsiaalset otsikut, mille otsas on silumiseks väikse triikraua kujuline tald. Selle abil sulatatakse kõigepealt plastdetaili tagumisele pinnale, mõra armeerimiseks, roostevabast terasest võrk ning seejärel täidetakse esikülje mõra universaalse plastipulga abil. Selline plastipulk sisaldab lisaks plastile ka armeerivaid osakesi, nt. klaaskiudu. Silumistalla abil tasandatakse liimitud vuuk väljastpoolt ühetasaseks. Peale jahtumist on keevisõmblus valmis järeltöötluseks.

Näide: Steinel plastikeevitamise komplekt:



***Fotod 9,10** - Plasti keevitamise komplekt ja õpetus DVD (Steinel)*

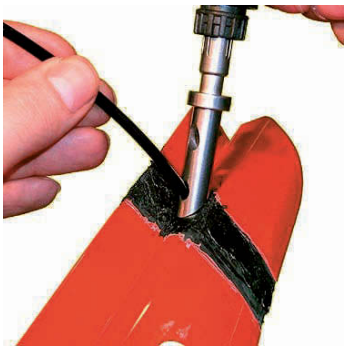
Variant 2: Keevitamine samast plastist pulkade abil.

Teiseks viisiks on kasutada keevitamiseks täpselt sama plasti, millest detail valmistatud on. Selleks on kõigepealt vaja kindlaks teha plasti täpne mark ja omada infot antud plasti sulamistemperatuuri kohta.

Kui pinnad on puhastatud ja servad faasitud, siis seadistatakse kuumaõhupuhur täpselt antud plasti sulamistemperatuuri peale ja tehakse spetsiaalse otsikuga kõigepealt paarist kohast nn.nakkepunktid, mis fikseerivad mõranenud plasti servad. Seejärel kasutatakse keevitamiseks otsikut, millel on kõrval avaus plastvarda sisestamiseks.

Keevisõmbluse tegemiseks lisatakse avausest samast plastist varras, millest remonditav detail on valmistatud. Peale jahtumist saab keevisõmblust edasi töödelda.

Näide: Vuugi keevitamine plastvarda abil



***Fotod 11, 12, 13** – Plasti keevitamine erinevate meetoditega*

6.4. Plastdetailide remont

Plastide kuumtöötlemine. Plastide remont plastiparandusliimiga. Abivahendid plastis olevate mõrade fikseerimiseks enne liimimist. Termokõvenevate plastide remont.

Õpiväljund: Õpilane tunneb plastide remondi tehnoloogiat ja oskab plastdetaile remontida, valides ja kasutades selleks sobivat tehnoloogiat.

Plastdetailide remont hõlmab endas plasti kuju taastamist, mõrade likvideerimist ja purunenud osade taastamist. Vigastatud plastdetaili remont, selle uuega väljavahetamise asemel, võib anda suure majandusliku efekti: kindlustustele - avariikahju väljamakse on väiksem, auto valdajale – avariiremont on soodsam, töökojale – annab töötajatele lisateenimisvõimaluse.

Mida kallim on uus plastist detail, seda suurem tuleb kokkuhoid remondi puhul. Mõnes riigis (nt. Rootsis) on seadusandlusega reguleeritud, kui suures ulatuses tuleb teostada plastdetailide remonti ning selle järgi - kui remondi hind on väiksem või võrdne uue kaitseraua maksumusega, siis plastist kaitserauad remonditakse. Remondi valimine uue detaili asemel on ka tunduvalt keskkonna-säästlikum, sest nii vähendame plastijääke ja tooraine kasutamist plastide valmistamiseks.

Sõiduautodel teostatavatest plastdetailide remondist on ligikaudu 80% seotud kaitseraudade remondiga. Ülejäänud osa plastiremondist on seotud laternate plastkorpuste, poritiibade, spoilerite, radiaatorivõrede, tahavaatepeegli korpuse jms. remondiga.

OLULINE! Turvalisuse seisukohast ei ole kõikide tootjate poolt lubatud parandada esilaternate kinnituskõrvasid ja kategooriliselt on keelatud plastist kütusepaakide parandamine!

Enne tule kinnituskõrvade liimimist kontrolli, kas sõiduki remondijuhis lubab antud operatsiooni või mitte. Liimitud tulekõrv võib osutuda jäigemaks, kui originaal ning mittemurdunud kõrva tõttu võib esituli jalakäijaga kokkupõrkel vigastada inimest.

6.4.1. Plastide kuumtöötlemine

Plastide kuumtöötlust saab kasutada deformeerunud termoplastide kuju taastamiseks. Tänu termoplastide omadusele muutuda kuumutades pehmeks, saab kuumutamise teel neid uuesti vormida esialgsesse kujusse. Väiksemad kujumuutused taastuvad kerge soojendamise käigus ka iseenesest – see on nn. mäluefekt.

PP/EPDM plastist kaitseraudade suuremate avariilised mõlkide taastamiseks kasutatakse tööstuslikku kuumaõhufööni. Selleks kuumutatakse kuju muutnud kaitserauda seestpoolt ettevaatlikult kuumaõhufööniga, kui plast on piisavalt pehmeks muutunud, siis õgvendatakse plasti kuni saavutatakse võimalikult originaalilähedane kuju. Ettevaatust - plast ei tohi hakata sulama!
Kui plast on jahtunud, siis ebatasane pind lihvitakse ja täidetakse plastipahtliga soovitud kuju saavutamiseks.

Kuumtöötlemise **eelisteks** on madal maksumus, kiire, lihtne ja puhas töömeetod. **Puudusteks** on, et seda remondimeetodit saab kasutada ainult termoplastidel ning ei saa kasutada aukude, kriimustuste ja pragude remondiks.

6.4.2. Plastide remont plastiparandusliimiga

Plastiparandusliimiga (edaspidi **plastiliim**) saab edukalt parandada kaitseraudades olevaid auke (d≦7cm) ja rebendeid (L≦10cm).Plastiliimiga saab kinnitada kaitseraudade kinnituskõrvasid ja parandada plastist poritiibasid. Järgnevalt plasti remondiprotsessi kirjeldus Teroson plastiliimi näitel.

Antud plastiliim on väga universaalne, sest pole vaja tuvastada plasti tüüpi ja liim sobib nii pehmetele kui ka kõvadele plastidele. Seda saab kasutada nii aukude, rebendite kui ka sügavate kriimude remondiks. Terosoni plastiliim on saanud heakskiidu enamuse autotootjate poolt (näiteks VW, Audi, MB, Ford, BMW) ja seda võib kasutada nende autode garantiiremondi teostamisel.

Plasti parandamiseks on vajalikud alljärgnevad materjalid ja vahendid:

- eelpuhastusvahend
- plastikrunt
- plastiliim (PUR-baasil, kahekomponentne)
- liimipüstol
- segamisotsikud
- klaaskiudvõrk armeerimiseks

Tööetapid kaitseraua remondil plastiliimiga:

1. Pindade eelpuhastamine

   - Eemaldage suurem mustus survepesuri abil.
   - Loputage puhta veega ja kuivatage (nt. suruõhuga).
   - Puhastage pinnad eelpuhastusvahendiga Teroson Cleaner FL.
   - Laske lahustitel aurustuda vähemalt 5 min.

Foto 14

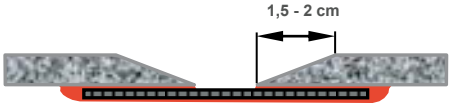
Foto 15

2. Pindade eeltöötlus

   - Tekitage rebendi servale V-kujuline faas laiusega 1,5…2 cm, Kasutades lintlihvijat või otsfreesi.
   - Soovitav on puurida rebendi lõppu auk (d= 4-6mm), et rebend töö käigus ei suureneks. Ka tehtud augu servad tuleb sellisel juhul faasida.

Foto 16

Foto 17



- Karestage pinnad liimi parima nakkuvuse saavutamiseks. Optimaalse tulemuse annab lihvimine P120 lihvpaberiga. Karestage pind nii väljast kui ka seest.
- Eemaldage lihvimistolm.

Foto 18

Foto 19

3. Puhastamine

- Puhastage liimitav ala mõlemalt poolt sobiva puhastusainega – näit.Teroson Cleaner FL-ga.
- Laske lahustiaurudel aurustuda vähemalt 5 min.

Foto 20

4. Kruntimine

- Pihustage õhuke kiht plastikrunti Terokal-150 pinna mõlemale poolele.
- Laske plastikrundil kuivada ca. 10 min.

Foto 21

5. Tagakülje liimimine

- Enne kahekomponentse liimi kasutamise alustamist veenduge, et mõlemad liimi komponendid väljuksid tuubist üheaegselt ja alles siis ühendage segamisotsik tuubiga.
- Kandke liimi kiht kaitseraua tagumisele pinnale, rebendi servale.
- Asetage valmis lõigatud armeerimisvõrk rebendile ja tupsutage liim sellest läbi
- Katke kogu võrk plastiliimi kihiga.

Foto 22

Foto 23

- Suuremate aukude korral laske tagumisele pinnale kantud liimikihil kuivatada ja alles siis asuge välispinna liimimise juurde. Kiiremaks kuivatamiseks saab kasutada soojuskiirgurit temperatuuril 60…70°C kuni 15 min.

Foto 24

6. <u>Esikülje liimimine</u>

- Pöörake kaitseraud ümber ja kandke liim välispinnale. Mullide vältimiseks hoidke segamisotsik liimimassi sees.
- Siluge liimimass pahtlilabidaga tasaseks. Alati on mõttekas tekitada veidi kõrgem varukiht, et see peale kuivamist originaalpinnaga ühetasaseks lihvida.

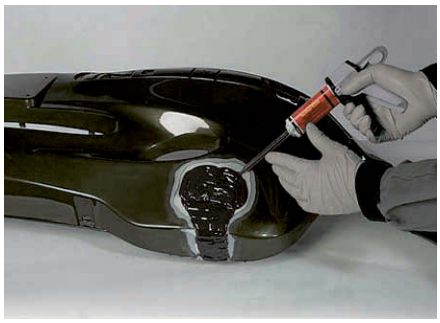


Foto 25

7. <u>Kuivatamine</u>

- Kiireim läbikuivamine toimub soojuskiirguri abil temperatuuril 60…70ºC 15 minuti jooksul.
- Enne järgmisi tööetappe lase kuumutatud pindadel jahtuda toatemperatuurini.

Foto 26

8. Viimistlemine

- Tasandage üleliigne liimikiht lihvpaberiga, alustades karedusest P150 ja lõpetades peenema karedusega P360.

Foto 27

- Peale soovitud pinnavormi saavutamist puhastage pinnad Teroson Cleaner FL-ga.
- Kruntige pahteldatavad pinnad Terokal 150 plastikrundiga ja laske kuivada ca.10 min.
- Kandke pinnale spetsiaalne, elastne plastipahtel.
- Töödelge kuivanud pahtlit P240-P400 lihvpaberiga.
- Enne värvimist tuleb pinnad nakkumise suurendamiseks kruntida vastavalt kasutatava värvisüsteemi tootja tehnilisele kasutusjuhendile.

Foto 28

Foto 29

6.4.3. Abivahendid plastis olevate mõrade fikseerimiseks enne liimimist

Plastide liimimisel on üks keerukam etapp mõranenud kohtade omavaheline fikseerimine, et liimimise käigus ei sopistuks üks plasti servadest teisest sisse- või väljapoole.

Lühemate mõrade korral piisab plasti serval mõra alguskoha haaramisest fiksaatortangide vahele, kuid pikemate ja keerulisema kujuga mõrade korral võib fiksaatortangide kasutamine olla võimatu. Sellistel juhtudel on mugav kasutada nn. ”klambrikolbi”, millega saab plasti sisse sulatada spetsiaalseid traadist klambrid ja fikseerida omavahel mõra mõlemad servad. Klambreid on saadaval erineva kujuga, et neid oleks võimalik sulatada erineva kujuga kohtadesse (k.a.nurgad, servad jne).

Klambrite paigaldamiseks toestatakse fikseeritavat kohta plasti välisküljelt käega ning surutakse kuumenenud klamber kergelt plasti sisse. Klambri surumisel tuleb olla ettevaatlik, sest on oht suruda klamber läbi plasti, teisele poole välja. Seepärast ongi mõistlik kasutada toestamiseks kätt, mis tunneb klambri soojust. Kui plasti välispind hakkab soojenema, siis on klamber juba piisavalt sügaval. Kui klamber on plasti sisse vajutatud, siis on soovitav teda plasti sees veidi nihutada, et tekkiv vall takistaks tema väljatulemist. Seejärel lastakse kolvi päästik lahti ja hoitakse kolbi koos klambriga mõned sekundid paigal, et plast jõuaks piisavalt tahkuda ja klamber jääks plasti sisse kinni. Seejärel tõmmatakse kolb klambri küljest lahti ja lõigatakse klambri väljaulatuvad otsad lõiketangidega maha.

OLULINE! Selle operatsiooni juures on oluline kanda kaitseprille ja kindaid, sest äralõigatavad otsad paiskuvad pinnalt eemale ja võivad vigastada nahka ja silmi.

Klambreid sulatatakse ainult plasti sisepinnale, sest klambrite äralõigatud otsad jäävad reeglina plastipinnast kõrgemad ning välispinnal segaksid need pinna viimistlemist.

***Foto 30** – Plasti pindade fikseerimine klambrikolviga*

***Foto 31** - Plastide remontimiseks mõeldud seade(Uniplast)*

6.4.4. Termokõvenevate plastide remont

Termokõvenevatest plastidest on võimalik remontida SMC, RTM ja GRP plaste**.**

Kõvade plastide remondiks kasutatakse kas kõvadele plastidele mõeldud liime või ka nende plastide originaalkoostisaineid – vaiku ja klaasriiet. Väiksemaid vigastusi on võimalik remontida ka ainult klaaskiudpahtli abil. Termokõvenevate plastide liimimisel pole tarvis plastikrunti, sest liimid nakkuvad nende plastidega sama hästi kui metalliga.

OLULINE! Termokõvenevad plastid võivad avarii käigus kihistuda, seepärast tuleb mõrade remontimisel seda eriti tähelepanelikult jälgida.

6.5. Plastide ettevalmistus ja värvimine

Plastpindade ettevalmistus värvimiseks. Plastpindade värvimine

Õpiväljund: õpilane oskab värvimiseks ette valmistada erinevaid plastdetaile, kasutades selleks õigeid meetodeid ja materjale.

Plastide värvimine on keerukam kui metallpindade värvimine, sest sõidukitel kasutatakse erinevaid plaste, millest osad on värvitavad ja osad mitte. Seetõttu tuleb enne plastide värvimist teha kindlaks, kas antud plastiliik on üldse värvitav või mitte. Juhul kui plast on värvitav, tuleb selle remontimisel ja viimistlemisel kasutada ainult spetsiaalseid plastide värvimiseks mõeldud materjale.

Põhiline erinevus plastide remondil kasutatavate viimistlusmaterjalide ja metallpindadel kasutatavate materjalide vahel on nende suurem elastsus ja parem nakkuvus plasti pinnaga.

6.5.1. Plastpindade ettevalmistus värvimiseks

Kõige esimeseks etapiks on pindade puhastamine ja siin on kaks erinevat lähenemist sõltuvalt sellest, kas tegemist on krunditud pinnaga (eelnevalt värvitud vana detail või tehases krunditud uus detail) või ja kruntimata plasti pinnaga.

1.Plastpindade puhastamine eelnevalt värvitud plastdetailide ja tehases krunditud originaal (OEM)-varuosade puhul.

***Foto 32** – Pihustage puhastusaine pinnale*

***Foto 33** – Eemaldage vahajäägid ja mustus puhta lapiga*

Korrektseks puhastamiseks pestakse pind puhastusainega ning kuivatatakse puhta lapiga. Soovitatav on kasutada nn. ”kahe lapi meetodit” , mille korral puhastusainega küllastatud esimese lapiga pestakse pinnalt vahade jäägid ja muud ebapuhtused ning teise, kuiva ja puhta lapiga eemaldatakse pinnalt omakorda puhastusainete jäägid ning pühitakse pind kuivaks. Nii on tagatud suurema osa vaha ja silikoonijääkide eemaldatakse esimese puhastuslapiga ning teise lapi ülesanne on tagada pinna lõplik puhtus.

2.Plastpindade puhastus eelnevalt värvimata ja uute kruntimata B-varuosade puhul.

Plastide tööstuslikul tootmisel kasutatakse detailide vormist kättesaamiseks nn. **vormivahasid**, mis kantakse eelnevalt vormi pinnale. Vormivahad sisaldavad silikoone ning õlisid, mis kahandavad värvi nakkumist pinnaga. Valmistamise käigus imbuvad vormivahad ka plasti pooridesse ning kinnituvad plasti pinnale, põhjustades hiljem silikoonikraatreid või värvimaterjalide koorumist plasti pinnalt.

Seepärast on väga oluline eemaldada kõik vormivaha jäägid plasti pinnalt. Selleks pestakse pinnad kõigepealt plastipuhastusvahendiga ja seda soovitavalt mitu korda.

Järgnevalt on vaja teostada nn. **lõõmutusprotsess,** selleks asetatakse plastdetail kas spetsiaalsesse lõõmutuskambrisse või värvimiskambrisse (kuivatusrežiimil) ja hoitakse teda 1 tunni jooksul temperatuuril 60°C. Kuumuse mõjul tõusevad vormivahad plasti pooridest selle pinnale. Seejärel puhastatakse plasti pind uuesti plastipuhastusvahendi ja halli lihvvillaga. Lihvvill aitab paremini vormivaha jääke pinnalt eemaldada ning ühtlasi matistab pinna ette järgmisteks etappideks.

***Foto 34** – Puhastage uuesti puhastuslapiga*

***Foto 35** – Kasutage puhastamisel pesuainega immutatud „karukeelt“*

Enne plastipinna kruntimist tuleb pind veelkord puhastada, soovitavalt staatikat vähendava puhastusainega ja lõpuks vahalapiga.

***Foto 36** – Viimane puhastus antistaatilise pesuainega*

***Foto 37** – Kasutage enne värvimist vahalappi*

6.5.2. Plastpindade värvimine

Plastpindade värvimine sarnaneb põhiosas metallpindade värvimisele, siiski tuleb järgida alljärgnevaid üldreegleid:

- Plasti pind tuleb eelnevalt alati täielikult puhastada spetsiaalsete plastipuhastusvahenditega.
- “Haljast” plastipinda tuleb ka enne igat järgevat tööetappi (pahteldamine, täitevkruntimine lihvimiseks) puhastada spetsiaalsete puhastusvahenditega, kasutades iga puhastusprotsessi etapil uut puhast puhastuslappi.
- Plastpindade pahteldamiseks kasutatakse ainult plastpindade pahteldamiseks mõeldud nn. **plastipahtlit**, mis tagab ka kuivanult vajaliku elastsuse ning võib, olenevalt tootjast, sisaldada ka plastiga nakkuvust parandavaid lisandeid.
- Kruntimisel tuleb kasutada kas ainult spetsiaalseid **plastikrunte**, mis on väga elastsed ja sisaldavad nakkuvust parandavaid lisanded, või n.ö. kahekihilist töötlust,

mille korral kasutatakse esimese kihina spetsiaalseid plastidega nakkuvust tagavaid krunte ja selle peal teise kihina elastsuslisandiga täitevkrunte.

- Värvipinna elastsemaks muutmiseks lisatakse pinnavärvidele ja lakkidele **elastsuslisandit**. NB! Lakialusele baasvärvile elastsuslisandit ei lisata!
- Elastsuslisandi kogus sõltub plasti liigist ja kasutatavast värvisüsteemist. Väga pehme plasti puhul, nt. PUR-soft, võib elastiklisandi osa töösegus olla isegi sama suur, kui krundi või laki kogus. Oluline on järgida täpselt toote tehnilist informatsiooni.

Lisaks eelnenule on hea teada, et:

- Plastid PC, PPO ja ABS on eriti lahustitundlikud ja nende värvimine on keerukas.
- Puhas polüpropüleen (PP) ja polüetüleen (PE) ei ole värvitavad.
- Plastikdetaili lõõmutamisel ja värvitud plastdetailide kuivatamisel värvimiskambris tuleks kindlasti veenduda, et detailid kuumutamisel ei deformeeruks. Selle vältimiseks tuleb vajadusel paigutada plastdetailide alla piisavalt lisatugesid.

MOODUL 6. KASUTATUD TERMINID JA SÕNASELETUSED

- **Plastid** (e. orgaanilised polümeerid) on materjalid, mida valmistatakse sünteetilisel või pool-sünteetilisel teel monomeeride (süsinik, vesinik, hapnik, lämmastik) suure molekulmassiga ühenditest – polümeeridest ehk vaikudest. Plastid sisaldavad lisaks vaigule tavaliselt ka rea lisandeid (täiteaine, plastifikaator, stabilisaator, värvaine jms).
- **Plastmass** – sama mis plast.
- **Plastiliim** – täiteomadustega tugev 2-komponentne liimaine, mida kasutatakse plastidest valmistatud autodetailide remontimiseks.
- **Plastide keevitamine** – plastdetailide remont (pindade ühendamine) nende temperatuuri toimel sulatamise ja sulanud alade kokkuliitmise teel.
- **Vormivahad** *(i. Mold release)* – plastid tootmises vormi sisepinnale pihustatav või määritav vaha, mis aitab plastdetailil peale valmimist vormist irduda.
- **Lõõmutamine** (plastide puhul) – plastdetaili hoidmine 60°C juures 30-60 minutit.
- **Plastikrunt** – kruntmaterjal, mis tagab nakkuvuse plasti pinna ja pealekantavate materjalide vahel.
- **Plastipahtel** – pahtel, mis on omadustelt on oluliselt elastsem, kui tavaline polüesterpahtel ning nakkub hästi plasti pinnaga.
- **Elastsuslisand** – lisaaine, mida lisatakse täitevkruntide, värvide ja lakkide sisse, et anda neile suuremat elastsust plasti pinnaga kaasa liikumiseks.

MOODUL 6. Teoreetilised ülesanded enesekontrolliks

- Milline on peamised plastide omaduste erinevused metallide omadustest?
- Miks on plastide värvimine keerulisem, kui metallpindade värvimine?
- Tooge 2 näidet, millisest plasti tüübist võib olla valmistatud auto esimene kaitseraud.
- Mis on vormivaha?
- Milleks on vaja plastdetailide lõõmutamist?
- Kas plastide remondil tuleks keevitamist eelistada liimimisele?
- Millised on riskid plastide keevitamisel?
- Miks on plastide korralik puhastamine enne värvimistööde alustamist nii oluline?
- Kuidas määrata plasti liiki, kui tähistus on mitteloetav või kadunud?
- Miks on vajalik plasti pinna katmine plastikrundiga, enne edasist värvimisprotsessi?
- Milliseid lisandeid kasutatakse plastide värvimisel krundis ja lakis?
- Kas plastide värvimisel kuivatusajad pikenevad või lühenevad?
- Kas plastide värvimisel peab veepõhise alusvärvi sisse lisama elastsuslisandit?
- Kas plastide värvimiseks kasutatakse erinevat lakki kui metallpindade värvimisel?
- Kas plastdetaile saab värvida samas värvikambris, kui alumiiniumdetaile?
- Miks on sama suure plastdetaili värvimine kallim kui terasplekist detaili värvimine?

MOODUL 6. Praktilised ülesanded

- Määrake erinevate plastdetailide valmistamiseks kasutatud plastitüübid. Kas määratud plastitüübid on värvitavad?
- Lõigake plastist kaitseraua sisse kaks 5 cm pikkust pragu, kasutades selleks plekksepa pneumo-tikksaagi. Remontide üks pragudest, kasutades plastiliimi ja teine, kasutades plastide keevitusmeetodit.
- Lõigake plastist kaitseraua sisse ca. 5 cm läbimõõduga ava. Remontide see ava (täitke), kasutades valikut materjale ja tarvikuid. Põhjendage oma valikuid.
- Remontige klaasplastist detaili (auto, mootorratta või paadi osa) rebend, kasutades sobivat komposiitmaterjali remondi tehnoloogiat. Põhjendage oma valikuid.
- Teostage vigastatud plastdetailide (soovitavalt plastist auto kaitseraud) remontvärvimine, järgides igas tööetapis täpselt kasutatavate toodete tehnilisi kasutusjuhendeid ja korrektset tööprotsessi.

MOODUL 6. Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Fotod

Standox GmbH. *(Axalta Coatings), Wuppertal, Saksa foto - 1, 32, 33, 34, 35, 36, 37*

Margus Raud *foto – 2, 9,10, 30*

Henkel Balti AS*,Tartu foto – 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29*

Bossauto Innova S.A., *Hispaania foto – 31*
www.vbsa.fr/en-item-141-welding-plastic-repair foto - 11
www.orbi-tech.de/seiten_englisch/plastic_repair_set_G-80.htm foto – 12
www.orbi-tech.de/seiten_englisch/plastic_repair_set_G-80.htm foto - 13

Joonised

Standox GmbH. (Axalta Coatings), *Wuppertal, Saksa – 1*

Kõik skeemid ja fotod, mida ei ole nummerdatud, on pärit õpiku autorite arhiivist.

MOODUL 6. Kasutatud kirjandus ja materjalid

Standox GmbH. (Axalta Coatings) tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Glasurit (BASF AG) tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Meguiar´s tehnilised – ja koolitusmaterjalid 2011-2014

PPG Industries tehnilised- ja koolitusmaterjalid 2008-2014

Teroson (Henkel Balti) koolitusmaterjalid 2011-2014

„Materjalitehnika seletav sõnaraamat“, TTÜ Kirjastus 2013

„Kemikaaliohutus Autohoolduses“, Töötervishoiu keskus 2003

„Õpilase teadusentsüklopeedia“ – Kingfisher Publications 2004

„Tehnikaleksikon“ - Tallinn 1981

„Eesti Keele Sõnaraamat“ – Eesti Keele Instituut 1999

„Painting, self study program“- Volkswagen AG, 2010

„Toyota Painting Workbook“, Jaapan 2011

„Dailer Chronicle“, Steidl & Daimler AG Stuttgart, 2011

Mercedes-Benz Classic Archives

Wikipedia, Eesti, Inglise ja Saksa

Autorite isiklikud märkmed ja läbitud koolitustelt ning seminaridelt saadud materjalid.

Raamatu autorid on andnud endast parima, et tuvastada kõigi kasutatud materjalide autorlust. Juhul, kui sellele vaatamata leiab keegi, et temale kuuluvaid materjale on kasutatud autoriõiguste vastaselt või kui materjalide kasutamise kohta on küsimusi, palume võtta ühendust raamatu autoritega.