

Margus Raud, Peeter N.Sarevet, Taavi Luts

AUTOPLEKKSEPA

ÕPIK AMETIKOOLIDELE



Tallinn 2014

Margus Raud, Peeter N.Sarevet, Taavi Luts

AUTOPLEKKSEPA

ÕPIK AMETIKOOLIDELE



Tallinn 2014



Margus Raud, Peeter N.Sarevet, Taavi Luts

AUTOPEKKSEPA

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: Margus Raud, Peeter N. Sarevet ja Taavi Luts
Õpiku koostamisele aitas kaasa Vello Pross

Retsensent: Lauri Ert

Õppematerjali (varaline) autoriõigus kuulub SA INNOVE´le.

Kõik õigused on kaitstud. Ilma autoriõiguse omaniku eelneva kirjaliku loata pole lubatud ühtki selle raamatu osa paljundada ei elektroonilisel, mehaanilisel ega mingil muul viisil.

Selle õppematerjali koostamist toetas Euroopa Liit

SISSEJUHATUS

Olete avanud esimese eestikeelse Autoplekksepa Õpiku, mis on koostatud ja välja antud peale Eesti taasiseseisvumist. Käesoleva õpiku koostamise ajendiks oli terav pöud eestikeelsetest õppe-materjalidest autoplekksepa eriala õpetamisel ja autorite soov kirja panna olulised baasteadmised autoplekksepa ameti omandamiseks ning oma aastatepikkune praktiline kogemus selle erialaga seoses.

Plekksepa amet on sajandeid vana, kuid autoplekksepa oma vaid pisut enam kui sajandi vanune. Läbi ajaloo on selle ameti oskusi ja „saladusi“ edasi antud isalt pojale ja meistritl õpipoisile. Nii on see toimunud ka Eestis, kuid majandusbuumi ajal 2000-2007, kui osteti ja remonditi plahvatuslikult rohkem autosid, kui varasemal perioodil, tekkis järsk nõudlus suurema hulga autoplekkseppade järele. Nõudlusest tingitud kõrgem tasu meelitas autoplekksepaks pürgima ka palju selliseid inimesi, kes polnud seda ametit omandanud koolis vaid õppisid praktilise töö käigus. Neil aastail oli töö sisuks peamiselt deformeerunud detailide vahetamine uute vastu ning üha vähem vajati „klassikalisi“ plekksepa oskusi detailide ja struktuursete osade õgvendamiseks. Juba enne buumi ning selle ajal jäi vanaduspensionile terve hulk vanema generatsiooni plekkseppasid, mistõttu katkes teadmiste edasiandmise järjepidevus ja „klassikalisi“ autoplekksepa oskusi polnud enam kellegi käest omandada. Samal ajal arenes autode keretehnoloogia jõudsalt, nõudes täiesti uusi teadmisi ja oskusi materjalide ning tööriistade-seadmete osas. See põhjustas teoreetiliste teadmiste nappuse uute tehnoloogiate abil valmistatud autokerede remontimiseks.

Plekkseppade õpetamise „uus tulemine“ sai alguse Eesti astumisega Euroopa Liitu, millega kaasnes võimalus Euroopa fondide toel valmis ehitada ja kaasaegsete seadmetega varustada terve rida ametikoolide õppe-töökodasid autoplekksepa eriala õpetamiseks. Peale seda on rahastatud ka plekksepa eriala õpetajate täiendkoolitusi ning viimase sammuna eestikeelsete õppematerjalide koostamist, mille tulemuseks on ka käesolev õpik.

Õpik keskendub peamiselt praktiliste oskuste arendamisele eeldades, et materjaliõpetus ja keevitamise teooria on eelnevalt läbitud eriala tundides. Palju on pööratud tähelepanu oskustele, mille puudulikkust või vähest praktilist kogemust on näidanud riiklikul kutseeksamil osalejad. Pildimaterjal toob näited erinevatest tööriistadest, töövõtetest ja –situatsioonidest, mis lihtsustavad materjali omandamist. Iga mooduli lõpus olevad kordamisküsimused ja praktilised ülesanded aitavad mõista, „miks“ üks või teine asi teoreetilises osas just niimoodi kirjeldatud on.

Loodame, et sellest õpikust on kasu nii ametikoolide õpetajatel õppeprotsessi läbiviimiseks, õpilastel iseseisvaks õppeks ja samuti ka praktiseerivatel plekkseppadel oma teoreetilise baasi värskendamiseks enne kvalifikatsiooni tõstmise eksameid või lihtsalt silmaringi laiendamiseks.

Autorid tänavad Toyota Balti AS'i, Møller Autot ja Car-O-Liner Academy't vajaliku infoga varustamise eest, retsensent Lauri Ert'i asjalike märkuste ja nõuannete eest, meisterplekksepp-restauraator Vello Prossi töövõtete demonstreerimise ja nõuannete eest pildimaterjali tootmisel ja oma peresid, kelle mõistva suhtumiseta (pereelus aktiivselt mitteoosalemisele) poleks käesolev materjal kaante vahele jõudnud.

Suurimad tänud ka SA INNOVE'le, tänu kellele käesoleva õpiku koostamine üldse võimalikuks sai.

Tallinnas ja Tartus 2014

Margus Raud
Peeter N. Sarevet
Taavi Luts

SISUKORD

1. AUTOKEREDE EHITUS

1.1	AJALUGU.	4
1.1.1	Autode kerekonstruksioonide ajalugu	4
1.2	KEREKONSTRUKTSIOONID.	13
1.2.1	Autokere tüübid.	17
1.2.2	Kerede ehituse eripärad sõltuvalt veeremikust	19
1.2.3	Autokere struktuurne ja kosmeetiline osa	20
1.2.4	Avarii löögijõudu summutavad piirkonnad	21
1.2.5	Avarienergia edasikandumine autokeres	24
1.2.6	Sõiduauto kandva kere osade terminoloogia	26
1.3	AUTOKERES ESINEVAD MATERJALID	30

2. AUTOPLEKKSEPA TÖÖRIISTAD JA SEADMED.

2.1.	LEHTMETALLI TÖÖTLEMISE RIISTAD	39
2.2.	ELEKTRILISED-, HÜDRO- ja SURUÕHU KÄSITÖÖRIISTAD.	43
2.3.	KEEVITUSSEADMED.	50
2.4.	PINNAKUUMUTUSSEADMED.	53
2.5.	KEREVENITUSPINGID.	55
2.5.1	Kerevenituspinkide liigitus ja kasutusotstarve	55
2.5.2	Rakised kinnituseks ja venitustööde teostamiseks	59
2.5.3	Kerevenituspinkide kasutus ja hooldus	68
2.6.	MÕÖTESÜSTEEMID.	70
2.6.1	Autode keremõõdud	70
2.6.2	Mõõtesüsteemide liigitus ja tööpõhimõte	72
2.6.3	Mõõtesüsteemide kasutamine	76

3. KEREDTAILIDE ÜHENDAMINE

3.1	KEREDTAILIDE ÜHENDUSMEETODID	83
3.1.1	Keermes- ehk poltliide	84
3.1.2	Keevisliide	84
3.1.3	Neetimine	86
3.1.4	Valtsimine	89
3.1.5	Liimine	90
3.2	REMONDIJUHISTE KASUTAMINE KEREDTAILIDE LIITMISEL	98

4. KEEVITUSTÖÖD

4.1 MIG/MAG POOLAUTOMAATKEEVITUS	103
4.1.1 MIG/MAG keevitusmeetodid	105
4.1.2 MIG-jootmine	109
4.1.3 Paneelide ja struktuursete detailide ettevalmistus MIG/MAG keevituseks	110
4.1.4 MIG/MAG keevitamine	115
4.1.5 MIG/MAG keevisõmbluse kvaliteedi kontroll	119
4.1.6 MIG/MAG keevisõmbluse järeltöötlus	121
4.2 PUNKT- EHK KONTAKTKEEVITUS	124
4.2.1 Punktkeevitusprotsess	124
4.2.2 Pindade ettevalmistus punktkeevituseks	128
4.2.3 Keevitamine punktkeevitusega	129
4.2.4 Punktkeevituse kvaliteedi kontroll ja järeltöötlus	132
4.3 OHUTUSNÕUDED KEEVITUSTÖÖDEL	135
4.3.1 Isikukaitsevahendid keevitustöödel	135
4.3.2 Ümbritsevate pindade katmine	136
4.3.3 Õige keevitusgaasi valimine	137

5. PINDÕGVENDUSTÖÖD JA LEHTMETALLIDE TÖÖTLEMINE

5.1. LEHTMETALLIDE DEFORMATSIOON.	140
5.2. ÕGVENDUSMEETODID, KÜLMTÖÖTLEMINE.	143
5.2.1 Alasi ja haamri meetod	143
5.2.2 Õgvendusvarda ja –lusika meetod	150
5.2.3 Liimtõmbaja meetod	152
5.3. ÕGVENDUSMEETODID, KUUMTÖÖTLEMINE	153
5.3.1 Õgvendamine spotteriga	153
5.3.2 Pinna kuumutamine kahandamise ja parema töötlemise eesmärgil	155
5.4. LEHTMETALLI LÕIKAMINE JA VORMIMINE ASENDUSDETAILIKS.	160
5.4.1 Lehtmetallist asendusdetailide vormimine	160
5.4.2 Asendusdetailide valmistamise protsess	179
5.4.3 Praktiline näide asendusdetaili valmistamisest ja paigaldusest	187

6. AUTOKERE STRUKTUURSETE OSADE JA RAAMI DEFORMATSIOON NING ÕGVENDAMINE

6.1 AUTOKERE DEFORMATSIOON AVARII KORRAL.	191
6.2. ÕGVENDUSMEETODID.	196
6.2.1 Vigastuste kindalakstegemine	196
6.2.2 Struktuursete osade õgvendamine	198
6.2.3 Mõõtesüsteemi kasutamine struktuursete osade remondil	201

7. KLAASITÖÖD

7.1 KLAASIDE LIIGITUS	208
7.2 KLAASIDE KINNITUSVIISID	209
7.3 KLAASIMISTÖÖDEL KASUTATAVAD TÖÖRIISTAD.	212
7.4 KLAASIMISTÖÖDEL KASUTATAVAD MATERJALID	215
7.5 KLAASIMISTÖÖDEL KASUTATAVAD TÖÖVÕTTED.	219
7.6 KLAASIDE HOOLDUS JA KAHJUSTUSTE TÖÖTLEMINE.	225

8. PLASTIDE TÖÖTLEMINE

8.1 PLASTIDE LIIGID, TÜÜBID JA TÄHISTUSED	232
8.2 PLASTIDE KINDLAKSMÄÄRAMINE	236
8.3 PLASTIDE ÜHENDAMINE	237
8.3.1 Plastide liimimine	237
8.3.2 Plastide keevitamine	238
8.4 PLASTDETAILIDE REMONT	240
8.4.1 Plastide kuumtöötlemine	240
8.4.2 Plastiku remont plastiparandusliimiga	240
8.4.3 Abivahendid plastis oleva mõra fikseerimiseks enne liimimist	245
8.4.4 Termokõvastuvate plastide remont	245

9. MOOTORSÕIDUKITE KORROSIONIVASTANE KAITSE.

9.1 KORROSIONIKAITSE ALUSTÕED	248
9.2 KORROSIONIKAHJUSTUSTE MEHHAANILINE JA KEEMILINE TÖÖTLEMINE	252
9.3 KORROSIONITÕRJE MEETODID	256
9.3.1 Põhjakaitselahendid	258
9.3.2 Kivikaitselahendid	262
9.3.3 Õõnsuste kaitselahendid	267

ÕPPEMOODUL 1: AUTOKEREDE EHITUS

1.1. Ajalugu.

Auto kerekonstruktsioonide areng läbi aegade.

Õpiväljund: Õpilane omab autoplekksepa erialal vajalikud põhiteadmised autode kerekonstruktsioonide ajaloost ja arengust.

Kõigepealt, tulevased auto keretehnikud, lubage Teid õnnitleda suurepärase valiku puhul!

Auto keretehniku ja -plekksepa elukutse on läbi aegade olnud hinnas. Oskus taastada viga saanud sõiduki kõige suurem ja nähtavam osa, autokere, nii et see näeb välja nagu uus, ei ole lihtne ülesanne. Vaja on suurt hulka teoreetilisi algteadmisi, töövahendite ja töövõtete tundmist ning head silma/käe koordineerimist. Tasuks on aga, lisaks korralikule sissetulekule, põnev, mitmekülgne ja loominguiline töö, mida aina enam hakatakse pidama kõrgtehnoloogiliseks ametiks!

Alustame tutvumist autokerede ehituse ja nende remondiga täiesti algusest – sellest ajast kui valmis esimene auto...

1.1.1 Autode kerekonstruktsioonide ajalugu.

Sõidukite kerede ehitus ulatub otsapidi aega kui hobuveokitele hakati valmistama lihtsast lahtisest vankrist keerulisemaid kereid, millel olid katus, ukseid ja aknad ning mis suutsid kaitsta reisijaid ilmastiku ja välismõjude eest. Parematel hobuvankritel olid isegi porilauad, mis kaitsevad sõiduki külgesid ja aknaid rataste alt lendava kruusa ning muda eest.

Otsene side hobuveokitega on selgelt aimatav ka inglise keeles mootorsõidukite kerede ehituse kohta kasutatavas nimetuses „*Coachbuilding*“. Otseses tõlkes tähendab *coachbuilding* tegelikult just vankriehitust! „*Coach*“ oli enne autode sündi väljend, mida kasutati eelkõige kinnise vankri kohta. Koos autode sünniga võeti see nimi kasutusele ka autokerede ehitamise kohta. Peale II Maailmasõda kasutati (ja kasutatakse tänaseni) sõna „*coachbuilding*“ ainult eritellimusel käsitööna valmistatud autokerede puhul. Seeriatoodanguna valmistatud kerede valmistusprotsessi kohta võeti aga kasutusele uus, märksa tehnoloogilisem väljend „*Body construction*“.

Aegamööda arenesid hobusõidukite kered aina keerulisemaks ning sarnanesid lõpuks suhteliselt palju tulevaste mootorsõidukite keredega – selle erinevusega, et neil puudus mootor. Samas on huvitav fakt, et kaalu kokkuhoiu mõttes hobusõidukite ehituses metalli, eriti terasplekki, reeglina ei kasutatud.

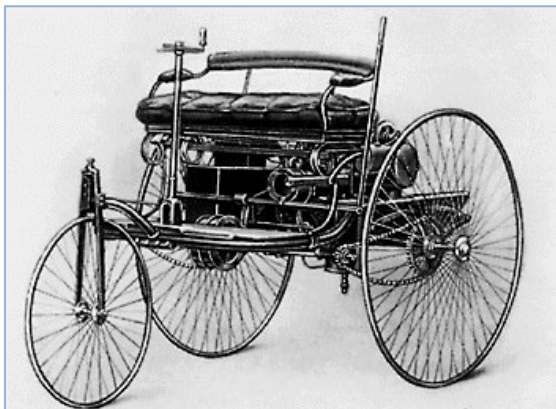
Oskused vormida õhukest lehtterast ja muid lehtmehalle tulenevad hoopis teisest valdkonnast – pikkade aastasadade vältel oli pidevalt arenenud peen, sõjanduses vajalik käsitööoskus – turviste ja raudrüüde valmistamine. Raudrüü valmistamisel oli eesmärgiks valmistada tugevast lehtterasest sõjamehe keha kujuga sarnane turvis, ehitada sellele üksteist katvad liigendid ja kaunistada rüü soovi korral keerukate ornamentidega. Tegu oli väga keeruka ning suure käsitöö mahuga tööga ning vastavad meistrid olid väga kõrgelt tunnustatud ja tasustatud.

Enamik tänapäeval kasutatavaid autoplekksepa käsitööriistu meenutavad suuresti juba keskajal ja hiljem raudrüüde valmistamisel kasutatudööriistu ning nende turviste valmistamise põhimõte oli üsna sarnane auto kerepleki töötlemisele – terasplekki lõigatakse, painutatakse, venitatakse, kahandatakse ning liidetakse (needitakse, keevitatakse, joodetakse jne.).

Kokkuvõtteks võibki tõdeda, et tänapäeva autoplekksepa oskused ja töövõtted lähtuvad kahe täiesti erineva eriala ajaloost – hobusõidukite valmistamine ja raudrüüde valmistamine.

Esimesed autokered.

Esimene tegelik auto oli Benz Patent-Motorwagen, millel kere kui selline praktiliselt puudus, iste oli kinnitatud alusraamile ning kandvate osade valmistamiseks kasutati nii terast kui ka puitu. Kaitseks korrosiooni eest lasi Karl Benz oma auto metallosad katta musta tõrvaga.



Pilt 1 – Benz Patent-Motorwagen



Pilt 2 – Esimeste mootorsõidukite raamid ja kered olid valmistatud täielikult puidust.

Üsna pea hakati valmistama vähem või rohkem kaetud keredega autosid ning aastatel 1896 kuni 1910 toodetud autodel oli nii raamide kui ka kered valmistamisel peamiseks materjaliks puit ja vineer. Töövõtted põhinesid täielikult hobuvankrite valmistajate teadmistel ja oskustel ning peamiseks erinevuseks oli rataste mõõt ja hobuste vahetumine sisepõlemismootori vastu. Reeglina puudusid 19. saj. lõpus ja 20. saj. alguses valmistatud autodel nii katus kui ka ukсед.

1900-ndate aastate alguses võeti lahtiste autode juures kasutusele hingedel liikuvad ukсед ja ülestõstetavad mootorikatted, samuti muutus üha enam aktuaalseks kinniste autokerede valmistamine. Esialgu kasutati kinniste kered valmistamisel kattmaterjalina tugevast puidust - mahagonist või seeditist plaate, mida aurutati ja painutati vajadusel sobivasse kujusse. Plaadid kas värviti või kaeti kunstnaha, „leatherette´ga“, et tagada paremat ilmastikukindlust. Katuste puhul kasutati peamiselt õhukestest puitliistudest alusraami, sellele pingutatud metallist võrku ning kõige peale paigaldatud kunstnaha või kummeeritud puldanriiet. Sellisel autokere konstruktsioonil oli aga kere kuju määravaks (ja piiravaks) teguriks puidust katteplaatidele kuju andmise võimalused. Uusi võimalusi vaagides jõuti järeldusele, et puitkarkassile kinnitatud terasplekk annab palju suuremad võimalused autokere kuju loomisel ja tagab kerele ka vajaliku lisajäkuse.

Klassikaline puit/teras kerekonstruktsioon

Kerede alusraamid ja peamised konstruktsiooniosad valmistati vastupidavast puidust, peamiselt saarepuust ja detailid ühendati omavahel tappliidete ning terasdetailidega. Puitraam kaeti väljast vajaliku kujuga terasplekist kattepaneelidega, mis esialgu valmistati käsitsi vasaratega vormi sisse tagudes ning üsna pea juba mehaanilisi pinnimishaamreid kasutades. Terasplekist suuremad detailid valmistati mitmes osas ja osad keevitati omavahel kokku, kasutades gaasikeevitust. Lisaks võeti kasutusele ka hüdraulilised plekivenitusseadmed.

Niimoodi kujusse vormitud kereplekid kinnitati puidust alusraamile spetsiaalsete kerenaelttega või kruvidega, samuti liistude abil ning plekkide ühenduskohad kaeti tavaliselt liistudega.

Katuste keskmised osad valmistati pea alati kummeeritud või tõrvatud tugevast presentriidest (ingl.k. canvas), mis pingutati puidust ja terasvõrgust alusraamile.

Sedasi valmistatud autokerede peamiseks puuduseks oli konstruktsiooni suur kaal ja läbipainduvate raamide tõttu kergesti liikuv kerekonstruktsioon, mille tulemusel tekkisid praod keres ja mõranes värvkate. Lisaks kääksusid selliselt ehitatud kered ebameeldivalt, kui sõideti ebatasastel teedel.

Autovalmistajad keskendusid tehnikaosa – mootori, jõuülekanne, raami ja abiseadmete valmistamisele ning kerede tootmine jäeti suures osas spetsiaalsete kerevalmistajate teha. Nii sai kerede valmistamisest mahukas äri ning Inglismaal, Saksamaal, Itaalias ja Ameerikas kujunesid välja aastakümneid edukalt toiminud tuntud autokerede valmistajad – nt. Budd ja Fisher Ameerikas, Van Den Plas Inglismaal, Touring Itaalias ja Gläser Saksamaal.



Pilt 3 – Aastal 1906 keskendus Daimler oma autotehases peamises tehnikaosa valmistamisele, kered valmistati allhankes.

Aegamööda loobusid enamus autovalmistajatest puitraamidest ning hakkasid kasutama terasraame. Kered omakorda kinnitati raamile poltliidete abil. Selline ehitus võimaldas kiiresti asetada samale raamile erinevaid keresid ja muutis tootmise universaalsemaks.



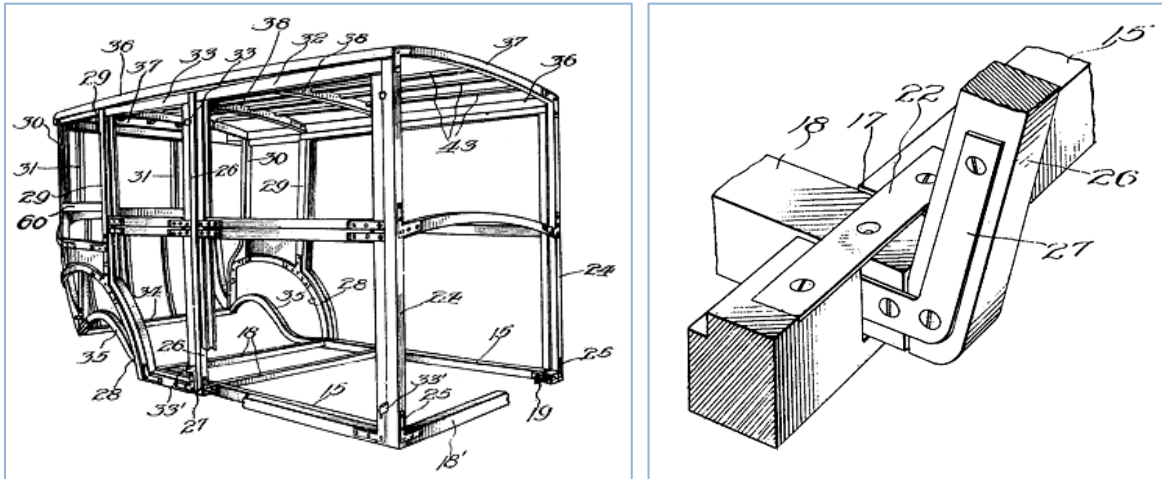
Pilt 4 – Esimese Volvo sõiduauto (Jacob) kerekonstruktsioon.



Pilt 5 – Valmis kered viimistleti veekindlaks.

Weymanni konstruktsiooniga autokered

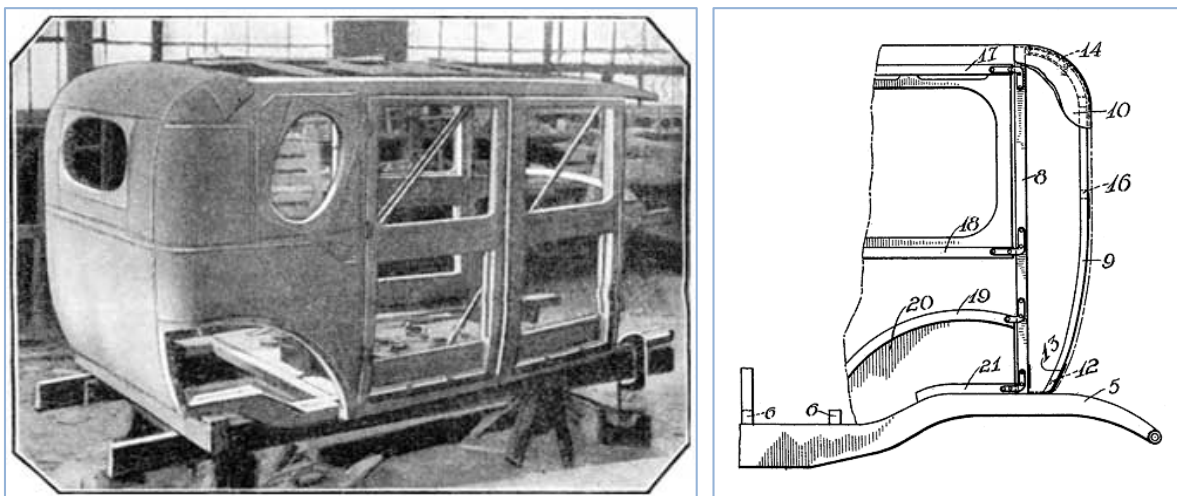
Traditsioonilise puit/terasplekk kere peamiseks puuduseks oli suhteliselt raske ja samas ebastabiilne ehitus. Konstruktsioon kippus kriuksuma ja pragunema ning põhjad hävinesid niiskuse toimel suhteliselt kiiresti. Samuti pragunes kergesti traditsiooniliselt ehitatud kerede värvipind, kuna kiiruste suurenedes suurenesid ka deformeerivad jõud ja odavad redelraamid ei olnud piisavalt jäigad.



Pilt 6 – Tüüpiline Weymann-kere koosnes paljudest ühendustest. **Pilt 7** – Weymann süsteemi puit/teras ühendussõlm.

Innustatuna võimalusest elimineerida klassikalise puit/metallkere konstruktsiooni puudused, töötas noor prantsuse insener **Charles T. Weymann** välja täiesti uue sõiduaudote kerekonstruktsiooni, millel polnud senikasutatud konstruktsiooniga praktiliselt midagi ühist. Uut süsteemi hakati nimetama **Weymanni konstruktsiooniks**.

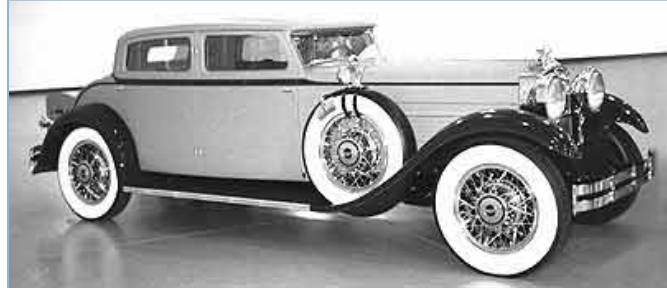
Weymanni konstruktsiooniga kere korral toetuvad istmed ja ülemised kerekonstruktsioonid otse terasraamile. Ülemine kereosa on ehitatud vastupidavatest puitdetailidest suhteliselt kergena ja kõik puitdetailid on omavahel ühendatud terasplaatide paari abil. Plaadid on kinnitatud ühendatavate puitdetailide mõlemasse otsa ja osad ühendatakse läbi metallplaatide pötkliidete abil. Niimoodi valmistatud kere korral ei puutunud puitdetailide otsad üksteisega kokku ning terasplaatide paari vahele paigutatud tihtimismaterjal elimineeris kriuksumise, lubades samas kogu kerekonstruktsioonil teataval määral liikuda. Valmis puitkonstruktsioon kaeti pinguldatud riide või kunstnahaga ja viimistleti veekindlaks. Selline ehitus võimaldas valmistada väga kergeid, kuid suhteliselt vastupidavaid autokereid. Mõningatel juhtudel kasutati alumiste kereosade katteks osaliselt ka alumiiniumpaneele.



Pilt 8 – Packardi (USA) Weymann-kere enne kunstnahaga katmist.

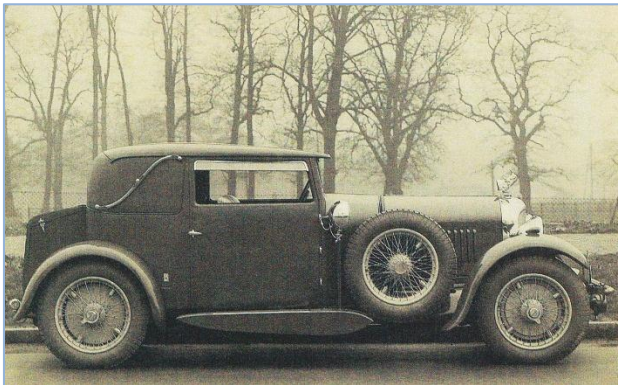
Pilt 9 – Puitdetailid ühendati terasklambritega.

Kui oli vaja konstrueerida ümaraid nurkasid ja laugeid üleminekuid, nagu näiteks salongiosa katuse tagumised nurgad, paigaldati puitraami ja katteriide vahele vastavalt vormitud metallpaneelid, mis siis katteriit õiges vormis hoidsid. Uste sees kasutati pingutustrosse, tänu millele säilitasid ukсед ettenähtud kuju ka avamisel. Ustele valmistati spetsiaalsed lukud, mis võimaldasid paneelidel kereavaustes vaikselt, ilma häält tegemata liikuda, kui auto sõitis üle ebatasasuste või pidurdas järsult.



Pilt 10 ja 11 – Näited ilusaimatest Weymann-konstruksiooniga keredega autodest 1930-ndatel.

Suured avatud alad, näiteks katuste keskosad, kaeti terasvõrguga millele omakorda paigaldati musliinriie, sellele õhuke kiht puuvillast vaheriit ning lõpuks soovitud värvi kunstnahk – tavaliselt tugev *pergamoid*-riie, nagu näiteks DuPont Zapon, mida kasutati ka klassikaliste puit/teraskerega autode katuseavade katmiseks. Viimaseks töövõtteks oli alumiiniumliistude kinnitamine kerepaneelide ühenduskohtadesse. Lõpuks paigaldati valmis kere terasest alusraamile kummist patjade („*silentblock*“) abil. Mootorikatted olid enamasti valmistatud terasest või alumiiniumist.



Pilt 12 – Tüüpiline Weymann kerekonstruksiooniga sõiduauto.



Pilt 13 – Katusekatte venitamine alusraamile.

Oluline Weymanni-kerede eripära ja müügiargument olid reguleeritavad istmete seljatoed. Selline istmete reguleerimise süsteem patenteeriti ja sellest sai peamine Euroopa ja Ameerika autokerede ehituses kasutatav istmesüsteem eelmise sajandi 20.-30.ndatel aastatel.

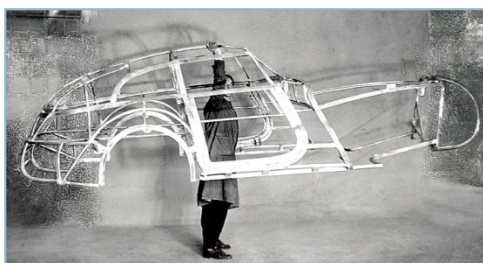
Weymann keresid valmistati litsentsi alusel kogu maailmas ning see kujunes oluliseks kahe maailmasõja vahel sõiduautodel kasutatav kerekonstruksioon, eriti kallimate autode korral. Konstruksiooni pahupooleks oli tõsiasi, et kangaga kaetud kere viimistlemine läikivaks oli võimatu või väga keeruline. Avari korral purunenud kanga asendamine oli isegi väikese vigastuse korral aeganõudev ja kallis protsess, samas kui teraskerega autol sai mõlgi tekkimisel selle lihtsalt sirgeks koputada ja pintsliga värviparanduse teha ning lõpuks paranduskoha vähenähtavaks poleerida.

„Superleggera“ kerekonstruktsioon - teine võimalus valmistada ülikergeid autokeresid

Kui seni oli autokerede seeriatootmisel kasutatud peamiselt raamile paigaldatud puit/teraskere ning kallimate sõidukite tootmisel kergemat Weymann-meetodi, siis vajadus suurendada kiirusi ja vähendada õhutakistust tingis täiesti uue kerekonstruktsiooni sünni.

Weymann- konstruktsiooniga kered olid küll kerged ja suhteliselt vaiksed, kuid peamiseks probleemiks oli just kerede katmiseks kasutatud *pergamoid*, mis ei olnud piisavalt vastupidav mehaanilistele vigastustele ning mille remontimine väikseimagi vigastuse korral oli keeruline.

Legendaarne Itaalia autokerede valmistaja Carozzeria Touring, kes oli tihedalt seotud kiirete sportautode kerede valmistamisega Alfa-Romeole ja hiljem ka Ferrarile, pöördus lahenduse leidmiseks lennunduse poole ja uuris meetodeid, kuidas Hollandis kahe maailmasõja vahel Fokkerite keresid ja rattakatteid valmistati. Sellest uurimistööst sündis aastatel 1935-36 uus revolutsiooniline kerekonstruktsiooni lahendus – „*Superleggera*“ (Itaalia. k. eriti kerge). Saades aru, et selline ehitus on edukalt kasutatav ka autodekerede valmistamisel, patenteeris Touring kiiresti oma süsteemi.



Pilt 14 – *Superleggera* alusraam oli ülikerge (Alfa-Romeo). **Pilt 15** – BMW 328 alusraami suutis kanda 1 inimene.

Superleggera-kerega auto korral valmistatakse kõigepealt terasplekist põhjaplaat, mille külge kinnitatakse kere kumerusi täpselt järgivatest peenest terastorudest painutatud ja kokku keevitatud mahuline raam. Toruraami külge kinnituvad terasribadest kinnitused uste ja akende jaoks ning selliselt koostatud konstruktsioon kinnitatakse auto alusraami külge kas kummipukside ja poltide abil või teatud juhtudel isegi jäigalt keevitades. Mahulise raami peale paigaldatakse kergest alumiiniumsulamist kerepaneelid, mis kinnitatakse peamiselt ümber torustiku servade keerates või spetsiaalseid kinnitusliiste kasutades. Otsene katteplekkide kinnitus terastorudest raamile paneelide keskelt puudub, selle asemel kasutatakse torude ja alumiiniumpleki vahel õliga immutatud riidet või vilti, mis aitavad kerepaneelide toetada, kuid võimaldavad raami ja kere omavahelist kergest liikumist. Tulemuseks on eriti kerge kerekonstruktsioon, kuna toruraam kaalub vähe, kuid on piisavalt jäik ning kerekatmiku materjalina saab kasutada väga õhukest alumiiniumplekki.

Esimene Touringu poolt valmistatud *superleggera* – kerega auto oli Mille Miglia võidusõiduks valminud Alfa-Romeo 8C2300. Auto kere valmistamisel kasutati õhukeseseinalist kroonmõlõbdeen-terasest toruraami ja sellele paigaldatud kergsulamist kattepaneelid. Puitkonstruktsioonist loobuti.



Pilt 16 – *Superleggera* kerega Alfa-Romeo 1938.



Pilt 17 – Sama ehitusega BMW 328.

Seda tüüpi konstruktsioon võimaldas keskenduda ka teisele olulisele aspektile kiirete autode kerede valmistamisel – õhutakistusteguri vähendamisele. Tänu uuele konstruktsioonile oli nüüd võimalik valmistada olulisemalt voolujoonelisema kerega autosid, isegi aknaklaaside valmistamisel kasutati osaliselt pleksiklaasi. Keresid testiti esimestes tuulekanalites Bredas või Milano Polütehnikumis.



Pilt 18 – Alfa-Romeo 8C2900, superleggera rotster.



Pilt 19 – Ka Aston-Martin kasutas Touringi kerekonstruktsiooni.

Superleggera-kerede valmistamine jätkus suuremas mahus peale Maailmasõda ning Touring valmistas mitmeid kauni kujuga autokeresid nii Alfa-Romeole, Lanciale kui ka Ferrarile. Litsentsi alusel valmistati selle konstruktsiooniga keresid ka Inglismaal, tuntum näide on kuulus Aston-Martin DB5.

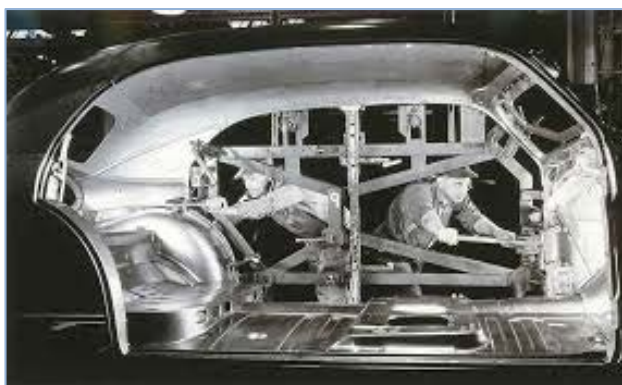
Konstruktsiooni pahupooleks oli kere valmistamise keerukus ja suur käsitöö maht, mis tegi sel moel valmistatud autode kered väga kalliks. Seda tüüpi autode restaureerimine tänapäeval on meistritele paras pähekkel ja sellega saavad hakkama ainult vähesed pühendunud töökojad. *Superleggera* – konstruktsiooni kasutati veel pikalt võidusõiduautode valmistamisel.

Täis-teraskonstruktsiooniga autokere

Autovalmistajad olid 1900-ndate aastate algusest otsinud võimalusi autokeresid odavamalt toota ning koos terase ja alumiiniumi valmistamise arenguga hakati mõtlema ka täielikult terasplekist või terasest ja alumiiniumist autokere valmistamise peale. Kui peale I Maailmasõda suurenes vajadus suletud kerega autode – sedaanide järele, töötas Ameerika firma Budd välja meetodi, kuidas toota keresid nii, et ka suur hulk sisemisi detaile oleks valmistatud terasplekist. 1919 aastal valmistas Dodge Ameerikas kinnise autokere, mille peamised struktuuriosad ja kõik välispaneelid olid valmistatud terasest. Esimene seeriatoodangusse läinud täielikult teraskonstruktsiooniga auto oli 1935 aasta Chevrolet.



Pilt 20 – Täis-teraskerega Chevroleti valmistamine.



Pilt 21 – Uksepostide paigaldus tehases täis-teraskerega autole.

Terasest kerekonstruktsioon tagas suurema jäikuse kui puit/teras konstruktsioon ning selle valmistamine oli ka oluliselt odavam, kui puitdetailidest ja puidule pinnitud terasplekist kerede aeganõudev valmistamine. Samuti suurenes valmistamise täpsus ning autokerede kokkupanek võttis oluliselt vähem aega. Esimene tuntuim Euroopas toodetud täis-teraskerega sõiduauto oli Opel Kapitän a.1938.

Enamus peale II Maailmasõda suurseriatena toodetud autod omasid juba täielikult terasest valmistatud keret. Eialgu kinnitati ka selliselt valmistatud kered alusraamidele kummipukside (*silentblokkide*) ja poltide abil, kuid ka see oli määratud peagi muutuma. Muutused olid tegelikult alanud juba enne sõda...

Kandevkere - ilma eraldi raamita kerekonstruktsioon

Raamile kinnitatud kere, olenemata valmistusviisist, oli saanud autotootmise standardiks varastest 1900-ndatest kuni II Maailmasõjani, kusjuures kallimad autotootjad keskendusid peamiselt raami, mootori ja muu tehnika tootmisele ning kered telliti eraldi spetsiaalsete kerevalmistajate käest. Siiski olid insenerid juba 20 saj. alguses mänginud mõttega kinnitada kere raamile jäigalt või loobuda eraldi raamist üldse.

Itaalia autoehitaja Vincenzo Lancia idee oli ehitada uuest Lancia Lambda'ist väike ja kerge auto heade sõiduomaduste ja dünaamika saavutamiseks, kuid seda ilma suure mootoriga. Selle tulemuse saavutamiseks tuli Lancial leiutada mitmeid uusi lahendusi ja Lambda't peetakse just uudsete lahenduste pärast üheks verstapostiks autode arengus. Et hoida kokku šassii kaalus, loobus Lancia kandevraamist ja keevitas sõitjateruumi kokku kerepaneelidest. Sedasi moodustus ruumiline kandev struktuur ja tulemuseks oli maailma esimene **kandevkerega auto**. Lisaks kandevkerele oli Lambda ka esimene sõltumatu esivedrustusega ja õliamortisaatoritega auto.



Pilt 22 – Lancia Lambda – esimene kandevkerega auto konstruktsioon.



Pilt 23 – Restaureeritud Lancia Lambda.

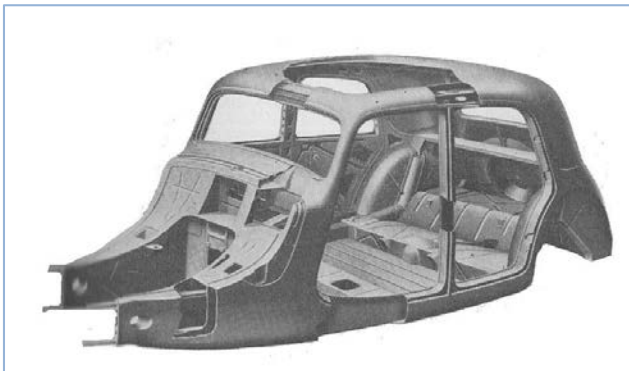
Ka Ameerikas tehti katseid tuua seeriatootmisesse autod, millel raam ja kere oleks ühendatud, teerajajaks võib siin pidada Chryslerit, kes tuli välja uue voolujoonelise mudeliga Airflow, millel oli erilise kujuga, teraskerega kokku keevitatud mahuline raam. See auto osutus aga mitmetel erinevatel põhjustel ebaedukaks.

Esimeseks edukalt masstootmisesse läinud tänapäevase kandevkerega autoks sai aga sõiduk Euroopast – selleks oli 1936. aastal tootmisesse läinud Citroen Traction Avant, milles lisaks kandevkerele rakendati ka esivedu ja teleskoopamortisaatoreid. See Citroeni mudel osutus üledukaks ning neid valmistati eri modifikatsioonides kuni 1950-ndate lõpuni. Tootmisprotsess oli selle ajastu kõrgelt automatiseeritud ja standardiseeritud. See Citroen oli ka üks esimesi autosid mille katus oli samuti valmistatud terasplekist - reeglina kaeti ka teraskeredega autode katuseavaus puitraamile pinguldatud *pergamoid*-kattega, sest nii suuri plekkdetaili lihtsalt ei osatud veel kvaliteetselt valmistada.

Valmiskomplekteeritud ja kokkukeevitatud autokered viimistleti keretinaga ning autokere oligi värvimiseks valmis. Teraskere oli vastupidav ja jäik võrreldes puit/teraskeredega, puuduseks kujunes aga korrosioon, see on aga juba eraldi teema.



Pilt 24 – Citroen Traction Avant'i oli kaunis ja kiire auto, mida hindasid kõrgelt ka politsei ja jõustruktuurid.



Pilt 25 – Citroen Traction Avant'i kerekonstruktsioon.

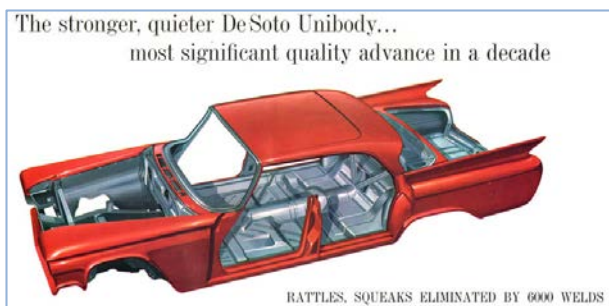


Pilt 26 – Citroen Traction Avant valmis teraskere.

Peale sõda jätkati nii raamil teraskeredega kui ka kandevkeredega autode tootmist, kusjuures kandevkeredega autode osakaal tootmises pidevalt tõusis. Esmajoones rakendati kandevkere just väiksemate ja keskautode valmistamisel ning suurte autode juures jäädi pigem truuks eraldi raamile ning selle peale kinnitatud teraskerele. Siiski oli näiteks Ameerikas innovatiivseid autovalmistajaid nagu Chrysler Corporation, kes sai aru kandevkerega auto eelistest - suuremast jäikusest ning valmistusprotsessi kulude kokkuhoiust ja võtsid seetõttu ka täismöödus mudelite korral kasutusele kandevkere.



Pilt 28 – Raamil asetseva teraskerega Imperial.



Pilt 29 – Sama kontserni kandevkerega DeSoto-sedaan.

Mõlemat tüüpi sõidukeid toodetakse tänaseni, kuid eraldi raam on nüüd vaid maastikuautodel ja kastiga väikeveokitel. Selline konstruktsioon võimaldab samale raamile paigaldada väga erinevaid kereid ja unifitseerib seeläbi tarbesõidukite tootmist. Samuti tagab raam seda tüüpi sõidukite juures vastupidavuse raskemates oludes ning kabiiniosa tugevusel pole siin olulist tähtsust.

1.2. Kerekonstruktsioonid.

Kere tüübid, nende eripärad. Kere struktuurid ja kosmeetilised osad, nende otstarve.

Õpiväljund: Õpilane omab ülevaadet autokere tüüpidest, nende ehituse eripäradest. Eristab autokere struktuurset ja kosmeetilist osa. Teab avarii löögijõudu summutavate konstruktsioonide ülesehituse ja löögijõu autokeres edasikandmise põhimõtteid.

Autokere kuju võib olla väga erinev, erinevused on tingitud autode erinevast kasutusotstarbest ning disainerite soovist muuta lisaks üldiste parameetrite parandamisele ka auto välimus ostjatele atraktiivsemaks. Vaatamata erinevustele välimuse detailides võib autokeresid oma **väliskuju järgi** liigitada 10 põhigrupiks: sedaan, kupee, universaal, laugpära, mahtuniversaal, kabriolett, maastur, kastiga kaubik, kaubik ja väikebuss.

Sedaan



Sedaan (*i. sedan*) on enamlevinud keretüüp ja seda iseloomustab kolmemahuline kere, millel on selgelt eristatavad mootori-, reisijate- ja pagasiruum. Kere mahutab 4-6 reisijat ja suhteliselt püstised katuse kandepostid e. *piilarid* võimaldavad ühtlasi suuremat pea- ja siseruumi. Sedaanid võivad olla nii nelja- kui ka kaheukselised. Pikendatud kerega ja juhiosa ja sõitjateruumi vahel oleva eraldusklaasiga sedaani nimetatakse limusiiniks.

Kupee



Kupee (*i. coupe*) on sportlikuma kujuga sõiduauto ja algselt kaheukseline. Tagaklaas on suurema nurga all ning katus 2-ukselise sedaani omast madalam. Kupeed, millel uste raamid puuduvad, nimetatakse *hardtop-kupeeks*. Erinevalt sedaanist on kupee tagaistmed väiksemad ja tihti sobimatud täiskasvanutele pikemateks reisideks. Nagu juba mainitud, on enamuse kupeesid kaheukselised, viimastel aastatel on lisandunud ka nn. neljaukselised sportkupeed, millel uste raamid puuduvad ja mis väliskujult sarnanevad kaheukseliste kupeedega.

Universaal



Universaal (*i. station wagon*) on kolmemahuline sõiduauto, mille katus on pikendatud auto kogupikkuseni. Puudub paki- ja sõitjateruumi vaheline sein ning pagasiruumi asjade laadimiseks on lisatud kogu auto tagaosas suurune tagaluuk. Auto selline ehitus loob head võimalused paindlikuks pagasipaigutuseks ja sellised autod sobivad eriti hästi suurematele peredele ja ettevõtete kasutuseks. Universaalide populaarsus Euroopas on tänu praktilisusele hüppeliselt kasvanud ja kasvab veelgi.

Laugpära (luukpära)



Laugpära (*i. hatchback*) meenutab siluetilt sedaani, kuid sellel puudub sarnaselt universaalile, sein sõitjate- ja pagasiruumi vahel. Lauge nurga alla paigutatud tagaluuk avaneb koos tagaaknaga ning võimaldab universaaliga ligilähedast laadimist. Laugpärasid on nii kolme- kui viieükselisi, ka tagaluuk loetakse siin ukseks.

Mahtuniversaal



Mahtuniversaal (*i. MPV, minivan, people carrier*) on ühe- või kahemahuline, inimeste vedamiseks mõeldud sõiduk, millel on võimalikult suur salong ja tavaliselt 3 istmerida. Mahtuniversaal on mõõtudel suurem kui sedaan, universaal ja laugpära. Seda tüüpi sõidukid sobivad väga hästi suurematele peredele ja on eriti mugavad ka taksokasutuses. MPV-de levik algas Ameerikast ja tänaseks on need pereautodena ühtmoodi populaarsed kõikjal maailmas.

Kabriolett.



Kabriolett (*i. convertible, cabrio*) on kupeele sarnane sõiduk, mille katus on eemaldatav. Kabrioletid jagunevad pehme katusega ja kõva katusega kabriolettideks. Pehme katusega kabrioleti katus võib olla valmistatud spetsiaalsest veekindlaks tekstiilist või vinüülist. Kõva, elektriliselt või hüdrauliliselt kokkupakitava katusega kabrioleti katused valmistatakse kas alumiiniumist, terasest või komposiidist. Kahekohaline kabriolett, millel on kerge katus ja mis on mõeldud peamiselt lahtiselt kasutamiseks on rotster (*i. roadster*).

Maastur/linnamaastur.



Maasturid ja linnamaasturid (*i. SUV – Sport Utility Vehicle või Suburban Utility Vehicle*) on kõrgendatud kliirensiga, tavaliselt 3 või 5-ukselisena projekteeritud universaalkerega autod. Linnamaastur erineb maasturist selle poolest, et see pole tegelikult ette nähtud maastikul sõitmiseks, eesmärk on peamiselt jäljendada maasturi kuju, seetõttu puudub seda tüüpi sõidukitel eraldi raam ning nende kered on ehitatud kandevkerena. Maasturid/linnamaasturid omavad 5 kuni 7 istekohta, nelikvedu ja ka tavaliselt ka võimsamat mootorit. Linnamaasturid on tavaliselt saadaval nii nelja- kui ka kaheveolistena.

Kaubik



Kaubik (i. *van, light commercial vehicles*) on peamiselt kaupade veoks mõeldud ühe- või kahemahulise kerega auto, mis võib olla kohandatud vajadusel ka inimeste transpordiks. Kaubiku salongiosa on kõrgem kui universaalil ja mahtuniversaalil ning see on kujundatud nii, et kaupade laadimine ja vedu oleks võimalikult mugav. Kaupade veoks mõeldud väikekaubikutel on reeglina 2-3 istekohta ühes reas. Kaupade veoks mõeldud väikekaubikul on tavaliselt sõitjateruumi ja kaubaruumi vahel statsionaarne plekk- või võrksein.

Kastiga kaubik



Kastiga kaubik (i. *pickup truck*) meenutab oma konstruktsioonilt maasturit, kuid pagasiruumi asemel on kas avatud või kaetud kast. Sõitjateruum on tavaliselt veidi lühem kui maasturil. Kastiga kaubikud võivad olla nii kahe- kui neljaukselised ning mahutavad 2-5 reisijat. Kastiga kaubikuid valmistatakse ka maasturite baasil 4-veolistena, sellised autod on eriti populaarsed Põhja-Ameerikas.

Väikebuss.

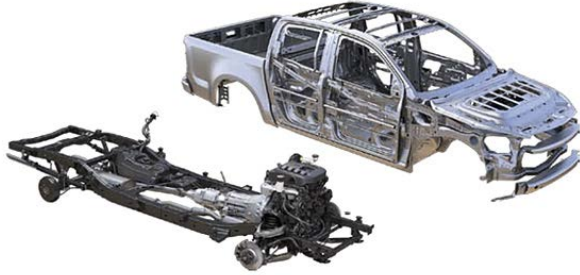


Väikebuss või mikrobuss (i. *microbus*) on bussi välimusega suurem auto, mis on spetsiaalselt valmistatud inimeste veoks või ehitatud suurema väikekaubiku põhjale ning omab kolme või enamat istmerida. Väikebussid võivad olla varustatud kuni 9 istekohaga, ning sellist sõidukit võib juhtida B-kategooria juhilubadega. Väikebussi salong on varustatud mugavusseadmetega, mis on vajalikud inimeste transportimiseks pikematel teekondadel.

1.2.1 Autokere tüübid

Ehituslikult võib autokeresid jagada nelja gruppi: raamiga, kandev-, mahuline raam- ja komposiitkere.

1. Raamiga kere (*i. body-on-frame*)



Pilt 30: Raamile kinnitatakse mootor ja veermik ning see kannab ka auto keret.

Raamiga keret iseloomustab eraldi alusraam, mis on kere konstruktsiooniliseks alustalaks, sellele kinnituvad mootor, jõuülekanne, vedrustus ja autokere. Raamiga kere tüübi autokere on sarnane monokokk kerele, kuid erinevalt sellest puuduvad tal esimesed ja tagumised pikitalad. Raamiga kered on oma kaalult oluliselt raskemad, kui monokokk-kered. Tänu võimalusele kere komplekselt raamilt eemaldada on sellise kere remontimine lihtne, kuid raami vigastuse korral on remont väga ajamahukas. Tänu raami ja kere vahel olevatele kummipuhvritele kandub reisijateruumi vähem vibratsiooni. Tänapäeval kasutatakse raamiga keresid sõiduautode puhul peamiselt maastikuautode, kastiga väikekaubikute ja minibusside juures.

2. Kandekere ehk monokokk (*i. monocoque*)



Pilt 31: Monokokk kandekere



Pilt 32: Auto kandekere struktuur.

Kandekere võib võrrelda munakoorega - kui teda näpuga vajutada, siis ei juutu midagi erilist, sest koor kannatab välja suhteliselt tugevat koormust. Selle põhjuseks on jõu ühtlane jagunemine suuremale pinnale. Kandekere eeliseks on kergem kaal ja struktuur, mis kannatab välja nii sõidu ajal autole mõjuvad erinevad jõud kui ka absorbeerima piiratud mahus avarii korral tekkivaid jõude. Puuduseks on müra ja vibratsiooni võimalik kandumine kandekere sisemusse, mis toimib nagu kõlakast. Kuna kandekere koosneb väga paljudest üksikutest kokkukeevitatud detailidest, siis on selle avariijärgne taastamine küllalt töömahukas.

Kandekere plussid ja miinused.

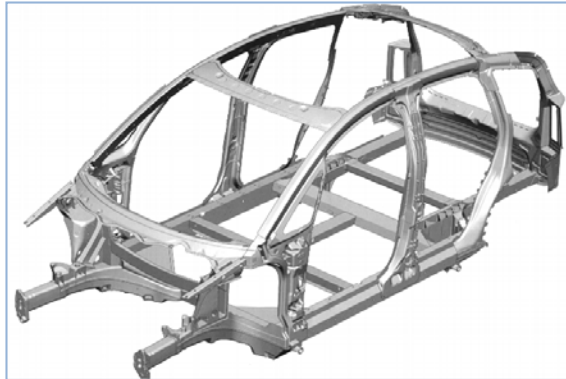
- + võimalik toota kiiresti ja suures mahus
- + väljakujunenud ja tuntud tehnoloogia
- + saab kasutada olemasolevat tehnikat

- tootmiseks vajalike seadmete soetamise on suur investeering
- keredetailide suur arv
- keeruline disain, seega on kere kujundust uuendamine suhteliselt kallis

3. Mahuline raamkere (*space frame*)



Pilt 33: mahuline raamkere



Pilt 34: Audi A2 mahuline raamkere

Mahulist raamkeret võib oma omadustelt võrrelda ralliautodel kasutatava turvapuuriga. Mahulise raami näol luuakse autokerele jäik struktuur ning välist ilu andvad katepaneelid kinnitatakse selle raami külge. Sellist keretüüpi on hakatud viimastel aastatel üha enam kasutama. Jäik raamistik koosneb erinevatest metallidest, nt. lehtmetsall, valualumiinium, pressitud profiilid ja kuumpressitud detailid. Mahulise raamkere eeliseks on väikeste tootmismahude võimalus, väiksem koostisosade arv, lihtne disain ning suhteliselt odav välisdisaini muutmise (*facelift*).

Audi mahulist raamkere tutvustav artikkel koos videoga:

<http://www.audi-technology-portal.de/en/body/aluminium-bodies/audi-spaceframe-en>

4. Komposiitkere (*i. composite body*)



Komposiitkere on eraldi kereliigina välja toodud põhjusel, et tema valmistamiseks kasutatakse väga erinevaid materjale ning selle valmistamise tehnoloogia on kõigest teistest erinev. Materjalidest kasutatakse HSS terast, alumiiniumi, süsinikku, titaani, plaste ja magneesiumi. Sellist keretüüpi kasutatakse kallimate sportlike autokerede valmistamiseks, kus jäikus ja turvalisus on väga suure prioriteediga.

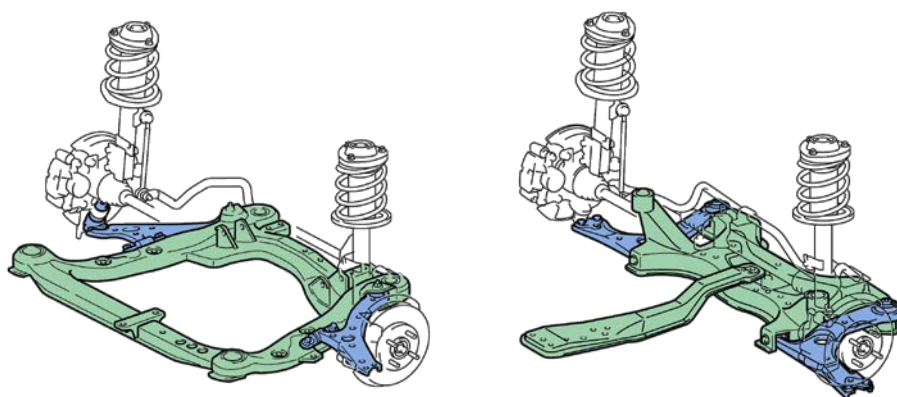
1.2.2 Kerde ehituse eripärad sõltuvalt veermikust.

Autokerede ülesehituses esineb eripärasid sõltuvalt sellest, kas auto on esi- või tagaveoline ning kuidas kinnitub kere külge mootor. Iseloomulikud jooned nende kere ehituses on alljärgnevad:

Esiveoline sõiduauto

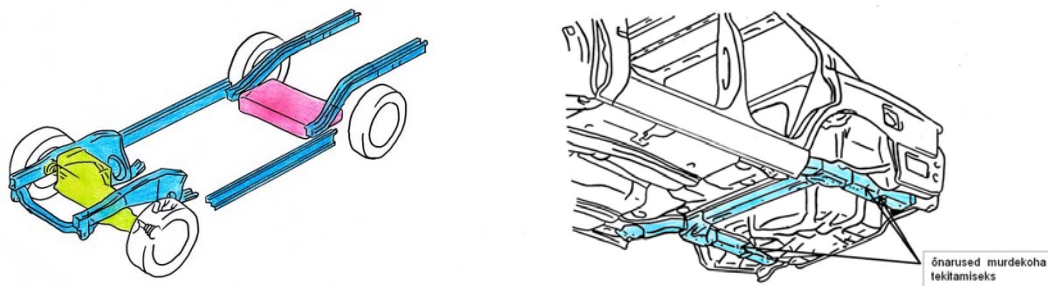
Esiveolise sõiduauto puhul asetseb mootor kerega risti. Kuna mootor ja sild lisavad esiosale raskust, siis peab selle konstruktsioon olema tugevam. Seetõttu kasutatakse raskemate mootorite puhul mootori toetamiseks abiraami. Abiraamile kinnitatakse sel juhul ka vedrustus ja roolisüsteem. Abiraam omakorda kinnitub kere külge poltidega ning kuna kõik vibratsiooni tekitavad komponendid asuvad abiraami küljes, siis on tänu sellele abiraamiga autod teistest vaiksemad.

Kergemate mootorite puhul piisab mootori toetamiseks ühest pikitalast, mis toetub risttalale, mis omakorda kinnitub esipikitaladele.



Pilt 35, 36: mootori kinnitusviisid abiraamiga ja pikitala+ristitala kinnitus.

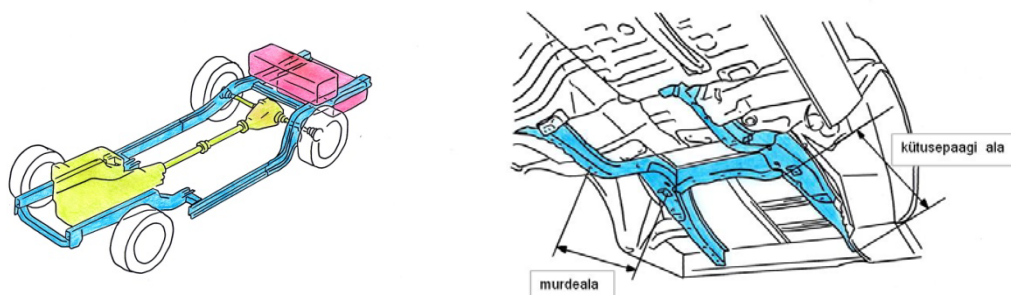
Esiveolise auto kogu raskus asub auto esiosas, sest puudub tagumine vedav sild koos peaülekandega, mis teeb kere tagumise osa oluliselt kergemaks. Kuna auto tagaosale ei mõju sõidu ajal ka väga suured jõud, siis saab auto külje- ja tagaosade konstruktsioonid projekteerida kergemad, tagades samal ajal turvalisuse. Näiteks juhul, kui kütusepaak asetseb tagaistme all, siis peab pagasiruum võtma enda kanda löögijõu absorbeerimise tagaosa avarii korral, et hoida ära kütusepaagi vigastused ja võimalik lekkimine. Selleks on tagumiste pikitalade sisse pressitud õnarused, mis tekitavad pikitalale avarii puhul murdekohad, mis omakorda aitavad löögijõudu summutada. Lihtsamaks avariiremondiks on tagumine pikitala valmistatud mitmeosalisena.



Pilt 37, 38: Külgmiste ja tagumiste pikitalade ehitus esiveolise auto puhul.

Tagaveoline sõiduauto

Tagaveolistel sõiduautodel asetseb mootor pikisuunas toetudes risttalale, mille otsad kinnituvad esipikitaladele. Veojõud kantakse tagateljele kardaani abil, mille tarbeks on kere põhjas tunnel. Kaalujaotus kere esi- ja tagaosas vahel on ühtlasem, sest esisild on kergema ehitusega, kui esiveolisel autol ja peaülekanne tagasillas viib osa raskusest taha. Samas, tänu jõudude ülekandmisele tagasillale peab kere olema tugevam nii külgedelt kui ka tagant, mis nõuab nendes kohtades jäigemaid konstruktsioone. Tänu sellele on tagaveolise auto kere kaalujaotus ühtlasem, kui esiveolisel autol. Tagaveolise sõiduauto tagaosas pikitalad on ehitatud selliselt, et nad ei murdu sirge osa pealt vaid ainult põlvede kohast. Sellega on kaitstud ka pikitalade vahele paigutatud kütusepaak tagant otsasõidu korral.

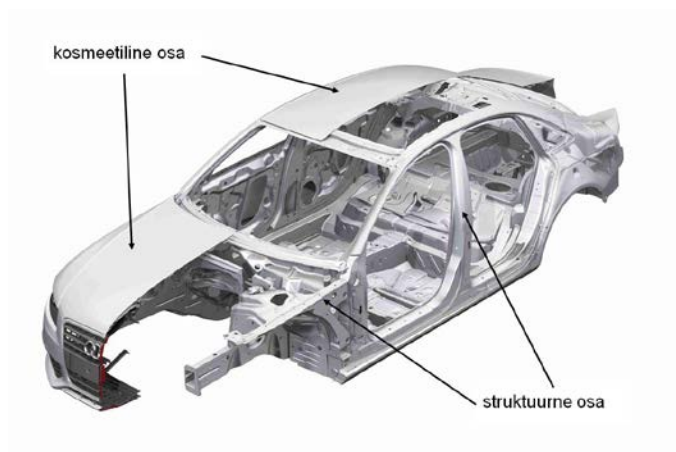


Pilt 39, 40: Külgmiste ja tagumiste pikitalade ehitus tagaveolise auto puhul.

1.2.3 Autokere struktuurne ja kosmeetiline osa.

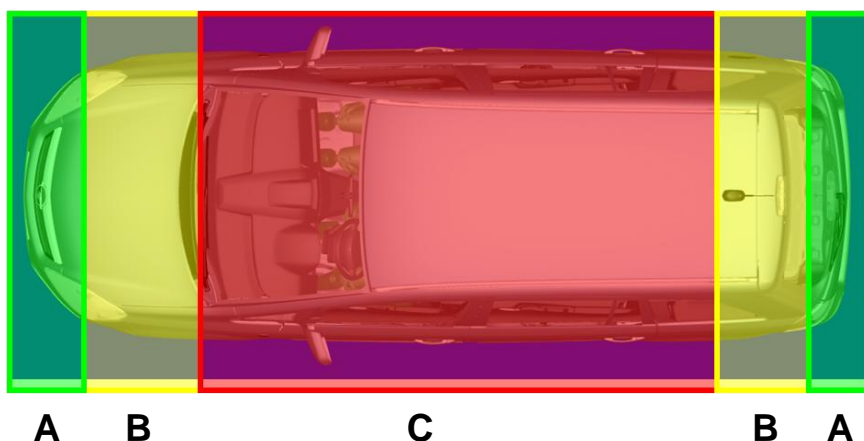
Kuigi auto kui selline tundub esmapilgul olevat ühtne tervik, siis on pealispinna all peidus struktuur, mis kogu seda tervikut ning tema välist ilu koos ja üleval hoiab. Skeletti, milleks on kas raam, kandevkere või mahuline raamkere, kutsutakse autokere **struktuurseks osaks**. Seda katvaid paneele, millel pole otsest kandvat funktsiooni, kutsutakse **kosmeetiliseks osaks**. Kosmeetiline osa on see, millele autoomanik kõige esimesena tähelepanu pöörab - see on ilusat värvi ja läigib ning kui auto on avariis viga saanud, siis hinnatakse remondi kvaliteeti just värvipinna ilu ja defektide puudumise järgi. Parem juhul pööratakse tähelepanu ka uste ja luukide vahedele, et need oleksid ühtlased. Siiski on tegemist kõigest auto kosmeetilise osaga, mille välist ilu on võimalik saavutada pleki õgvendamise, pahteldamise, kruntimise ja värvimise abil. Autos reisivate inimeste jaoks omab aga olulist rolli autokere struktuurne osa, sest just see tagab reisijate ohutuse ning kaitse võimaliku avarii korral.

Kokkuvõtteks võib tõdeda, et kereremondi olulisim osa ongi just autokere struktuurse osa taastamine vastavalt originaalgeomeetria ja -tugevusele. Piltlikult öeldes on autojuhil avariisituatsioonis põhjust mõelda pigem sellele, kas keevitaja tegi oma tööd korralikult kui sellele, kui hästi läigib automaali poolt värvitud pind.



Pilt 41: Autokere struktuurne ja kosmeetiline osa

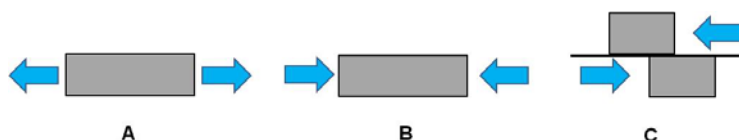
Nagu öeldud, annab kere struktuurne osa autole vajaliku jäikuse ning on seega tugevaim osa autokereest. Kosmeetiline osa on seevastu valmistatud pehmematest materjalidest ning deformeerub avarii käigus rohkem. Autokere turvaliseks muutmiseks on insenerid nende osade kombineerimisega tekitanud autokerele kolm erineva ülesandega tsooni:



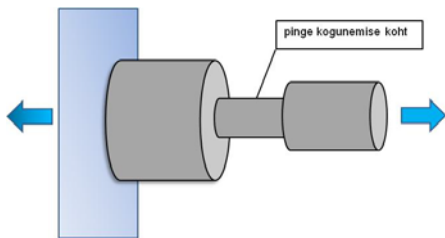
- A** – see on auto kõige pehmem osa, mille ülesanne on vastu võtta ja absorbeerida avarii tekkevat jõudu kuni kiiruseni 15 km/h. Samuti vähendab see osa jalakäija vigastusi talle otsasõidu korral.
- B** – selles osas asuvad passiivsed turvaelemendid, mis absorbeerivad (summutavad) avarii löögijõudu suuritel kiirustel.
- C** – salong, mis on autokere kõige jäigem osa ning tohib kõige vähem deformeeruda, et minimeerida reisijate võimalikke kehavigastusi mistahes avarii korral.

1.2.4 Avarii löögijõudu summutavad piirkonnad

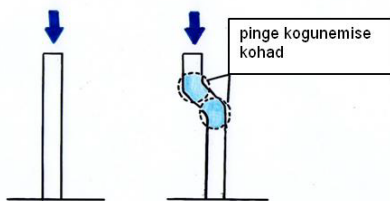
Kõigepealt on tarvis mõista, kuidas lehtmetsall talle avaldatud jõu mõjul käitub. Lehtmetsallile saab mõjuda 3 põhilist jõudu: tõmbejõud (A), survejõud (B) ning nihkejõud (C).



Jõu mõjul hakkab pinge kogunema detaili mingitesse piirkondadesse ning selle piirkonna tugevusvaru ületamisel nad kas deformeeruvad või katkevad. Tavaliselt deformeerub või katkeb kõige nõrgem koht, näiteks kõige väiksema diameetriga piirkond.

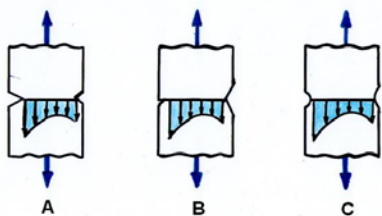


Kui aga detaili läbimõõt ei muutu, kuid muutub tema kuju, siis koguneb pinge kuju muutumise kohtadesse. Koormuse mõjul toimub deformatsioon joonisel näidatud kohtades, paremal toodud detail murdub kergemini kui vasakpoolne.



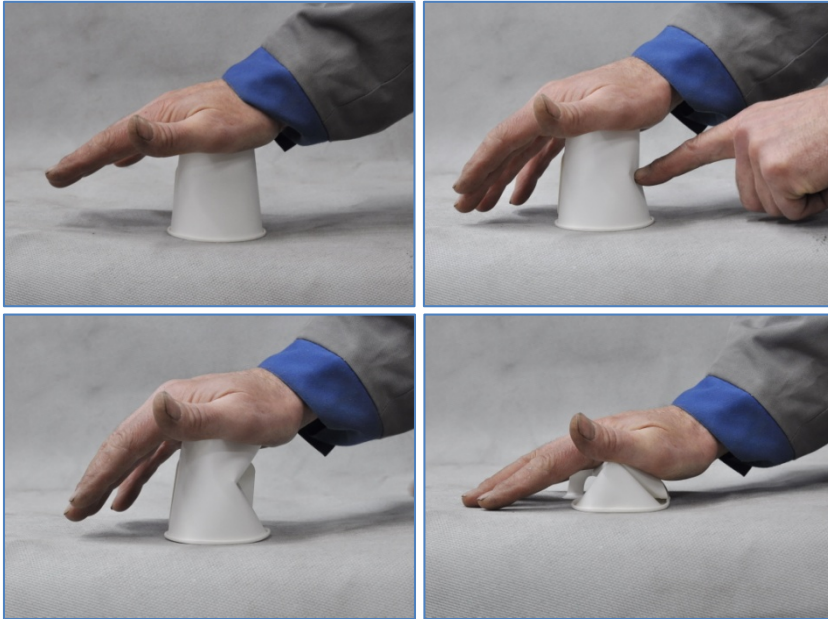
Kui tegemist on detailidel olevate soontega, siis koguneb pinge:

- A – sügavama soone poole
- B – teravamaga nurgaga soone poole
- C – väiksema raadiusega soone poole



Sarnaselt soontega koguneb pinge ka avade servade ümber.

Kui teha lihtne katse joogitopsiga, siis sellele ühtlaselt surudes kannatab ta välja küllalt suurt raskust, kui aga vajutada tema küljele lohk, siis annab „konstruktsioon“ järele ning tops deformeerub:

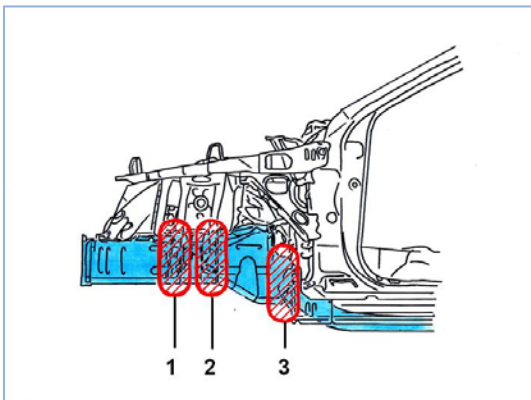


Pilt 42: Joogitopsi deformeerumine tema küljele lohu vajutamisel.

Neid füüsika seaduspärasusi võetakse arvesse ja kasutatakse ära autokerede konstrueerimisel. Seda nii kerele jäikuse ja tugevuse andmisel kui ka avarienergia leevendamisel ja suunamisel. Iga autokeres olev ava, kumerus ja õnarus lehtmetailil omab oma spetsiifilist ülesannet ning on disainitud selliselt, et ta kas kannaks energiat edasi või võtaks deformeerudes energiat enda sisse, et hoida reisijad autos puutumatu ja turvaliselt.

Näide: Piirkonnad kuhu koondub deformatsioonienergia, sest:

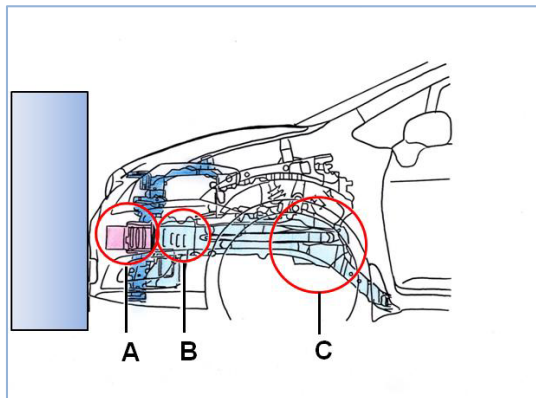
1. muutub metalli paksus, tüüp või omadused
2. muutub kere struktuurelemendi ristlõike kuju ja suurus
3. muutub kere struktuurelemendi kuju



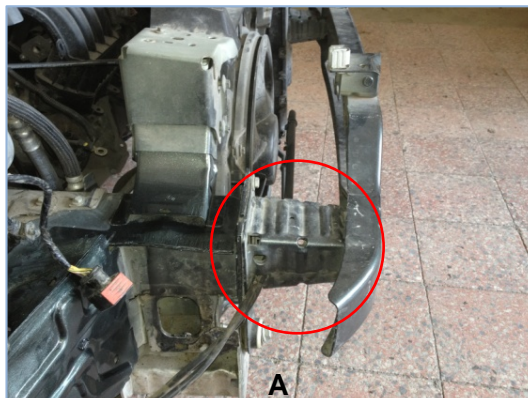
Pilt 43.

Avarienergia summutavad konstruktsioonelemendid

Esiosas võtavad energia endasse: löögilevenduskarp (A), esipikitalasse pressitud voldid (B), kumerad üleminekud ehk „põlved“ (C) ja avadega osad. Need on detailid, mis muudavad oma kuju või ristlõiget avarii korral.

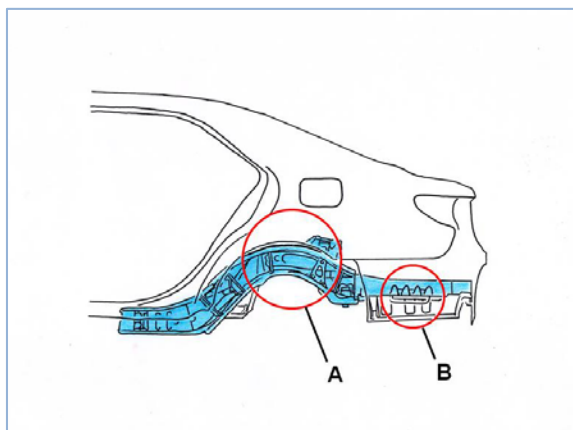


Pilt 44: Avarienergia summutavad elemendid.



Pilt 45: Löögilevenduskarp.

Ka auto tagaosas võtavad energia enda sisse tagapikitalasse pressitud voldid (B), kumerad üleminekud ehk „põlved“ (A), mis muudavad avarii korral oma kuju või ristlõiget.

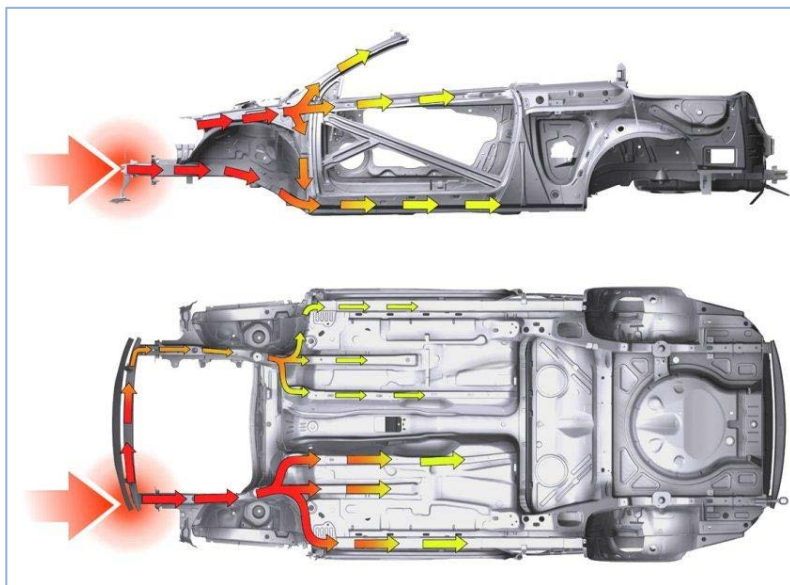


Pilt 46: autokere tagaosas deformatsiooni piirkonnad.

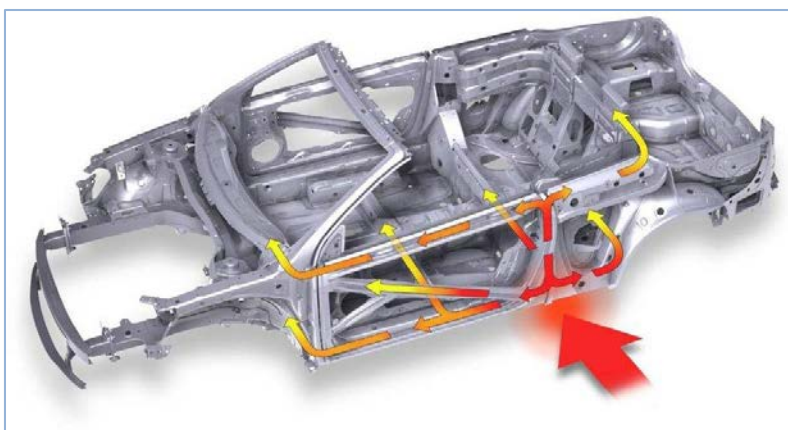
Neid konstruktsioonelemente kutsutakse **passiivseteks ohutuselementideks**. See tähendab, et nad ise ei võta avarii korral midagi erilist ette vaid lihtsalt deformeeruvad, neelates löögenergia enda sisse. **Aktiivseteks ohutuselementideks** on näiteks isepingutuvad turvavööd ja turvapadjad, mis avarii korral käivituvad ning püüavad „aktiivselt“ reisijate elu säästa.

1.2.5 Avarienergia edasikandumine autokeres

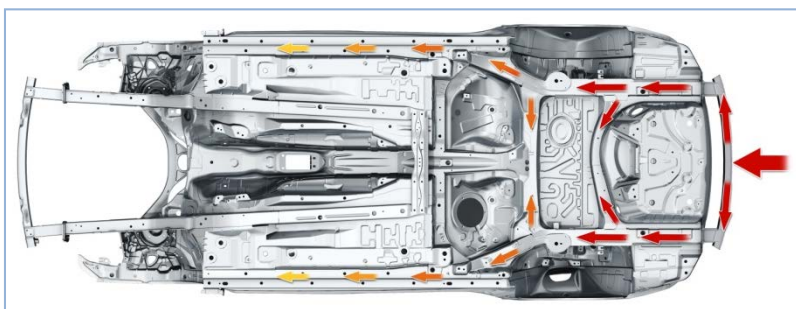
Kuigi löögenergia püütakse erinevate konstruktsioonelementidega summutada, võib nende toime suurema avarii korral ebapiisav olla. Et veelgi paremini reisijaid kaitsta, tuleb ka passiivsete ohutuselementide rakendumise järel allesjäänud löögenergia kuhugi summutada. Parim viis selleks on see jõud erinevate konstruktsioonelementide vahel laiali jagada, mis läbi igale üksikule elemendile mõjub oluliselt väiksem jõud. Selleks luuakse autokeres järjestikku asetsevad talastikud, läbi mille liigub löögijõud autokeres edasi ning jaguneb laiali kogu konstruktsioon ulatuses ning sumbub olulisel määral.



Pilt 47: Avarii löögienergia edasikandumine esiosa avarii korral.



Pilt 48: Avarii löögienergia edasikandumine küljkokkupõrke korral.



Pilt 49: Avarii löögienergia edasikandumine tagant otsasõidu korral.

Sellisel viisil laialijagatud löögienergia tagab koos aktiivsete ohutuselementidega reisijate maksimaalse ohutuse avarii korral.

Lisaks eelpooltoodud struktuurielementidele on ohutuse suurendamiseks paigutatud auto ustesse turvatalad, mis samuti toimivad löögijõu edasikandjate ja „turvapuuri“ osana küljkokkupõrke korral.



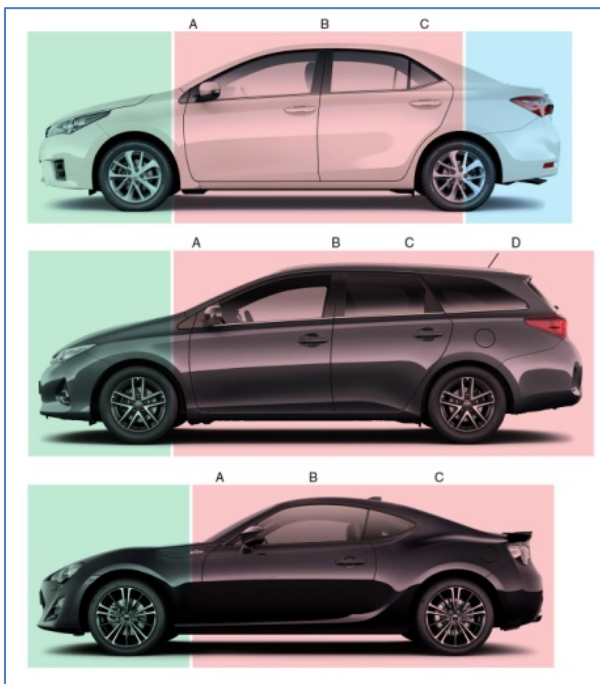
Pilt 50: Esiukses paiknev turvatala.

Turvatalad paigutatakse uste sisse nurga all, et vältida ukse kinniilumist avarii korral.

1.2.6 Sõiduauto kandva kere osade terminoloogia

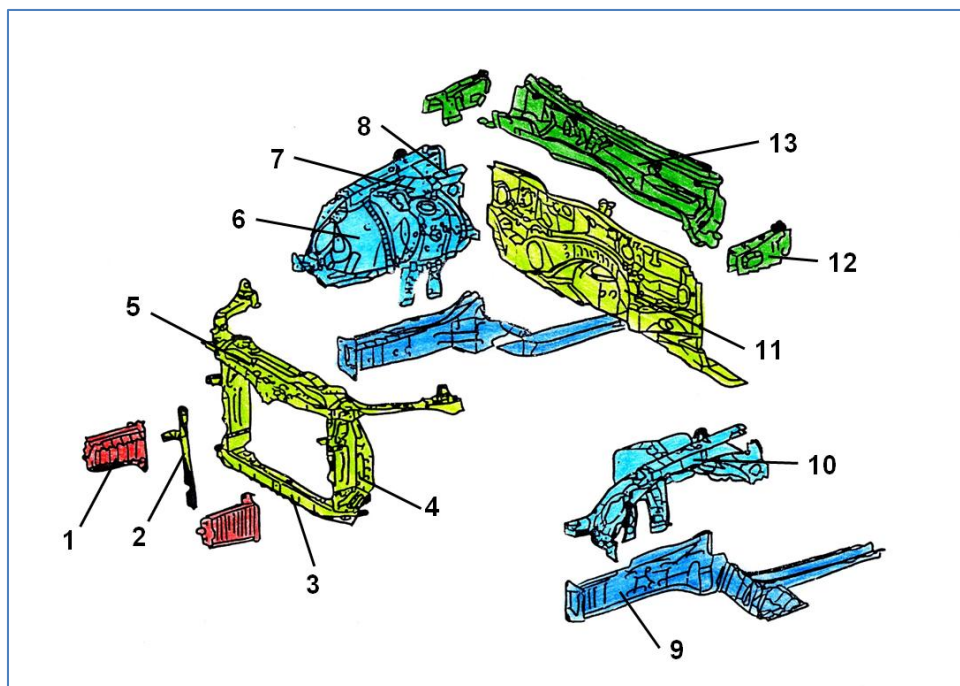
Auto kereosade kohta on käibel väga erinevaid nimetusi, nii rahvapäraseid kui „ametlikke“. Paljud neist kattuvad, aga on ka palju nimetusi, mida plekksepad kasutavad ja saavad aru, millest on jutt, kuid mida ametlikus terminoloogias pole erinevatel põhjustel kasutusele võetud (nt. „lonžeron“). Samas on kahjukäsitusprogrammides palju selliseid nimetusi, mille kohta ei oska plekksepp ilma pildita midagi kosta ega saa aru, millega tegemist on. Inglisekeelsetes remondijuhistes on kõikidele osadele nimetused olemas, kuid seni pole neid väga põhjapanevalt eestindatud. Järgnevalt püüame seda osa veidi korrastada ja välja pakkuda eestikeelsed nimetused koos ingliskeelsete vastetega enamlevinud kandevkere osadele, mida avariiremondi käigus vahetada tuleb.

Piilarid (*i. pillar*) jagunevad A, B, C ja D-piilariks ning nende täpne asukoht sõltub piilarite arvust autol:



Pilt 51

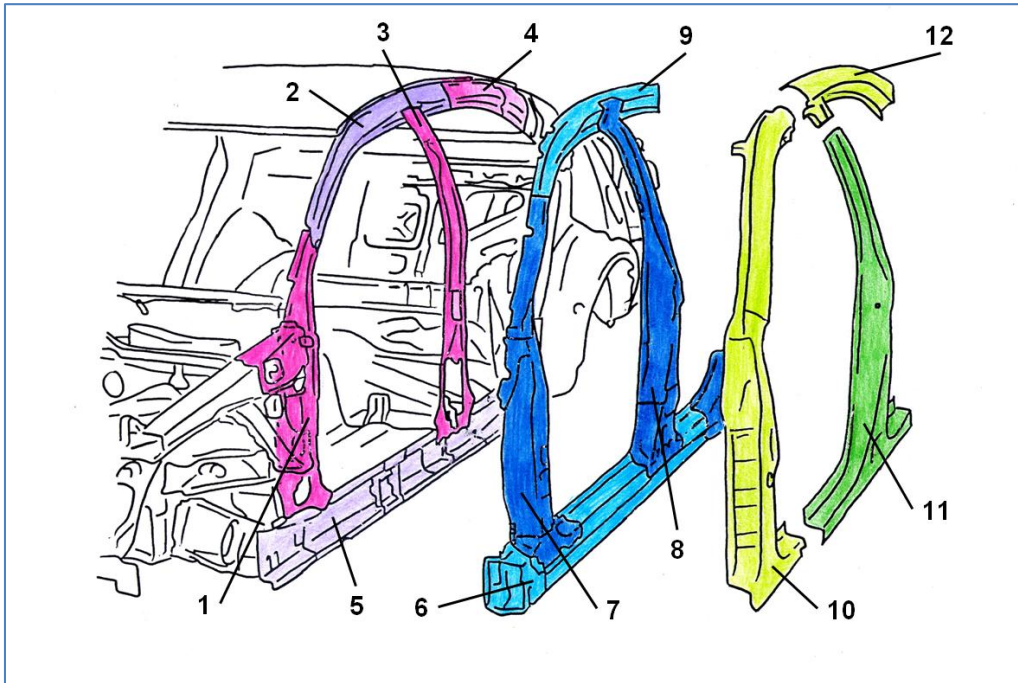
Auto esiosa detailid:



Pilt 52

- | | |
|---|---|
| 1. Löögileevenduskarp | Crash box |
| 2. Lukupleki tugi | Bonnet lock support brace/Latch plate support |
| 3. Radiaatori alumine tugitala | Front crossmember/ radiator lower support |
| 4. Radiaatori külgmine tugi | Radiator side support |
| 5. Kapoti lukuplekk | Radiator upper support/ hood lock support |
| 6. Esimese rattakoopa esimene osa | Front fender front apron |
| 7. Esimene amordikandur | Front shock tower/ Front fender apron |
| 8. Esimese rattakoopa tagumine osa | Front apron rear part |
| 9. Espikitala | Front side member |
| 10. Esitiiva kandur | Front apron to cowl side member |
| 11. Torpeedo (salongi esisein) | Fire wall |
| 12. Esitiiva kanduri tagumine ühendusdetail | Cowl top side panel/front body pillar upper reinforce |
| 13. Esiklaasialune paneel
6-8 kooslus lonzeron | Cowl panel
Shock tower and apron assembly |

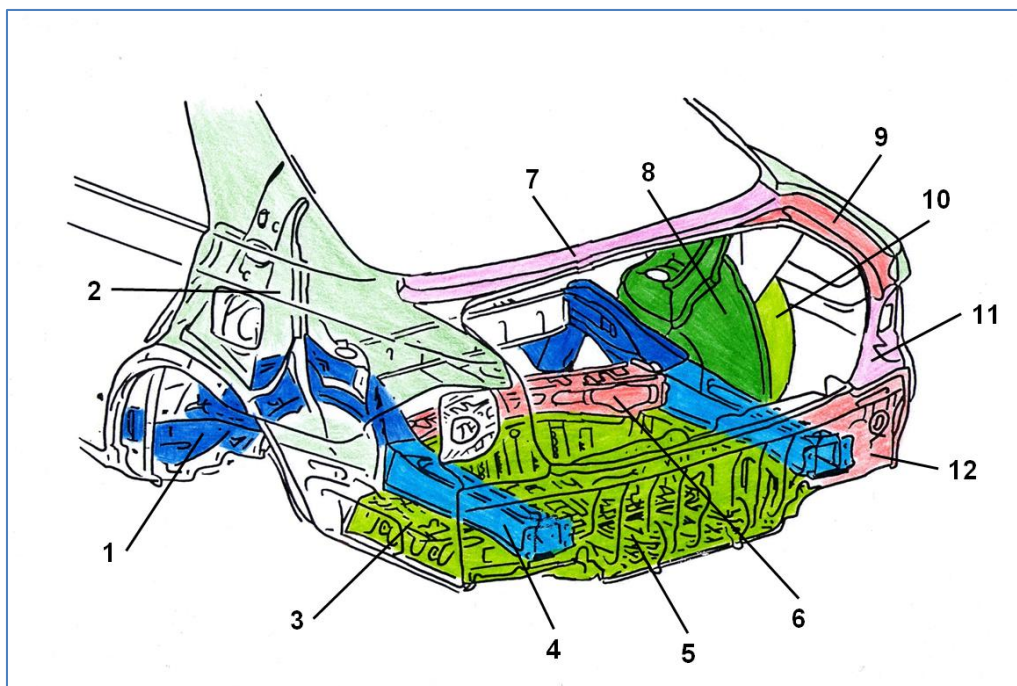
Auto külgosa detailid:



Pilt 53

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. A-piilari sisemine plekk | Front pillar upper inner |
| 2. Katuse serva esimese osa siseplekk | Roof side rail inner panel |
| 3. B-piilari siseplekk | Center pillar inner |
| 4. Katuse serva tagumise osa siseplekk | |
| 5. Lävekarbi sisemine osa | |
| 6. Lävekarbi välimine osa | Rocker outer panel |
| 7. A-piilari vaheleht (tugevdus) | Front body pillar reinforcement lower |
| 8. B- piilari vaheleht (tugevdus) | Center body pillar reinforcement |
| 9. Katuse serva vaheplekk | Roof side reinforcement |
| 10. A-piilari välisplekk | Front pillar upper outer |
| 11. B-piilari välisplekk | Center pillar outer |
| 12. Katuse serva välisplekk | Roof side rail outer panel |

Auto tagaosade detailid:



Pilt 54

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Tagumise pikitala esimene osa | |
| 2. Tagatiib | Quarter panel |
| 3. Pagasiruumi küljepõhi | Rear floor side panel |
| 4. Tagumise pikitala tagumine osa | Rear floor side rear member |
| 5. Pagasiruumi põhjaplekk /varuratta vann | Rear floor pan |
| 6. Tagumine ristitala | Rear floor crossmember |
| 7. Tagaklaasialune paneel | |
| 8. Tagaratta sisemine koobas | |
| 9. Tagatiiva renn | |
| 10. Tagaratta välimine koobas | Quarter wheel housing outer panel |
| 11. Tagumine tuleplekk | Quarter panel end housing |
| 12. Tagapaneel | Body lower back panel |

Lisaks neile veel mõnede detailide nimetused ja seletused:

Katusepaneel Roof panel

Kapott Bonnet

Tagauks – on küljele avanev avakate, näiteks järskpäradel ja kaubikutel

Tagaluuk – on ülespoole avanev avakate, näiteks laugpäradel ja universaalidel

1.3 Autokerede konstruktsioonides esinevad materjalid.

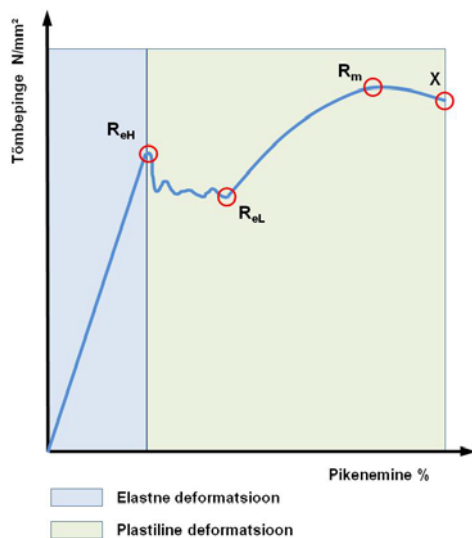
Erinevad terased, nende iseloomustus, kasutuskohad ja otstarve. Alumiinium. Erinevate materjalide töötlemise eripärad.

Õpiväljund: Õpilane omab ülevaadet autokerede tüüpidest, nende ehituse eripäradest. Eristab autokere struktuurset ja kosmeetilist osa. Teab avarii löögijõudu summutavate konstruktsioonide ülesehituse ja löögijõu autokeres edasikandmise põhimõtteid.

Viimase 50 aasta jooksul on autokerede üheks põhiliseks konstruktsioonimaterjaliks olnud teras, millele lisaks kasutati vähesel määral ka alumiiniumi ja plastikut. Tänapäevaste autokerede konstruktsiooni materjalides on toimunud, võrreldes 15-20-aasta taguste autodega, suur muutus. Tänapäevaste materjalide nimekiri on oluliselt pikem - lisandunud on kõrgtugevad terased, erinevad plastikud, magneesium, ka alumiiniumit kasutatakse aina rohkem ning kere konstruktsiooni materjaliks võib nimetada ka klaasi, sest liimitud klaasid annavad oma panuse autokere jäikusele. Kõige olulisem muutus on siiski kõrgtugevate teraste üha laiem kasutuselevõtt. Miks kõrgtugevaid teraseid autoehituses kasutada? Selleks on palju põhjuseid, esiteks soovivad autoostjad üha paremaid autosid – et neil oleks võimas mootor, palju lisaseadmeid ning nad oleksid seejuures võimalikult turvalised. Auto tootjad soovivad jälle autode tootmist efektiivsemaks muuta ning selleks vähem raha kulutada. Kui paigaldada autole võimsam, suurema kubatuuriga mootor, siis lisab see autole kaalu. Sama juhtub ka erinevate mugavusseadmete lisamisel. Seega, kaalu lisandumisel tuleb auto võimsuse säilitamiseks veelgi võimsam mootor lisada.. Tegemist on nõiarõngiga, millest väljapääsemiseks ongi kasutusele võetud kõrgtugevad terased, mis võimaldavad tänu oma tugevusele valmistada konstruktsioonelemente õhemast materjalist ja seeläbi vähendada kaalu ning lisada turvalisust.

Järgnevalt terastest veidi lähemalt.

Autotööstuses kasutatavaid teraseid liigitatakse nende tugevuse järgi, mida kõrgema kvaliteediga teras on, seda suurem on tema tugevuspiir, mille mõõtühikuks on N/mm^2 (= MPa). Terase tugevusomadusi iseloomustab alljärgnev tõmbediagramm, mis näitab pinget ja deformatsiooni vahelist seost tõmbejõu rakendamisel.



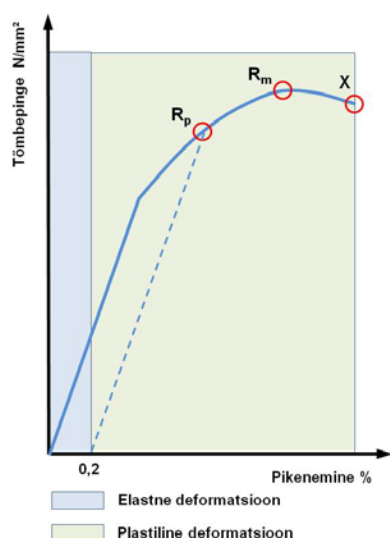
Seletus

Voolavuspiiri ülemine R_{eH} ja alumine R_{eL} väärtus:
 R_{eH} – pinget väärtus, mille saavutamisel esmakordselt täheldatakse tõmbepinge vähenemist
 R_{eL} – pinget madalaim väärtus materjali plastilisel piknemisel (voolavusel)
 R_m – tõmbetugevus, ehk maksimaaljõule vastav pinget
 X – **katkemispunkt**, ehk kogu piknemise piirmäär, mille juures materjal katkeb

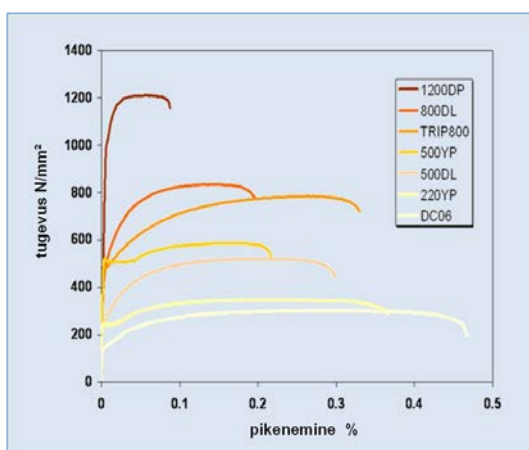
Jõu rakendamisel kuni punktini R_{eH} , taastab metall jõu lakkamise korral oma esialgse kuju tänu tema sisepingele ehk elastsusele. Punkti R_{eH} ületamisel, mida kutsutakse ka **elastsuspiiriks**, hakkab metall

plastiliselt deformeeruma ning ei taasta jõu lakkamisel enam oma esialgset kuju. Sealtmaalt hakkab metall „järgi andma“ ehk pikenema. Metalli sisepinge kahaneb korra venimise tõttu, kuid hakkab siis uuesti hüppeliselt kasvama isegi siis, kui talle mõjuv jõud suureneb ühtlaselt. R_m ehk **tõmbetugevus** on maksimaalne jõud, mida metall suudab vastu võtta. Peale selle punkti saavutamist hakkab detail kõige nõrgemast kohast kiirelt kitsenema ning kitsenenud koht venib kuni katkemiseni punktis X.

Kõrgtugevate teraste puhul voolavust eriti ei esine, seepärast loetakse vahemikku, mille jooksul detail pikeneb 0,2% võrra oma esialgsest pikkusest tinglikult **voolavuspiiriks**.



Järgneval tõmbediagrammil on toodud võrdlevalt tänapäevaste autode kereehituses kasutatavate teraste tugevused:



Pilt 55

Legend:

- 1200 DP ülikõrgtugev teras
- 800DL, TRIP800 parendatud kõrgtugev teras
- 500YP, 500DL kõrgtugev teras
- 220YP, DC06 madaltugev süsinikteras

Nagu diagrammilt näha, pikenevad madaltugevad terased juba suhteliselt väikse jõu rakendamisel ning pikenevad enne katkemist oluliselt rohkem kõrgtugevatest terastest. Ülitugevad terased seevastu suudavad vastu seista suurele jõule, kuid tugevuspiiri ületamisel muutuvad nad rabedaks ja katkevad ruttu. Parendatud kõrgtugevate teraste puhul on püütud saavutada parim kombinatsioon tugevuse ja plastisuse vahel, mis võimaldab neid paremini vormida ning avarisituatsioonis võtavad nad vastu ja summutavad löögienergiat paremini.

Auto konstruktsioonides kasutatavad terased võib suures piiris jagada viide klassi:

Madaltugevad terased (ka madalsüsinikterased) (*i. mild steel*) tugevusega kuni 300 N/mm² sisaldavad vähe süsinikku ning on erinevates kvaliteetides laialdaselt kasutusel autokerede valmistamisel, kui suhteliselt odav ja kergelt töödeldav terase liik. Peamiselt kasutatakse sellist terast autokere kosmeetiliste ja väikest koormust kandvate osade valmistamiseks ja temast on võimalik valmistada tooteid ka sügavtõmbamisega vormides (*i. deep drawing steel*)

Kõrgtugevad terased (*i. HSS – high strength steel*) tugevusega 300 - 550 N/mm² on mikrolegeeritud ja noolutatud teras, mis on oma omadustelt kompromiss vormitavuse ja tugevuse vahel. Sellest on keerulisema kujuga detaile raskem vormida, kuid tänapäevaste töötlemismeetoditega siiski võimalik. Kõrgtugevat terast kasutatakse peamiselt pidevalt suurt koormust taluma pidavates kere osades. Kõrgtugeva terase kasutamine võimaldab olulisel määral vähendada auto kaalu.

***Märkus:** eestikeelses metalliõpetust käsitlevas kirjanduses on 300-550 N/mm² tugevusega teraseid nimetatud kesktugevateks terasteks, lähtudes tugevuse absoluutsest väärtusest. Auto konstruktsioonides kasutatava terase puhul kasutatakse nimetust kõrgtugev teras, sest lähtutakse mitte tugevuse absoluutsest väärtusest vaid tema tugevusomadustest, mis on saavutatud töötlemise teel.

Parendatud kõrgtugevad terased (*i. AHSS – advanced/ modern high-strength steel*) tugevusega 550 - 1000 N/mm²

Parendatud kõrgtugevad terased on kombinatsioon suurepärasest mehaanilistest omadustest ja vormitavusest. Siia alla kuuluvad dupleksterased (*i. DP steel*), millele antakse tema tugevus pressimise faasis ja mitmefaasilised terased (*i. multi-phase steel*), mille puhul on saavutatud termilise töötlemise teel peenem struktuur, tänu millele on tema mehaanilised omadused paremad kui tavalisel kõrgtugeval terasel. Tänu parendatud vormitavusele ja avarii löögienergia summutamise võimele kasutatakse parendatud kõrgtugevat terast kohtades, kuhu avarii käigus koguneb kõige suurem pingeline.

***Märkus:** eestikeelses metalliõpetust käsitlevas kirjanduses nimetatakse sellist terast kõrgtugevaks teraseks.

Ülikõrgtugevad terased ja boorterased (*i. UHS - Ultra high-strength steel, boron steel*)

kuumvormitud, tugevusega 1000 - 1500 N/mm²

Kuigi ülikõrgtugevat terast tuntakse juba aastast 1912, siis autoehituses on see kasutusele võetud alles viimastel kümnenditel. Tema peamised eelised on lihtne vormist eraldumine ning tugevusomadused. Ülikõrgtugevat terast vormitakse temperatuuril 900 - 950 °C - siis kui ta on veel pehmes olekus, mis ei nõua suurt jõudu ning tema tugevusomadused saavutatakse spetsiaalse termilise töötlemise ja jahutusprotsessiga peale vormimist. Parem vormitavus võimaldab temast valmistada keerukamaid detaile, kui kõrgtugeva terase puhul ning tänu tema tugevusele on autokere kaalu võimalik veelgi enam vähendada.

Lisaks terastele kasutatakse kereehituses veel ka järgmisi materjale:

Alumiiniumsulamid

Alumiiniumit on kasutatud autoehituses juba palju aastaid. Tema peamised omadused on tema kergus, suur löögienergia absorbeerimise võime deformatsiooni korral, korrosioonikindlus ja taaskasutusvõimalus. Peamiselt kasutatakse alumiiniumit uste, luukide, kapoti ja tiibade valmistamiseks, kuid aina enam on seda kasutama hakatud ka autokere struktuursete osade valmistamiseks. Näiteks esiamortisaatori ülemine kandur on mõnedel autodel valmistatud valualumiiniumist ja BMW 5-seeria autodel on esipikitalad alumiiniumist. Alumiiniumit kasutatakse peamiselt kaalu vähendamiseks või kaalujaotuse parandamiseks.



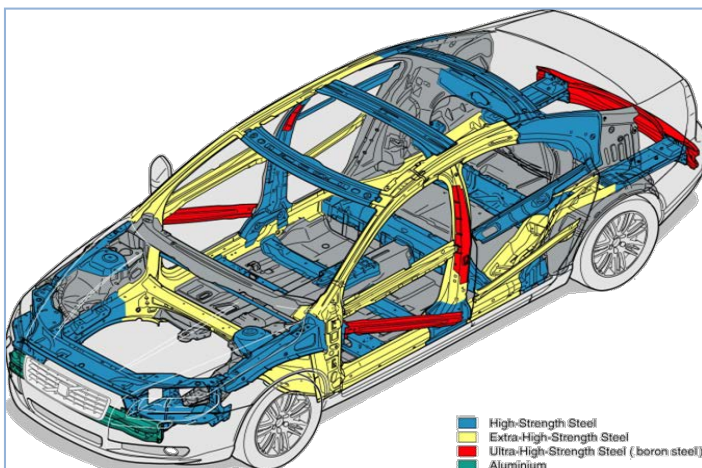
Pilt 56: BMW 5-seeria autodel on esiosa parema kaalujaotuse huvides valmistatud alumiiniumist.

Plastikud on autode ehituses kasutusel juba ammu. Tema omadused võimaldavad teda kasutada väga erineval otstarbel ja seda mitte ainult autokere väliste osade juures nagu tuleklaasid, peeglite korpused, kaitserauad, vaid ka struktuursete osade puhul, näiteks varuratta vanni valmistamiseks.

Magneesiumsulamid

Tänu magneesiumi kergele kaalule kasutatakse magneesiumist valatud detaile rohkem luksusklassi autodel. Seda küll peamiselt veoülekannete korpuste, uste ja tiibade detailide valmistamiseks. Survevalu meetod võimaldab valmistada väga keerulise kujuga tooteid.

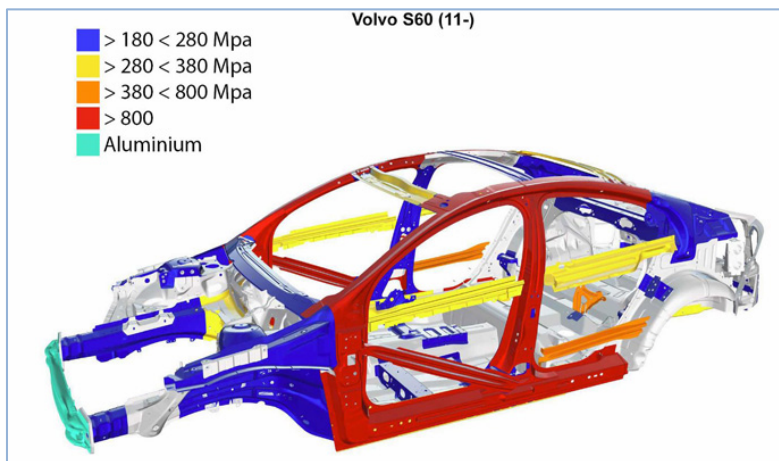
Järgnevalt mõned näites erinevate materjalide kasutamise kohta autokerede valmistamisel:



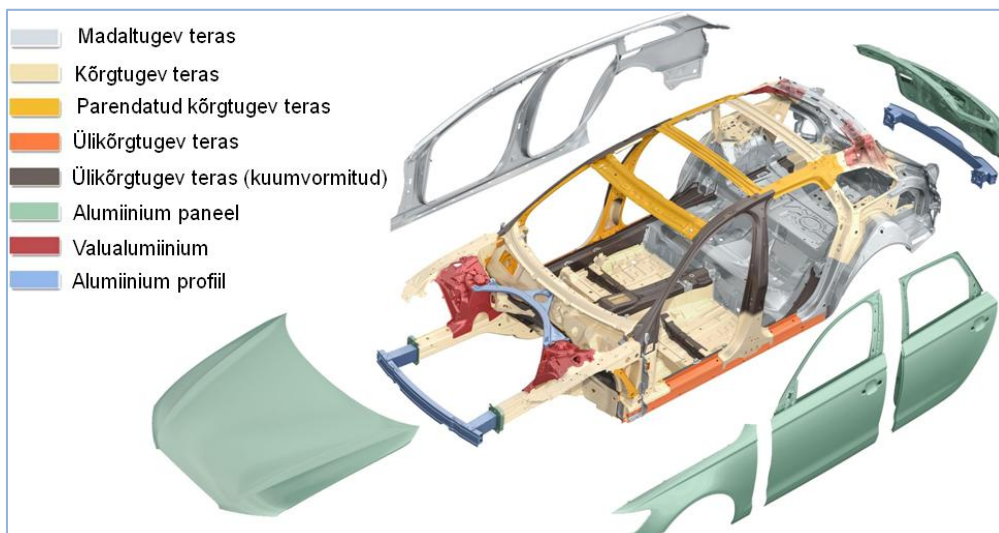
Pilt 57: Volvo sõiduautode kereehituses kasutatavad materjalid.



Pilt 58: VW Up kereehituses kasutatavad materjalid.

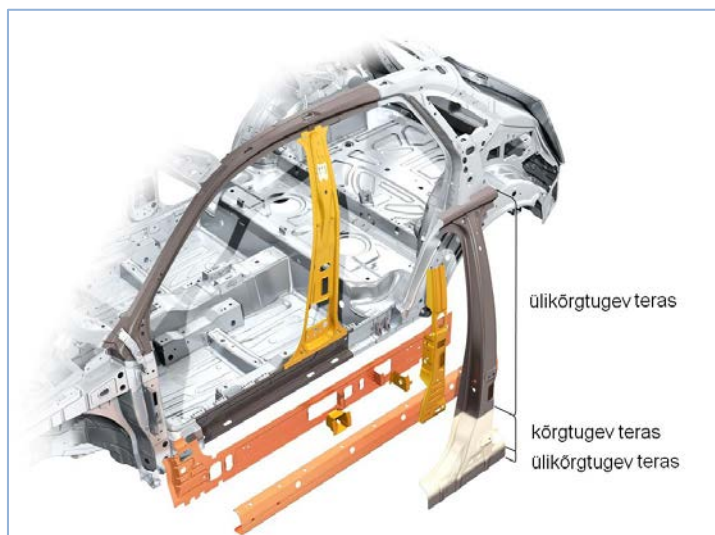


Pilt 59: Volvo S60 keres kasutatavad materjalid.



Pilt 60: Audi A6 Avant keres kasutatavad materjalid.

Lisaks ühest materjalist, kindla tugevusega, detailidele võimaldab tänapäevane tehnoloogia valmistada ka kombineeritud tugevusega, ehk eri osades erineva tugevusega detaile, mille puhul on kokku liidetud erinevate omadustega terased ning nendest seejärel vormitud vastav detail või kasutatakse samast terasest valmistatud detaili eri osades erinevat termilist järeltöötlust. Nende detailide abil (*i. taylored blanks*) luuakse kõige jäigemal (=reisijate) tsooni sisse deformatsiooni piirkonnad, mis aitavad veelgi paremini absorbeerida suurel kiirusel toimuva avarii löögienergiat.



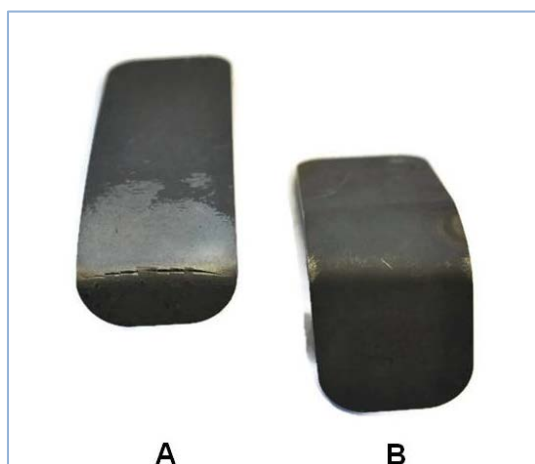
Pilt 61: VW-Audi grupi autodel kasutatavad kombineeritud tugevusega B-piilarid.

Erinevate metallide töötlemise eripärad.

Ülikõrgtugevate teraste töötlemine

Vigastatud ülikõrgtugevast terasest detaile reeglina ei õgvendata vaid need vahetatakse tervenisti välja. Õgvendamine on lubatud ainult väikeste mõlkide puhul.

Ülikõrgtugevat terast pole lubatud töödelda kõrgemal temperatuuril kui 300°C. Vastasel juhul kaotab ta oma tugevusomadused. Ühendamiseks tuleb kasutada punktkeevitust. Ülikõrgtugevast terasest detailide eemaldamiseks on vajalikud spetsiaalpuurid ning spetsiaalne puurimisõli. Keevituspunktide lahtivõtmiseks saab kasutada ka viillint-lihvijat.



Pilt 62: Ülikõrgtugeva terase painutamisel metall mōraneb (A), kuid peale kuumutamist kaotab ta oma tugevusomadused ning paindub (B).

Alumiiniumi töötlemine

Alumiiniumi töötlemine erineb terasdetailide töötlemisest selle poolest, et niisama pole deformeerunud pinda võimalik õgvendada – alumiinium on selleks liialt sitke. Tema töötlemiseks on vaja pind kindla temperatuurini kuumutada, et alumiinium muutuks plastiliselt pehmeks ja töödeldavaks. NB!

Alumiiniumi puhul toimib karastamine vastupidiselt terasele – kui karastamine teeb terase kõvemaks, siis alumiiniumi pehmeks. Sama vastupidine on toime ka uuesti kuumutamisel – kui karastatud teras muutub seeläbi taas pehmeks, siis alumiinium vanandub ning muutub kõvaks-rabedaks ning ei lase end enam töödelda.

Keretöökojas on alumiiniumdetailidega töötamiseks vajalik eristatud töökoht, mis on muust ruumist eraldatud näiteks kardinatega. See on vajalik selleks, et ülejäänud ruumist ei leviks alumiiniumi pinnale terase tolm, mis põhjustab alumiiniumi pinna korrodeerumist. Samal põhjusel peavad tööriistad, mida kasutatakse alumiiniumi töötlemiseks, olema tähistatud ning neid ei tohi kasutada terase töötlemiseks. Kerevenituspink ja selle autokerega kokkupuutuvad osad tuleb enne alumiiniumiga töö alustamist hoolikalt puhastada. Terasosade lõikamisel, käiamisel või lihvimisel tuleb kõik alumiiniumdetailid hoolikalt kinni katta kas sädemekaitsetekkide või –paberiga. Põhjuseks on terasosakeste sattumine alumiiniumpinna. Töötlemisest tekkinud puru ja tolmu ei tohi suruõhuga laiali puhuda vaid see tuleb kokku koguda tolmuimejaga. NB! Peenikese lihvimistolmu kogumiseks on vajalik spetsiaalne ATEX-klassi plahvatuskindel tolmuimeja. See on vajalik peenikese alumiiniumtolmu isesüttimise võimaluse tõttu.

MOODUL 1 - Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks:

- Mis aastal ja millise auto seeriatootmisel kasutati esmakordselt täisteraskerega sõiduauto?
- Millisel autol kasutati esmakordselt kandevkeret?
- Millised on esi- ja tagaveolise auto kerekonstruktsioonide peamised erinevused?
- Millised on auto passiivsed ohutuselemendid?
- Milliseid konstruktsioonelemente kasutatakse autokere sõitjateruumi turvalisemaks muutmiseks?
- Milleks kasutatakse auto kerekonstruktsioonides alumiiniumit ja kõrgtugevaid teraseid?

MOODUL 1 - Praktilised ülesanded:

- Vaatle auto kandevkeret ja näita selle kosmeetilised ja struktuursed osad.
- Leia autokerelt kõik avarii löögienergiat summutama konstrueeritud detailid

MOODUL 1 - Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Margus Raud, pildid - 42, 45, 50, 62

Ann Liisbel Petter, pildid – 37, 38, 39, 40, 43, 44, 46, 52, 53, 54

VW Audi õppematerjalid, pildid - 32, 41, 47, 48, 49, 58, 60, 61

Car-O-Liner AB (Rootsi), pildid – 31, 33, 35, 36, 55, 56, 57, 59

Jan Kramp, pilt – 51

Peeter N. Sarevet arhiiv, pilt - 2

<http://lifestylemotors.com/browse-vehicles-2/chevy/new-2014-chevy-colorado/> - pilt 30

<http://www.audia2museum.de/54.html> - pilt 33

<http://www.dieselpunks.org/profiles/blogs/lord-ks-garage-96-lancia> - pilt 22

www.en.wikipedia.org , pildid – 1, 4, 17

Daimler AG arhiiv, pilt – 3

Ford Motor Company arhiiv, pilt – 5

www.coachbuilt.com, pildid – 6, 8, 9, 10, 11, 13, 20, 21

www.jalopyjournal.com , pilt - 7

www.uniquecarsandparts.com , pilt – 12

www.velocetoday.com, pilt – 14

www.pinterest.com , pilt – 15

www.automotivebase.blogspot.com , pilt – 16

www.carpedia.ru , pilt – 18

www.cartype.com , pilt – 19

www.blog.hemmings.com , pilt – 23

www.carstyling.ru , pilt – 24

www.it.Wikipedia.org , pilt – 25

www.nydailynews.com , pilt – 26

www.imperialclub.com , pilt – 28

www.allpar.com, pilt - 29

MOODUL 1 - Kasutatud kirjandus ja materjalid

Car-O-Liner Academy (Rootsi) õppematerjalid

Toyota ja VW kereremondi õppematerjalid

The Performing Art of American Automobile. Johathan A.Stein and Michael Furman. USA

The Art of Bugatti. Richard Adotto & Julius Kruda. Itaalia

Art Deco & British Car Design. Barrie Down. Inglismaa

Curves of Steel: Streamlining Automobile Design. Johathan A.Stein and Michael Furman. USA

The Coachbuilt Packard. Hugo Pfau. Inglismaa

The Art & Colors of General Motors. Johathan A.Stein and Michael Furman. USA

A-Z of British Coachbuilders 1919-1960. Walker and Nick, pub. by Herridge & Sons Ltd. Inglismaa

Il Signor Touring: Carlo Felice Bianchi Anderloni . Giacomo Tavoletti. Itaalia

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: PLEKKSEPA TÖÖRIISTAD JA SEADMED

Nagu ametinimetus „plekksepp“ viitab, vajab selle ameti pidaja tööriistu, mille abil saaks plekki „sepistada“. Nii on see ka autoplekksepa puhul. Autoplekksepa varustuse nimekiri on päris pikk hõlmates nii käsitööriistu, elektrilisi ja suruõhutööriistu, erinevaid keevitusaparaate ning kerevenituspinki ja mõõtesüsteemi. Järgnevas peatükis anname ülevaate tööriistadest, mille abil autoplekksepp ja auto keretehnik oma tööd meisterlikult teha saavad.

2.1. Lehtmetalli töötlemise riistad.

Erinevad vasarad, alapid ja lusikad. Perforaator, kerehöövel, õgvendusvardad, venitushoob, tõmbevasar, plekikärid.

Õpiväljund: Õpilane teab ja oskab kasutada peamisi lehtmetalli töötlemise käsitööriistu ja vahendeid.

Alustame algusest, ehk pleki nn. „sepistamisest“. Õhukese pleki puhul nimetame me seda protsessi küll veidi teiste nimetustega nagu: õgvendamine, painutamine, valtsimine, lõikamine ja venitamine.

Vasarad (haamid)

Pleki õgvendamiseks kasutame plekksepa vasaraid, mis erinevad tavalisest lukksepa vasarast oma „keerulisema“ kuju poolest, mis on vajalik erinevatel pindade töötamiseks ning erinevat laadi tööluse teostamiseks. Vasaraid on tasapinnalise ja kumera, lapiku ja tõmbi, ümara ja kandilise tööpinnaga. Lisaks kasutatakse nende valmistamiseks erinevaid materjale: terast, alumiiniumi, puitu, plastmassi, kummi ja ka nahka. Vastavalt töödeldava pinna kujule, asukohale ja õgvendamise suunale tuleb teha valik erinevate vasarate seast. Erinevast materjalist vasaratel on ka veidi erinevad omadused ja kasutusotstarve. Näiteks puu-, alumiinium- ja kõva kummivasaraga saab plekki õgvendada nii, et see ei veni löökide all. Nende löök on pehmem kui terasvasaratel ning kuna nende materjal on terasest pehmem, siis ei venita nad plekki välja. Selliste vasaratega antakse tavaliselt deformeerunud detailidele, enne pinnimistööde juurde asumist, tagasi nende esialgne kuju. Kapron- ja kummivasaraga õgvendatakse ja pinnitakse elastse deformatsiooniga kohti, nt sujuvad mõlgid, „mängiv“ ukse- või tiivaplekk. Terasvasaratega õgvendatakse seevastu plastseid deformatsioone, nt volte, teravaid mõlke jne.



Pilt 1: Terasest plekksepa vasarad.



Pilt 2: Muudest materjalidest plekksepa vasarad.

Alasid ja lusikad

Alasi nimetus pärineb sepa tööriista arsenalist ja toob silme ette midagi suurt ja rasket. Autoplekksepa töös kasutame õnneks oluliselt kergemaid tööriistu ja neid kutsutakse plekksepa alasideks.

Õgvendamise juures on keerulise kujuga autoplekki vaja toetada väga erinevatest kohtadest, seepärast on ka plekksepa alased erinevate kujudega, et saada toetatavale kohale võimalikult tihedalt ligi. Samaks otstarbeks kasutatakse ka plekksepa lusikaid, mille abil on võimalik toetada kitsaid kohti, kuhu alasiga ligi ei pääse. Lisaks kasutatakse lusikaid löögipinna laiendajana, et vasaraga löök mõjuks laiemale pinnale ja vasar ei venitaks kohta välja. Selleks toetatakse lusika lai kumer osa vastu pleki pinda ja lüüakse vasaraga lusika pihta.



Pilt 3: Plekksepa alased.



Pilt 4: Plekksepa lusikad.

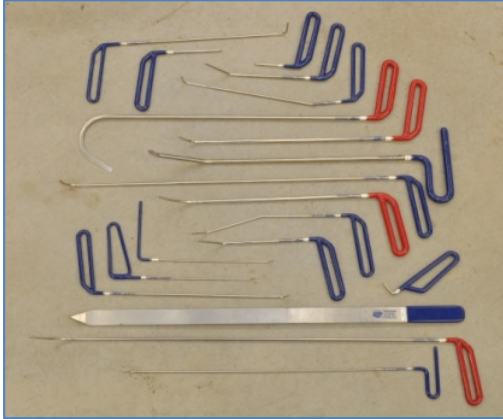
Alumiiniumpindade õgvendamiseks terasest valmistatud vasarad ja alased paraku ei sobi, sest põhjustavad alumiiniumpinnal korrosiooni. Seepärast tuleb alumiiniumpindade õgvendamisel kasutada kattega tööriistu, näiteks plastkatttega vasaraid ja alaseid.



Pilt 5: Alumiiniumi õgvenduskomplekt.

Õgvendusvardad

Õgvendamiseks raskesti ligipääsetavates kohtades ja väiksemata mõlkide eemaldamiseks ilma värvimistöötä kasutatakse õgvendusvardaid, millega painutatakse mõlgid õrnalt välja ilma värvipinda kahjustamata.



Pilt 6: Õgvendusvarraste komplekt.

Venitushoovad

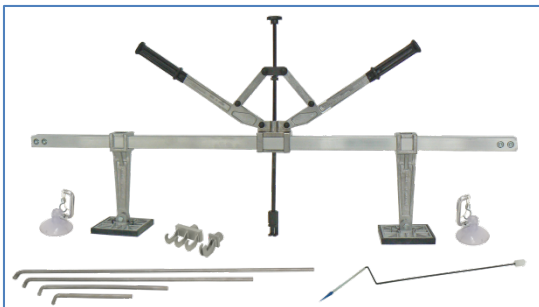
Väljastpoolt pleki väljatõmbamiseks kasutatakse koos spotteriga venitushooba, mille üks ots toetub detaili jäigale otsale ja konksudega venitatakse paneelile keevitatud seibe või lainetraati.

„Karukäpaga“ tõmbevasar toimib sarnaselt spotteri tõmbevasaraga, ainult et „karukäpaga“ tõmmatakse mitut punkti korraga, kas siis lainetraadi abil või pinnale keevitatud seibide reast läbilükatud vardast tõmmates.



Pilt 7, 8: Venitushoob ja karukäpaga varustatud tõmbevasar

Kahe toetuspinna venitushoob (*i. Line Puller*) võimaldab teostada täppisvenitamisi suurel pinnal, sest tugevaheline siin on piisavalt pikk ka kõige suuremate uste otstesse toetamiseks.



Pilt 9: Line Puller.

Järgmisena löikeriistad:

Plekikäärid

Plekikääre valmistatakse nii parempoolse kui vasakpoolse teraga ja vaja läheb plekksepal neid mõlemaid – vastavalt sellele, kummalt poolt on võimalik plekki lõigata ja kus on takistav serv. Lisaks on erinevus kääri otste kujus – sirgete otstega käärid on mõeldud sirge löike tegemiseks, väänatud otstega kumerate lõigete tegemiseks.



Pilt 10: Üleval väänatud otstega ja all sirgete otstega plekikäärid.

Perforaator-astmetangid sisaldavad endas kahte tööriista: perforaatorit, mille abil saab teha detaili servadesse korkkeevituse jaoks avasid (5-6 mm) ja stantsida pleki servale astme, et teha ülekattega astmevaba ühendus keevitamise või liimimise teel.



Pilt 11, 12: Astmetangid ja astmevaba ülekattega plekiserva ühendus.

Kerehöövel on poolkuu-kujuliste hammastega silumisriist tinatatud pinna tasandamiseks ja ka õgvendatud plekipinna silumiseks. Kerehöövli kuju on võimalik muuta positiivsemaks ja negatiivsemaks, et paremini kopeerida töödeldava pinna kumerust.



Pilt 13, 14: Muudetava kumerusega kerehöövel ja selle kasutamine tina raspeldamiseks.

NB! Spetsiifilisemate plekitöö riistade kohta vaata: Moodul 5.4. Lehtmaterjali lõikamine ja vormimine asendusdetailiks.

Demonteerimiskilud on abivahendid polstrite ja liistude eemaldamiseks ilma värvkatet vigastamata. Tüüblite eemaldamiseks kasutatakse veel ka plastist või metallist harke.



Pilt 15: Demonteerimiskilud.

2.2. Elektrilised-, hüdro- ja suruõhu käsitööriistad.

Nurklihvija, mini-nurklihvija, mini-turbiin, tikksaag, punktitrell, lintlihvija, plekikäär ja – nakerdaja, suruõhumeisel, hüdrauliline neetija, hüdrauliline tungraudade komplekt, suruõhunarre, -trell.

Õpiväljund: Õpilane teab ja tunneb peamisi plekksepa töös kasutatavaid elektrilisi-, hüdro-, ja suruõhu käsitööriistu ning nende kasutuskohti.

Lisaks „muskli jõul“ töötavatele käsitööriistadele kasutatakse plekksepa töös ka palju elektri, õhu ja hüdraulika jõul toimivaid tööriistu, mis seda tööd oluliselt hõlpsamaks teevad. Järgnevalt neist enam kasutust leidvatest tööriistadest.

Nurklihvija

Nurklihvija on ilmselt üks olulisemaid ja enim kasutatud tööriist, millega on võimalik metalli lõigata, käiata ja lihvida. Koosneb nurklihvija mootorist (elektriline) või turbiinist (suruõhu), reduktorist, mis suunab jõu 90° nurga all olevale võllile, käepidemest ja pööratavast sädemekaitsest.



Pilt 16: Elektriline nurklihvija.



Pilt 17: Pneumaatiline nurklihvija.

Auto kereremondi juures kasutatakse üldjuhul nurklihvijaid, millele sobivad löike- ja käiakettad diameetriga 115/125 mm ning mille kiirus on 11-12000 p/min. Nurklihvijad on varustatud käepidemega, mis võimaldab hoida teda stabiilselt kahe käega, et suunata löige õigesse kohata ning vältida võimalikku nurklihvija rapsimist ketta kinniilumisel.

Nurklihvijat kasutatakse:

1. löikekettaga metalli löikamiseks;
2. käiakettaga keeviste tasandamiseks;
3. fiiberkettaga pindade tasandamiseks.

NB! Enne nurklihvijaga löike-, käiamis- ja lihvimistöö alustamist tuleb keerata tema sädemekaitse võimaliku sädemete lendamise suunas ja kontrollida, et läheduses poleks tuleohtlikke materjale ning katta kõik lähedalseisvad klaas- ja värvitud pinnad sädemekaitseteki või –paberiga. Nurklihvijat tuleb käes hoida selliselt, et sädemed lendaksid alati endast kaugemale. Nurklihvijaga töötamisel tuleb alati kasutada kaitsevisiiri või –prille ning kaitsekindaid.

Mini-nurklihvija

Mini-nurklihvijat kutsutakse ka „*roloc*’i masinaks“, mis vihjab esimesena sellisele masinale sobivate lihvimisketaste valmistaja 3M Roloc™ kaubamärgile. Tegemist on ketaste kiirkinnitusega, mille abil on võimalik kettaid lihtsalt poole pöördega talla küljest eemaldada. Tänapäeval toodavad paljud erinevad tootjad sarnase kinnitussüsteemiga lihvkettaid. Mini-nurklihvijad on suruõhutööriistad, mille turbiini kiirus on 15-20000 p/min ning mille võll on reduktori abil reeglina 90° võrra pööratud (NB! Esineb ka väiksemat nurka). Samas toodetakse ka masinaid, millel puudub reductor, kuid turbiini küljes on käepide, mis muudab turbiini tööpinna käe suhtes samuti 90° nurga alla, neid kutsutakse püstol-tüüpi minilihvijaks.



Pilt 18: Mini-nurklihvija.



Pilt 19: Püstol tüüpi minilihvija.



Pilt 20: 3M Roloc lihvkettad mini-nurklihvijale.

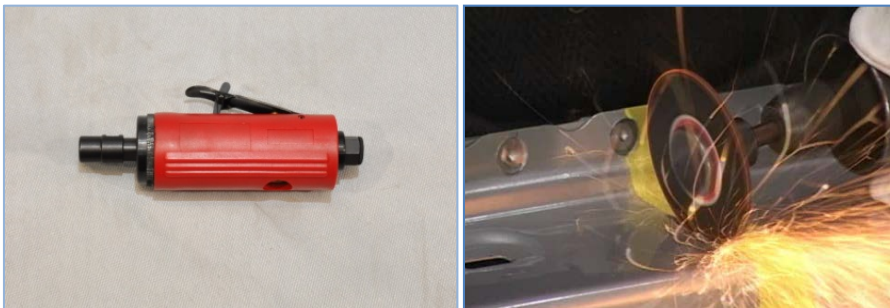
Lihvkettaid sellistele masinatele valmistatakse diameetriga 50 ja 75 mm ning karedustes P36-P120. Nende lihvketastega tasandatakse keevisõmblusi ja puhastakse roostest või vanast värvist raskesti ligipääsetavaid kohti. Selliste väikeste lihvimisketaste eeliseks on väga kitsas vigastatud ala ning, tänu tasapinnaga lihvimisele, väiksem oht tasapinnast allapoole („lohku“) lihvida.



Pilt 21, 22: Keevisvalli tasandamine mini-nurklihvijaga fiiber (vasakul) ja viimistlemine Scotch-Brite kettaga.

Miniturbiin

Miniturbiin on suruõhutööriist, millel on suured pöörded (15-20000 p/min) ja tema otsas on tsang (pikilõhistega puks) tööriistade kinnitamiseks. Kasutatakse freesidega või minikäiadega lihvimiseks ning mini-lõikeketastega lõikamiseks raskesti ligipääsetavates või väikse negatiivse raadiusega kohtades.



Pilt 23, 24: Turbiin otsas oleva tsang-kinnitusega ja kitsa nurga läbilõikamine minilõikekettaga.

Tikkaaag

Auto keretööde juures kasutatav tikksaag on suruõhu tööriist, mille saetera paikneb pikliku tööriista otsas. Tikksaaga lõigatakse õhemat metalli (0,6-4 mm) ja autokere juures kasutatakse seda põhiliselt vana kerepaneeli lahtilõikamiseks ja uute plekkdetailide otste ja servade tasalõikamiseks detaili sobitamise käigus.



Pilt 25, 26: Tikksaag ja detailide tasalõik.

Keresaag e. tiigersaag

Keresaag on sarnane tikksaele, ainult oma mõõtudel ja võimsuselt suurem. Keresaagi kasutatakse peamiselt deformeerunud keresektsioonide väljalõikamiseks



Pilt 27: Keresaag.

Punktitrell

Punktitrell on puurimiseseade, mille abil puuritakse spetsiaalse freesi (punktipuuri) abil välja punktkeevituse südamikke detailide eemaldamiseks. Punktitrellil on reguleeritav freesi sügavuspiirik, mille abil saab reguleerida lõike sügavust, nt. liitest ainult ühe kihi eemaldamiseks. Veel on seade varustatud eemaldatava tugikaarega, mille abil toestatakse puuritavat punkti vastasküljelt.



Pilt 28, 29: Punktitrellid.

Suruõhutrell

Suruõhutrelli kasutatakse avade puurimiseks ja pindade puhastamiseks kärgkettaga.



Pilt 30, 31

Viillint-lihvija (lintlihvija)

Suruõhuajamiga lihvmasin, mille ajamist eendub otsarullikuga linditald. Lintlihvija töötab kitsaste nn. viillintidega (laius 6-12mm) ja tema abil lihvitakse keevisõmblusi kohtades, kus teiste tööriistadega pole võimalik ligi pääseda. Kasutatakse ka punktkeevituspunktide väljalihvimiseks kõrgtugevast terasest detailidel.



Pilt 32, 33: Lintlihvija ja punktkeevituse punktide väljalihvimine.

Elektrilised plekikäärid

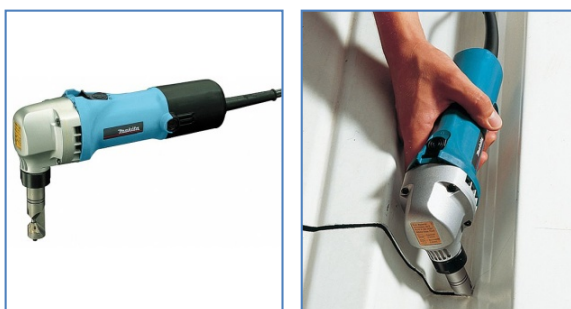
Elektrilistel plekikääridel on jäik tald ja mootori jõul üles-alla liikuv tera ning teda kasutatakse lehtmetailide väljalõikamiseks.



Pilt 34, 35: Elektrilised plekikäärid.

Plekinakerdaja

Plekinakerdaja on lõikeriist, millel on väga kitsas tööosa üles-alla liikuva lõiketorni ja lõiketallaga. Nakerdaja abil saab õhukesest plekist välja lõigata ka väikse raadiusega detaile ning kasutada profiilsete plekkdetailide lõikamiseks.



Pilt 36, 37: Plekinakerdajad.

Perforaator-astmetangid.

Suruõhu perforaator-astmetangid sisaldab endas kahte tööriista: perforaatorit, mille abil saab teha detaili servadesse korkkeevituse jaoks avasid (5-6 mm) ja stantsida pleki servale astme, et teha ülekattega astmevaba ühendus keevitamise või liimimise teel.



Pilt 38

Suruõhunarre

Suruõhu narre on madalate pööretega tööriist, mida kasutatakse peamiselt poltide-mutrite avamiseks ja samuti kerevenituspingi kinnitusrakiste avamiseks/kinnitamiseks. NB! Kerevenituspingi rakiste kinnitamiseks ja teiste keermesliidete lõpp-pingutuseks EI TOHI kasutada **lööknarret**, sest selle pingutusmoment pole teada ning keermesliide võib deformeeruda-puruneda. Keermesliidete õige pingutusmomendini pingutamiseks tuleb kasutada dünamomeetrilist võtit.



Pilt 39

Suruõhu meisel

Suruõhu meisli abil on võimalik eemaldada deformeerunud välispaneel tema kinnituskoha kõrvalt läbi raiudes ja samuti plekikihi eemaldamiseks liimitud või punktkeevitatud õmbluste puhul.



Pilt 40

Hüdrauliline neetija

Hüdraulilise neetija abil paigaldatakse ja eemaldatakse iseläbistuvaid, vormuvaid ja tõmbeneete. (vt Moodul 3, keredetailide ühendamine)

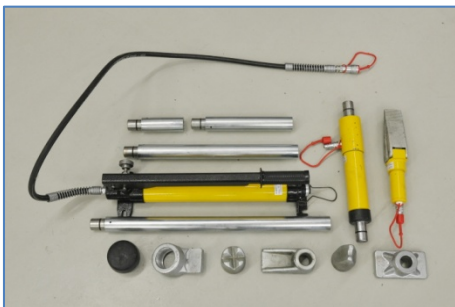


Pilt 41

Vt. ka videot: https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=5BlqVOwuqrM

Hüdrauliline tungraua komplekt

Hüdraulilise tungraua komplekt sisaldab tarvikuid ja silindreid kerevenitustöödel kasutamiseks. Selle abil on võimalik kas laiali suruda avaris deformeerunud kohti või toestada mingeid piirkondi kokkuvajumise eest kerevenitustööde käigus.



Pilt 42

2.3. Keevitusseadmed.

MIG/MAG keevitused, punktkeevitus, spotterid, plasmalõikur.

Õpiväljund: Õpilane teab ja tunneb peamisi autokere remondil kasutatavaid keevitusseadmeid.

Käesolevas peatükis tutvustame kõiki plekksepa töös vajalikke elektrilisi seadmeid, mis kuumutavad metalli pinda, alates soojendamisest kuni keevitamise ja lõikamiseni välja. Seega haarame laiemat valikut, kui ainult „keevitusseadmed“.

MIG/MAG keevitused

MIG/MAG keevituse kutsutakse vanemate autoplekkseppade seas ka *kemppi-keevituseks* ja seda põhjusel, et esimesed kaasaegsed MIG/MAG keevitused saabusid Eestisse kunagi Soomest ja olid valmistatud Kemppi firma poolt. Kuna õiget nime keegi sellele aparaadile anda ei osanud, siis rahvasuus läksid liikvele nimetused „kemppi-keevitus“ ja „süsihappekeevitus“ (keevitusgaasi järgi). Seda ka juhul kui tootjaks olid hoopis teised firmad. Oma olemuselt on aga tegemist traatelektrood keevitusega, mis keevitab kaitsegaasi keskkonnas. Keevitusvoolu tekitamiseks kasutatakse nii traditsioonilist trafo-vooluallikat kui ka inverter-vooluallikat. Erinevad on ka keevitsaparaatide juhtimisviisi, kasutatakse nn. tavajuhtimist, millel on reguleerimiseks 2 nuppu (traadi etteanne ja voolutugevus), sünergilist juhtimist (ühe nupuga) või sünergilis-adaptiivset juhtimist, mille puhul keevitus reguleerib end ise vastavalt keevituskaares toimuvale. Millise aparaati peaks autoplekksepp valima?

MIG/MAG keevitus on autoplekksepa üks põhilisi töövahendeid, kuid auto kereremondi juures kasutamiseks päris iga keevitus ei sobi. Turul on saadaval väga erineva võimsusega keevitusaparaate ja levinud arvamus on see, et mida võimsam aparaat (voolutugevuse mõttes), seda parem. See kehtib paraku vaid metalli keevitamisel. Autoplekksepa igapäevase töö ehk õhukese pleki keevitamise juures pole oluline mitte niivõrd keevitusaparaadi maksimaalne võimsus, vaid hoopis tema minimaalne keevitusvõimsus, mis ei tohiks olla suurem, kui 20A. Võimalusel tuleks valida aparaat minimaalse võimsuse vahemikus 5-15A. Ainult siis saame edukalt keevitada ka 0,6-1,0 mm paksust plekki. Kõigi 1 mm plekist paksemate materjalide keevitamiseks, mis autokere juures ette tulevad, saab reeglina iga aparaat hakkama.



Pilt 43, 44: Sünergilise ja sünergilis-adaptiivse juhtimisega MIG/MAG keevitusaparaadid.

Spotterid (i. Washer welder)

Spotteriteks nimetatakse väikseid keevitusaparaate, mille abil saab õgvendamiseks keevitada pinna külge spetsiaalseid seibe, neete, polte ja lainetraati. Spotteri varustusse kuulub ka tõmbevasar, mille otsas oleva vaskelektroodi abil saab vasara otsa pleki külge keevitada ja sel viisil plekki väljapoole tõmmata. Veel saab spotterit kasutada pinnakuumutamiseks söe- ja vaskelektroodiga.



Pilt 45, 46, 47: Spotter ja tema lisatarvikud.



Pilt 48: Kahefaasiline kaasaskantav spotter.

Spotteritega koos on välja töötatud terved süsteemid pleki õgvendamiseks. Selles sisalduvad erinevad käsivenitushoovad, mille abil saab mõlke õgvendada sujuvalt ja ilma plekipinnale „punne“ tekitamata. („punn“ - tõmbevasara elektroodi otsaga pinnast välja venitatud pisike kõrgendik)



Pilt 49, 50: Carbon Miracle System on autovalmistajate poolt üks enam aktsepteeritud plekiõgvendussüsteeme.

Õhkjuhtimisega minispotter (*i. Air Puller*) on töövahend, mille abil on hea õgvendada pisikesi mõlke. Tal on sarnaselt suurele spotterile olemas pinna külge keevitav elektrood, kuid see on väike ja ümbritsetud rõngaga, mis toetub paneeli pinnale ja piirab ära õgvenduse ala. Päästikule vajutades keevitub elektrood pinnale ja suruõhk tõmbab teda pinnast kaugemale õgvendades ainult rõngaga piirnevat ala.



Pilt 51

Punktkeevitus (*i. resistant welder, spot welder*)

Punktkeevitus on aparaat, millega liidetakse õhukesest lehtmetailist detaile nende kohtkeevitamisega elektroodide vahel, mille tulemusena sulavad paneelid kokku ja tekib keevituspunkt. Punktkeevitus on üks efektiivsemaid keevitusaparaate kereremondi töökojas, mis võimaldab kiiresti ja väga vähese järeltöötlemisvajadusega kokku keevitada kõiki keredetaile, millele on punktkeevituskaarega võimalik kahelt poolt ligi pääseda. Ka on ta asendamatu ülikõrgtugevate teraste keevitamisel, mille puhul teisi keevitusviise pole lubatud kasutada. Punktkeevitusi on kahte tüüpi: nn. trafo- ehk kaabelkeevitused ja käpakeevitused. Nende keevituste põhimõtteline vahe seisneb selles, et esimesel toodetakse keevitusvool (11 000 -14 000A) korpuses olevas transformaatoris ja kantakse käpani kaablite kaudu, siis käpakeevitusel toodetakse sama võimas vool käpas asuvas inverteris. Kuna voolud, mis trafost on tarvis käpani juhtida on väga suured, siis peab ka kaabel olema selleks vastav, ehk suure diameetriga ja seega paks ja raske. Inverteriga käpa puhul läbib kaablit tavaline vool ja kaabel on peenike ning kerge. Seevastu kaalub aga käpp ise oluliselt rohkem. Et selliste raskete asjadega jõuaks terve päeva tööd teha, siis kasutakse nende balansseerimiseks nn. kaablikraanasid, mille otsa kaabelkeevituse puhul riputatakse kaabel, käpakeevituste puhul aga käpp.

Punktkeevitusaparaadid erinevad veel oma funktsioonide poolest poolautomaatseteks ja täisautomaatseteks. Poolautomaatsete aparaatide puhul sisestatakse materjali parameetrid (kvaliteet ja paksus) aparaadile käsitsi ja aparaat valib sobiva programmi selle keevitamiseks, täisautomaatne aparaat mõõdab ise nii ühenduse paksuse, metalli kvaliteetid, elektroodide vahelise takistuse ning seadistab end seda kooslust keevitama. Keevitaja ülesanne on pinnad ette valmistada, paika fikseerida, käpp keevituskohale asetada ja nupule vajutada.



Pilt 52-55: Vasakul poolautomaatne kaabelkeevitus, keskel ja paremal täisautomaatsed käpakeevitused.

Punktkeevitusaparaadi soetamisel kereremondiks tuleb valida keevitusaparaat, mille maksimaalne võimsus on vähemalt 12 000A kuni 14 000A. Selline võimsus on vajalik tänapäevastel autodel kasutatava ülikõrgtugeva terase keevitamiseks. Kindlasti peaks selline aparaat keevitama alalisvooluga, sest vahelduvvooluga pole sellist võimsust võimalik saavutada. Kuna punktkeevitusaparaadi soetamine on korralik investeering, siis tasub kindlasti enne mitu korda järele mõelda, sest odavam-nõrgem aparaat võib üsna pea kasutuks investeeringuks muutuda.

Plasmalõikur

Plasmalõikur on gaasilõikurit meenutav seade, millega saab lõigata kuni 4-5 mm paksust materjali. Gaasiks on plasmalõikuris aga suruõhk, mis elektrilaengus ioniseeritakse. Selle tulemusena tekib keevituskaart meenutav plasmajuga, mille abil saab metalli lõigata. Plasmalõikur on abiks paksemast materjalist deformeerunud detailide mahalõikamisel, samuti kõrgtugevast terasest detailide mahalõikamisel, aga ka kõrgtugevasse terasesse aukude tegemiseks enne korkkeevitust.



Pilt 56, 57: Plasmalõikur ja sellega kõrgtugevasse terasesse avade tegemine.

2.4. Pinnakuumutusseadmed.

Induksioonkuumuti, söepulk, gaasipõleti.

Õpiväljund: Õpilane teab ja tunneb autokere remondil kasutatavaid pinnakuumutusseadmeid.

Pinnakuumutusseadmetest kasutavad autoplekksepad oma töös põhiliselt kolme seadet: söepulk, induksioonkuumuti ja gaasipõleti.

Söepulk on iseenesest kõigest süsinikelektrood, mida kasutatakse spotteri küljes, seega pole tegemist eraldi seadmega vaid töövahendiga.

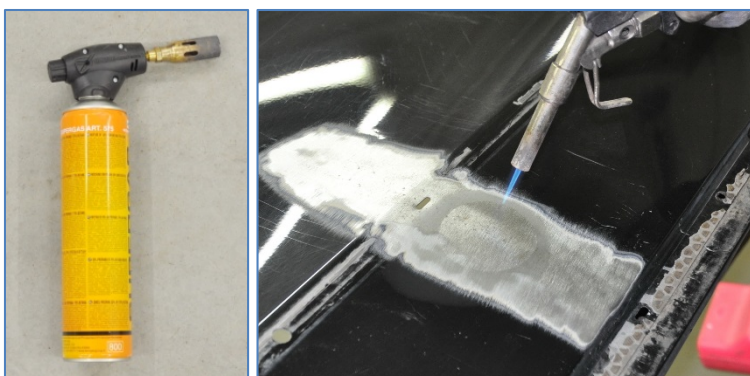
Selle kasutamisest teeme pikemalt juttu moodulis: 5.3.2 Pinna kuumutamine kahandamise ja parema töötlemise eesmärgil.

Induksioonkuumuti on pinnakuumutusvahend, mis ei vaja kuumutamiseks otsest kontakt pinda endaga vaid toimib ka väikese vahemaa tagant. Erinevalt muudest kuumutusvahenditest pole induksioonkuumulil lahtist leeki ega teki tema kasutamisel sädemeid. Seetõttu on induksioonkuumuti väga turvaline kasutada ja ta ei ohusta polstreid, istmeid ega muid sädeme- ja tulekartlikke pindu. Temaga saab kuumkahandada plekki ja metalli, avada roostes keermesliiteid, soojendada pinda hermeetikute, kivikaitsete, müramattide ja kahepoolse teibi all, et lihtsustada nende eemaldamist. Autokere remondil ja lukksepatööde juures võiks induksioonkuumuti võimsus olla vähemalt 3-5 kW.



Pilt 58-62: Induksioonkuumuti ja selle kasutuskohad.

Gaasipõleti abil kuumutatakse pindu nende parema töödeldavuse eesmärgil (alumiinium) ja kahandamiseks.



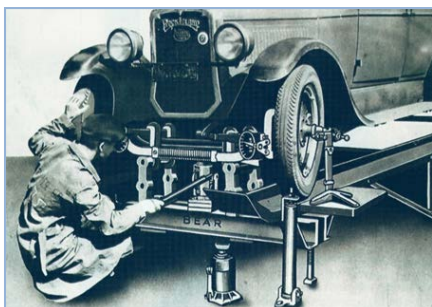
Pilt 63, 64: Gaasipõleti ja selle kasutamine pinna kuumutamiseks.

2.5. Kerevenituspingid.

Liigitus. Kasutusotstarve. Rakised kinnituseks ja venitustööde teostamiseks. Kerevenituspinkide kasutus ja hooldus.

Õpiväljund: Õpilane tunneb ja oskab kasutada erinevaid kerevenituspinke ja peamisi venitustarvikuid. Teab kerevenituspingi ohutu kasutamise nõudeid ning hooldamise põhimõtteid.

Kerevenitust on aegade jooksul tehtud väga erinevaid rakiseid ja meetodeid kasutades. Alates kõige lihtsamast viisist, mille puhul auto kettidega põranda külge kinnitati ja siis vintside või tungraudadega erinevates suundades tõmmates-tõugates teda õgvendada püüti. 1950-ndatel ilmusid turule esimesed raamilaadsed pingid ja 70-ndate alguses tänapäevaste kerevenituspinkide esimesed prototüübid. Järgnevalt anname ülevaate kerevenitussüsteemidest ja nende tööpõhimõtetest, mis on ajahambale vastu pidanud ja ka tänapäeval kasutusel.



Pilt 65: Bear raamiõgvenduspink.

2.5.1 Kerevenituspinkide liigid ja kasutusotstarve

Kerevenituspinkide-süsteemide liigid:

- Kerged kerevenitusrakised
- Väiksed kerevenituspingid
- Põrandasüsteemid
- Platvormpingid
- Raamingid
- Raam-platvormpingid
- Mahtraam-kerevenituspingid

Kerged kerevenitusrakised

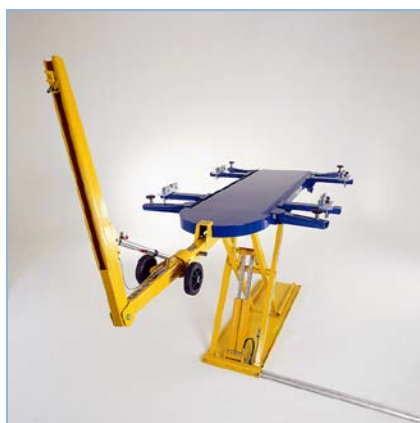
Kergeteks kerevenitusrakisteks nimetatakse risttala ja poomi süsteemi, mis kinnitatakse auto alla kas kahest või ka neljast punktist ja mis võimaldab, sõltuvalt oma konstruktsiooni tugevusest, teostada kas ainult nn. kosmeetilisi parandusi või siis ka kergemaid venitusi.



Pilt 66: Kerge kerevenitusrakis.

Väiksed kerevenituspingid

Sellised kerevenituspingid on mõõtudelt suurtest kerevenituspinkidest väiksemad. Nende ehitus võib olla sarnane suurte pinkide konstruktsioonile või ka täiesti omaladne. Selliste kerevenituspinkidega teostatakse kosmeetiliste osade remonti ja ka kergemaid struktuursete osade venitust, sest nende poomide tõmbejõud ja raami enda konstruktsioon on väiksem suurte kerevenituspinkide omast. Seepärast ei ole need pingid mõeldud autokere põhistruktuuride õgvendamiseks.



Pilt 67, 68: Väiksed kerevenituspingid.

Põrandasüsteem

Põrandasüsteemiks võib tinglikult nimetada ka lihtsalt põranda betoonivalusse valatud aasasid, mille abil auto põranda külge fikseeritakse, et seda siis mis iganes rakistega tõmmata-tõugata. Arenenumad süsteemid koosnevad siiski põrandasse valatud ankrutest ja taladest, mille soontes on võimalik kinnitusrakiste asukohta muuta ja nad valitud asendis põrandasüsteemi külge fikseerida. Samade talade külge saab reeglina kinnitada ka venitusrakised. Senini on põrandasüsteemid aktiivses kasutuses veoautode raamide õgvendussüsteemide puhul.



Pilt 69: Car-O-Liner põrandasüsteem.



Pilt 70: Siver põrandasüsteem



Pilt 71: Josam veoauto kerevenitussüsteem.

Platvormpingid

Platvormpingid on kerevenitussüsteemid, millel on lai platvormilaadne pealispind, mille peale saab autoga sõita ning mille pealispinnale kinnitatakse kinnitus- ja mõnel puhul ka venitusrakised. Platvormpinke kaustatakse nii suurte kui keskmiste kereremontide puhul. Platvorm annab pingile küll suure tugevuse kuid miinuseks on kitsendatud ligipääs auto põhja alla.



Pilt 72: Zonda kerevenituspink



Pilt 73: Dataliner DL 3000

Raampingid

Raampingid on tänapäeval kõige levinumad kerevenituspinkid. Selliste pinkide ehituse põhistruktuuriks on tugev raam, mille keskosas paiknevad risttalad tagavad selle jäikuse. Auto paigutamiseks kerevenituspinki kasutatakse pealesõidurampe, mis peale auto pinki kinnitamist eemaldatakse. Seeläbi on ligipääs remondi teostamiseks oluliselt avaram. Raampingid on tavaliselt varustatud tõstukiga, mis võimaldab tõsta raam tööks sobivale kõrgusele, ja tungraudadega, mille abil

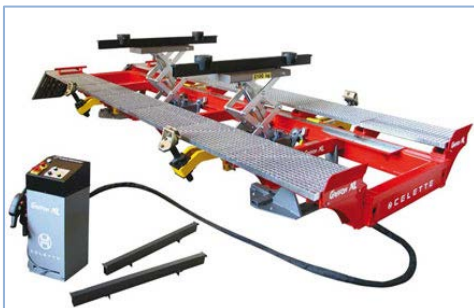
on võimalik autokere kergitada kinnitusrakiste paigaldamiseks. Raampinke kasutatakse peamiselt struktuursete vigastuste remondiks, kuid samahästi sobivad need ka kosmeetiliste vigastuste remondiks.



Pilt 74: Car-O-Liner BenchRack



Pilt 75: Eemaldatud rambid võimaldavad lihtsamat ligipääsu autokerele.



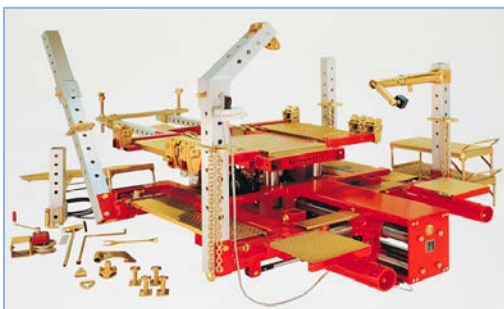
Pilt 76: Celette kerevenituspink.



Pilt 77: Globaljig kerevenituspink.

Platvorm-raampingid

Platvorm-raampingid on segu platvormidest, raamidest, poomidest ja kinnitustest, mille abil autot fikseeritakse, tõstetakse ja õgvendatakse. Sellistest süsteemidest on tuntuimad Autorobot kerevenituspingid.



Pilt 78: Autorobot 4 kerevenituspink.

Mahtraam-kerevenituspink

Mahtraamid koosnevad platvormist ja selle peale ehitatud struktuurist, mis moodustab auto ümber tugeva „puuri“. Selline konstruktsioon võimaldab teostada tugevaid tõmbeid nii külgsuunas kui ka üles.



Pilt 79: Mahtraam-kerevenituspink.

2.5.2 Rakised kinnituseks ja venitustööde teostamiseks

Kerevenituspingis auto õgvendamiseks läheb vaja hulka rakiseid ja tarvikuid, millest peamised on kinnitusrakised ja venitusrakised. Alustame auto kerepinkki kinnitamiseks vajalikust rakistest.

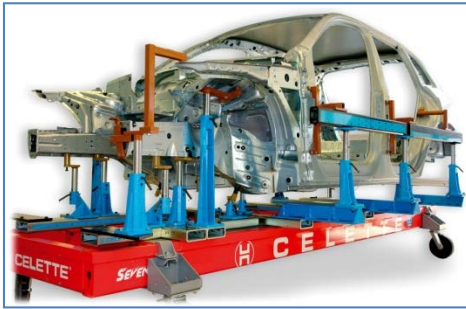
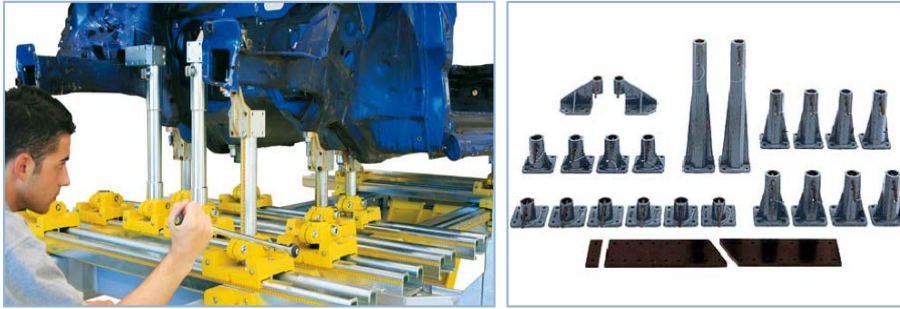
Kinnitusrakiseid on põhimõtteliselt kolme tüüpi: universaalsed, konduktorkinnitused, margipõhised erikinnitused ja raamikinnitused (raamiga autodele).

Universaalsed rakised (*i. universal fixtures*) on mõeldud autokere fikseerimiseks lävekarbist ja võimaldavad kerevenituspinkki kinnitada suurema osa automudelitest. Oma ehituselt meenutavad nad kruustange, mille mokaade vahele pigistatakse lävekarbi alumine väljaulatuv serv tungraua toetuskohta lähedalt, mis on karbi kõige tugevam osa. Selline kinnitus on kiire ja mugav kasutada, aga kahjuks ei saa selliseid kinnitusi lävekarbi erineva ehituse tõttu kõikidel autodel kasutada. Ka võib olla probleeme vanemate autode puhul, kui lävekarp on juba roostest kahjustada saanud ja seega ei pruugi venitusele enam vastu pidada.



Pilt 80, 81: Universaalsed karbikinnitused.

Konduktorkinnitused (*i. JIG*) on mõeldud autokere kinnitamiseks tehnoloogilistest avadest, nt sillakinnitustest, talades olevatest avadest jne. Selle kinnitusviisi eelduseks on kere küljes oleva agregaadid või sillatalade eemaldamine, mis võimaldab ligipääsu vastava avani. Selline kinnitusviis fikseerib autokere tema kõige tugevamatest kohtadest ja lubab õgvendamisel rakendada suuremat jõudu. Konduktorkinnitusi valmistatakse kas ainult konkreetsele automudelile mõeldud variandis või siis universaalsed, mille puhul on võimalik erinevatest osadest koostada vastavale autole sobiv konduktor.

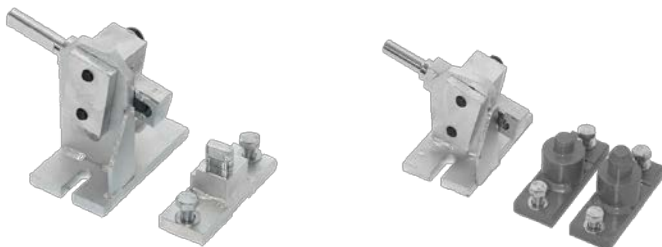


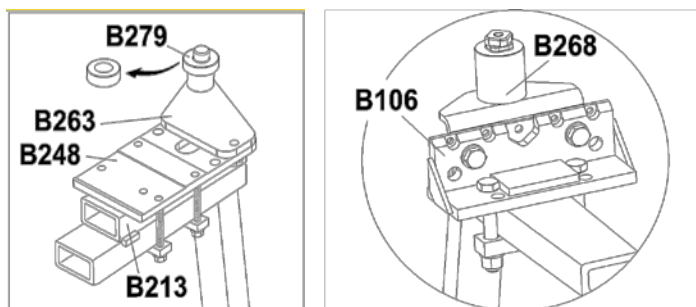
Pilt 82-84: Mudelipõhised konduktorkinnitused.



Pilt 85-87: Universaalne konduktorsüsteem.

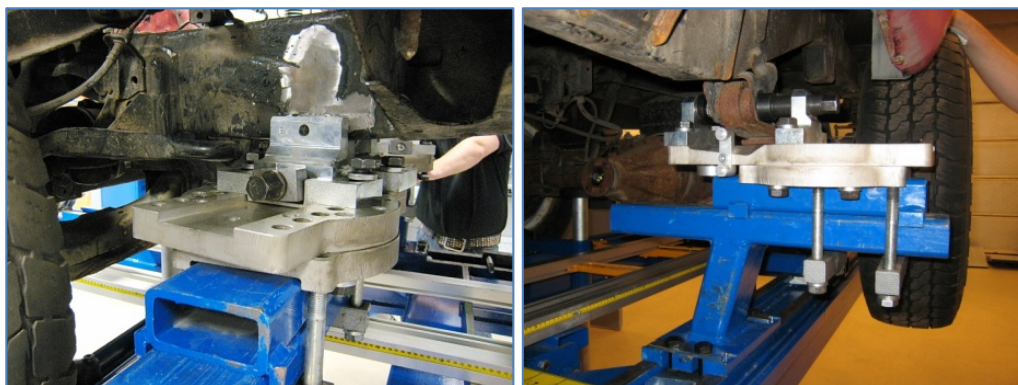
Margipõhised erikinnitused (*i. special clamps*) on vajalikud automudelitele, mille lävekarbi ehitus või tugevus ei võimalda universaalkinnituste kasutamist. Nendel autodel võib olla ette nähtud auto kinnitamine kerevenituspinki näiteks tungraua paigaldusavast (nt. Mercedes, BMW), mis on lävekarbi tugevaim osa. Sellisest kohast auto fikseerimiseks on valmistatud erikinnitused, mis sobivad reeglina vaid sama marki autodele. Erikinnituste vajaduse kohta on info olemas remondijuhises ja mõõdusüsteemide programmis.





Pilt 88-91: Margipõhised erikinnitused.

Raamikinnitused on rakised, mille abil on võimalik kinnitada kerevenituspinki kandvat raami omavaid sõidukeid, nt. maastikuaudod ja kaubikud. Selleks kasutakse spetsiaalseid raamikinnitusi, mille abil haaratakse raam esiosast kinnituspunkti vahel ja tagaosas, lehtvedrude puhul, haaratakse lehtvedru silmast. Autodel, mille raam on jäigalt kere küljes kinni (nt. mõnedel kaubikutel), siis on võimalik raamikinnituste abil kinnitatud autol teostada koheselt ka venitustöid. Juhul, kui auto kere kinnitub kandvale raamile läbi kummipuhvreid, siis tohib venitustöid teostada ainult raamil, sest kere venitamine lõhub kummipuhvreid. Reeglina tõstetakse auto kere raamilt maha ja kinnitatakse siis venitustöödeks kerevenituspinki.



Pilt 92, 93: Raamikinnitused raamist ja vedrusilmast haaramiseks (Car-O-Liner).

Venituspoomid

Kui auto kere on kerevenituspinki kinnitatud, siis on vaja veel mingit seadet, mille abil õgvendustöid läbi viia, midagi, mis tõmbaks ja vajadusel tõukaks kontrollitava jõuga. Selleks seadmeks on venituspoom koos hüdraulilise tungrauaga. Sarnaselt kerevenituspinkidele on ka poome mitme tööpõhimõttega. Suures plaanis või töö põhimõtte järgi jagada poome alljärgnevalt:

- Plokkpoom
- Tungpoom
- Käänpoom
- Vektorpoom

Plokkpoom

Plokkpoomide nimetus tuleneb nende jõu ülekande mehhanismist, mis kasutab plokkülekanet et kanda jõud hüdraulilisele silindril üle ketile. Poom ise kujutab endast püstist jäika torni, mille sees või küljel

asub hüdrocilinder. Hüdrocilindri üles-alla liikumine kantakse üle ploki venitusketini, mille tõmbe suund määratakse ploki asendiga (=kõrgusega) tornis.



Pilt 94-96: Plokkpoomid.

Tungpoom

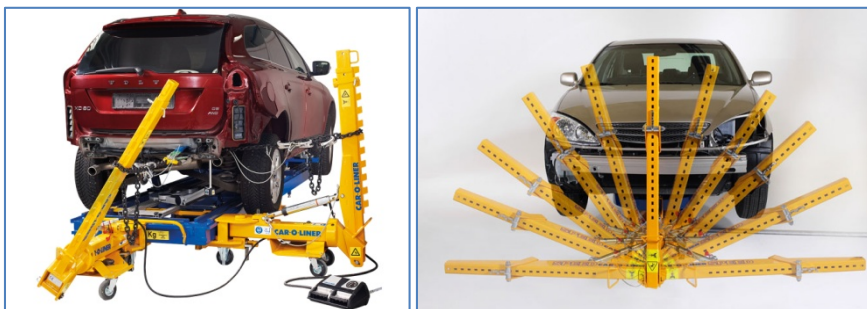
Tungpoomid on jäigad, nende puhul on võimalik muuta ainult nende püstist nurka ja nad liiguvad oma kinnituse sees oleva hüdraulika jõul kerevenituspingi suhtes ainult ühes suunas edasi-tagasi, sarnaselt tungrauale. Venitussuuna määrab keti asetus poomi küljes. Selline hüdraulika toimib kahesuunaliselt – temaga on võimalik vajadusel ka tõugata.



Pilt 97

Käändpoomid

Käändpoomid on L-tähe kujulised poomid, mille ühe haara ots kinnitub kerevenituspingi külge ja teise haara külge kinnitatakse venituskett. Haarad on omavahel ühendatud võlliga, mistõttu saab haarade omavaheline nurk muutuda. Haarade vahel asub hüdraulika, mille abil surutakse püstist haara koos sinna kinnitatud ketiga autokerest kaugemale. Lisaks haarade omavahelise nurga muutmisele on võimalik poomi horisontaalset haara käänata 180° autokere suhtes ja vertikaalset haara samuti 180° ulatuses paremale-vasakule. Sellest ka nimetus – käändpoom.



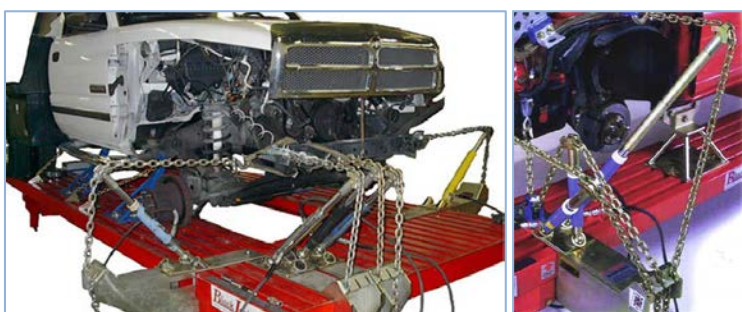
Pilt 98, 99: Käändpoom ja selle asendi muutmise võimalused.

Vektorpoom

Vektorpoomil puuduvad nii tornid kui haarad, nende aset täidavad hüdrosilindrid, mis pingutavad neist üle minevaid kette. Keti üks ots kinnitatakse järgalt kerevenituspingi vms külge, teine ots autokere külge ning hüdrosilindriga on kett ühenduses üle selle otsas asuva ketisadula. Venitussuund ehk vektor määratakse hüdrosilindri pikkuse ja asendiga. Vektorpoomide igat silindrit saab eraldi juhtida ning nende abil on võimalik teostada samaaegselt mitmes suunas venitusi ja surumisi.



Pilt 100, 101: Car-O-Liner vektorpoom.



Pilt 102, 103: Blackhawk vektorpoom.

Peale poomide on kerevenitustööde juures vaja ka erinevaid venitusrakiseid, mille abil auto keredetailidest kinni haarata ja neid õiges suunas venitada-õgvendada. Paljud plekksepad on ka ise valmistanud erinevaid rakiseid, kuid soovitatav on kasutada tehases valmistatud ja kontrollitud tugevusega rakiseid. Järgnevalt anname ülevaade enamlevinud venitusrakistest ja nende kasutuskohtadest.

Venituskett koos **ketilühendajaga**. Selle abil kantakse jõud hüdraulikalt autokerele. Kette valmistatakse erinevate tõmbejõudude jaoks ja suurte kerevenituspinkide puhul on reeglina kasutusel 10-tonnise tõmbejõuga ketid. Saadaval on ka 5-tonnise tõmbejõuga ketid. NB! Keti tõmbejõud peab olema alati vastavuses hüdraulika võimsusega, ehk 10-tonnise tõmbejõuga hüdraulika puhul ei tohi kasutada nõrgemat, nt. 5 t, ketti! Venitusketi ühes otsas asub konks ja teises ketikonks, mille abil on võimalik keti ots peale poomi ümber vedamist kinnitada ketilüli külge. Lisaks on kasutusel ketilühendaja, mis kujutab endast omavahel ühendatud kahte ketikonksu. Selle abil on võimalik keti pikkust suvalisest kohast lühendada, haarates venitusketi üleliigne osa kahe konksu vahele.



Pilt 104: Venituskett koos ketilühendajaga.

Lihtne venituskonks, selle abil on võimalik venitada kandilisi detaile, nt. ukseposte, pikitalade otsi jms. Samuti toetada talade murdepunkte külgsuunalise venituse puhul.



Pilt 105: Lihtsad venituskonksud.

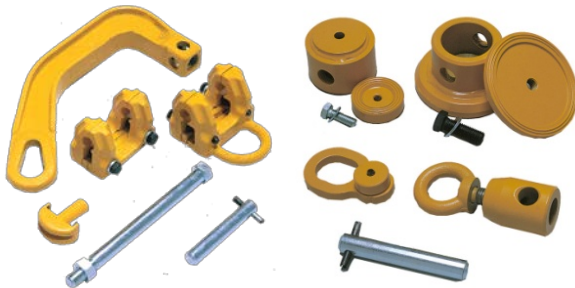
Fikseeritavad ja iselukustuvad venitusmokad. Nende abil on võimalik haarata pleki või plekkide ühenduskoha servast ja venitada suunaga servast kaugemale. Venitusmokad toimivad nagu kruustangid, mis pingutatakse pleki serva vastu ning nende mokaade vastasotste vahel asub kiil, mis löpeb aasaga, kuhu omakorda kinnitatakse venitusketi konks. Venitamisel surub kiil mokad seda tihedamalt pinna vastu, mida suurem on venitusjõud. Fikseeritavatel mokaadel pingutatakse mokad pleki vastu neid läbiva poldi abil, iselukustavatel aga ketiaasa pööramise teel, mis muudab kiilu algasendit.



Pilt 106: Fikseeritavad venituskokad.

Pilt 107: Iselukustavad venituskokad.

Universaalne tõmbekonks. Universaalne tõmbekonks koos lisavarustusega võimaldab teostada väga erinevaid tõmbeid, nt. plekiserva külj ja pikisuunalist venitust, venitust amordikanduritest ja tehnoloogilistest avadest jne.



Pilt 108: Universaalne tõmbekonks koos lisavarustusega.

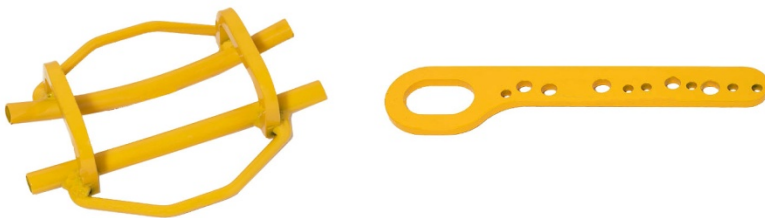


Pilt 109: universaalse venituskonksu ja selle lisavarustuse kasutusvõimalused.

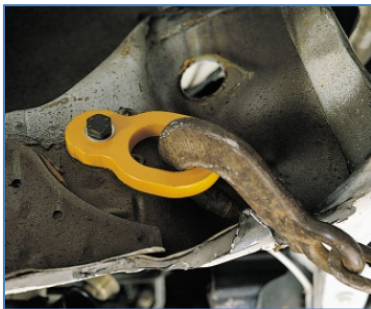
Erinevad venituskokad ja abivahendid. Lisaks eelpooltoodud venitusvahenditele kasutatakse veel erineva suuruse ja kujuga venituskokasid ja abivahendeid soovitud kohas, suunas ja viisil venitustööde teostamiseks.



Pilt 110, 111, 112: Liugnurgaga venituskokk, kiilmokkadega venitusrakis, murtud kandiga plekiserva venitusrakis.



Pilt 113, 114: Koopakaare õgvendusrakis, erinevate avadega venitusplaat poltidega kinnitamiseks.



Pilt 115, 116: Poltkinnitusega venitusraas, venituskokk kahesuunaliseks tõmbeks.



Pilt 117: Hüdrotungraua komplekt surumiseks ja toestamiseks.



Pilt 118, 119: Allatõmbeplokid.



Pilt 120, 121: Ülestõmbe teostamine käänd- ja vektorpoomiga.

2.5.3 Kerevenituspinkide kasutus ja hooldus.

Enne konkreetse kerevenituspingiga esimest korda töö alustamist on alati soovitatav tutvuda kerevenituspingi kasutus- ja ohutusjuhendiga. Kuigi kerevenituspinkide tööpõhimõte võib olla sarnane, siis selle osade juhtimine ja toimimine võivad olla erinevad.

Igapäevaselt tuleb enne kerevenituspingiga töö alustamist üle vaadata kõik pingi liikuvad osad, et nende liikumisteel poleks takistusi, kontrollida, et liigendite võllid oleksid oma kohal, mitte nihkunud. Samuti kontrollida, et hüdraulika osadel poleks õlilekkeid, ning tõstukite allavajumist takistavad mehaanilised tõkised oleks töökorras. Lisaks tuleb teostada üldine ülevaatus ülemäära kulunud või kuju muutunud detailide avastamiseks. Deformeerunud venitusrakiseid ei tohi ohutuse tagamiseks kasutada.

Tõstukiga kerevenituspinkide kasutamisel tuleb hüdraulikaosade säästmiseks ja juhusliku allavajumise vältimiseks alati peale kerevenituspingi ülestõstmist langetada kerevenituspink mehaanilise tõkise hambasse. Kerevenituspingi langetamiseks tõstetakse seda kõigepealt ca 5 cm üles ning seejärel vajutatakse langetusnupp põhja. Seepeale tõuseb mehaaniline lukusti suruõhu toimel üles ning kerepink saab alla laskuda.



Pilt 122: Kerevenituspingi alla vajumise mehaaniline tõkis.

Poomi või kerekinnitusmokkade kiilude pingutamisel tohib kiilu lüüa ainult pronksvasaraga. Terasvasara küljest võib lennata kilde, mis ohustavad läheduses viibijaid ja töötajat ennast.



Pilt 123: Kiilu paigaldamine pronksvasaraga.

Enne poomiga venituse alustamist tuleb venitusrakis ja kett kinnitada turvatrossiga auto kere külge, et venitamise käigus, rakise lahtitulemise korral, ei lendaks kett ja rakis autokerest eemale. Ohutuse tagamiseks ei tohi viibida venitamise ajal venituspoomi taga 45° ulatuses.



Pilt 124: Venituspoomi ohutsoon.



Pilt 125: Turvatrossi paigaldamine venitusrakise ja keti kinnitamiseks.

NB! Venitamise ajal 10 tonnise pingi all oleva venitusrakise ja keti kineetiline jõud on tohutu ning selle lahtipääsemisel on tema teele jäävate esemete vigastamine väga tõenäoline. Kasuta alati poomi maksimaalsele jõule vastavaid venitusrakiseid ja keti. Maksimaalne lubatud tõmbejõud on reeglina rakistele märgitud. Väiksemale jõule ettenähtud venitusrakised võivad lubatust suurema jõu rakendamise korral puruneda.

Ära jära kunagi pingi all olevat poomi järelvalveta - venitusrakis võib ootamatult auto küljest lahti rebeneda ja vigastada pahaaimamatut kõrvalseisjat.

Isikukaitsevahendid

Kerevenituspingiga töötamisel tuleb kasutada järgmisi isikukaitsevahendid:

- *metallist ninaga turvajalatsid – et raskete esemete kukkumine ei vigastaks jalgu
- *terved tööriided – rebendid võivad kinni jääda auto kere või kerevenituspingi külge
- *kaitseprillid – vältimaks lendavate metalliosakeste või vedelike pritsmete silma sattumist
- *kaitsekindad – vältimaks teravate servade poolt põhjustatud vigastusi
- *kõrvatrokke või –klappe – teravad löögid vastu metalli kahjustavad sisekõrva kuulmiselundeid

Kerevenituspinkide hooldus

Igapäevaselt tuleb hoida kerevenituspink puhtana sinna auto küljest langevast tolmust, porist ja sinna tilkunud soolasesest veest ja tehnilistest vedelikest. Ainult nii on võimalik vältida pingi liikuvate osade ja rakiste kinnituspindade korrodeerumist. Pindadele sadestunud tolm, pori ja õlid takistavad kinnitusrakiste turvalist kinnitumist pingi külge. Üle on tarvis vaadata kõik hüdraulika osad, et avastada varakult võimalikud õlilekked ühenduskohtadest, voolikute vigastused ja silindrite kulumine. Igapäevaselt tuleb kontrollida õli taset pumpade paakides. Vähemalt kord aastas tuleb määrada kõik kerevenituspingi liigendid ning vastavalt kasutusjuhendis toodud tõstete arvule vahetada hüdraulika osades õli. Kõik deformeerunud ja liigselt kulunud detailid tuleb välja vahetada õigeaegselt.

2.6. Mõõtesüsteemid.

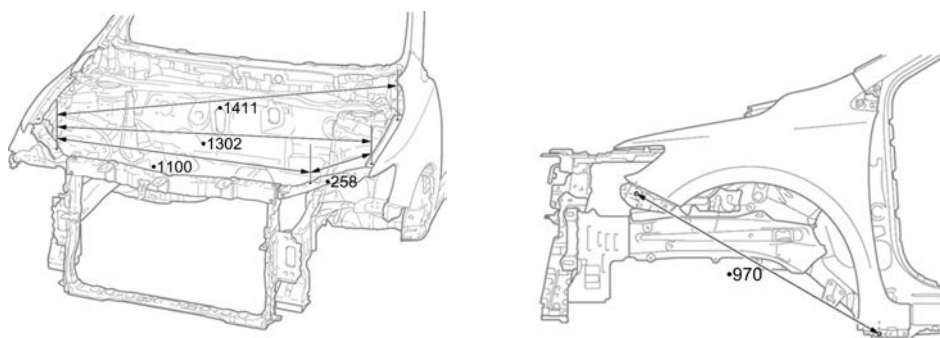
Autode keremöödud, mõõtesüsteemide liigitus ja tööpõhimõte, hooldus ja kasutus.

Õpiväljund: Õpilane teab auto keremöödude liigitust ja mõõtmisviise, tunneb erinevate mõõtesüsteemide tööpõhimõtet, nende kasutust ja igapäevast hooldust.

Miks on auto kereremondil üldse vaja mõõtesüsteemi? Kere on võimalik ju sirgestada ka ainult silma järgi, et uksevahed oleksid ühtlased ja tuled-klaasid sobiksid oma kohtadele, pinna ebatasasustele saab kanda veidi pahtlit ja peale värvimist näeb auto jälle välja nagu uus.. Jah, nii see on, kui me räägiksime autokere kattedpaneelidest, mis annavad autole vaid tema välimise ilu. Kuid rääkides auto kere struktuurist, mis on sarnane inimese skeletile, siis ei piisa pahtlist või „meigist“, et „luumurde“ taastada. Kereremondi kõige olulisem osa on taastada autokere struktuursed osad ja geomeetria tehase antud mõõtudesse. Ainult nii on tagatud, et järgmise võimaliku avarii korral käitub autokere sama tugevalt-turvaliselt kui tehasesst väljunud auto. Siin tulebki mängu mõõtesüsteem, mille abil on struktuurseid remonte kõige täpsem ja lihtsam teostada.

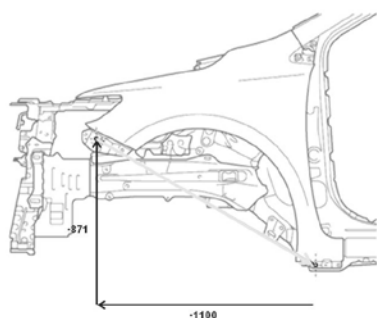
2.6.1 Autode keremöödud

Autotööstus valmistab autokeresid vastavalt inseneride väljatöötatud mõõtudele ja materjalikooslustele, mis tagavad kere turvalisuse ja vastupidavuse. Need mõõdud on ära toodud ka vastava automudeli remondimanuaalis. Reeglina on need mõõdud ühest punktist teise, näiteks kapotaluste põhipunktide diagonaalid ja piki/risti vahekaugused. Neid kutsutakse **punktist punkti ehk absoluutseks mõõduks**.



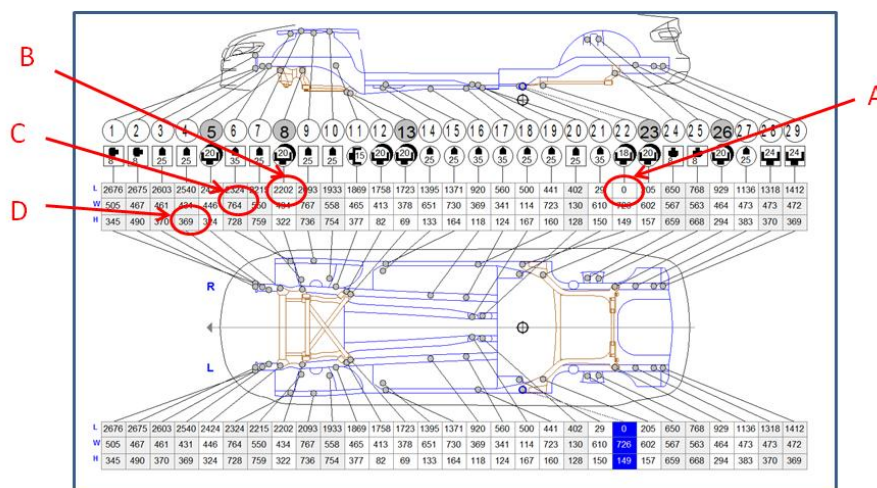
Pilt 126, 127: Remondimanuaalis toodud punktist-punkti ehk absoluutsed mõõdud.

Punktist-punkti mõõte on mugav kontrollida, kuid ainult juhul, kui on nende vahel puuduvad takistused või on olemas mõõtevahend, mille abil on võimalik takistustest mööda pääseda. Paraku pole näiteks tagasilla kinnituspunkti ja amordikanduri omavahelise kauguse otse mõõtmiseks ühtegi sobilikku mõõtmisvahendit. Seepärast kasutatakse autokere remondi juures veel ka nn. projitseeritud mõõte. Selleks luuakse autokerele kolm mõttelist põhitelge, sarnaselt geomeetrias kasutatavatele x, y ja z telgedele, millest üks on ristitelg, teine pikitelg ja kolmas kõrgustelg. Ristitelg on autokerega risti asetsev telg, mille mõtteline asukoht on tavaliselt vahetult tagumiste rattakoobaste ees ning kerepunktid asuvad sellest teljest kas ees- või tagapool. Pikitelg on auto keset pikisuunas läbiv telg, millest punktid jäävad paremale ja vasakule. Kõrgustelg on justkui tasapind, mille mõtteline asukoht on auto all ja kerepunktide asuvad tema kohal. Kõik auto kerepunktid on võimalik projitseerida nendele telgedele, määrata nende kaugus sellest teljest ning mõõta punktide vahekaugust vastaval teljel.

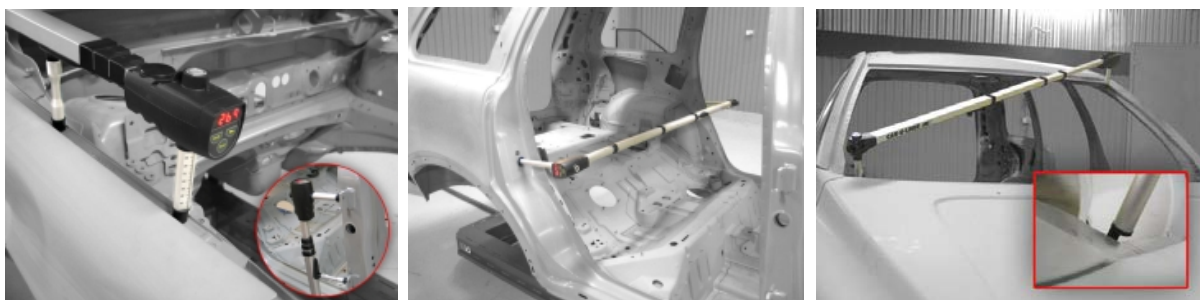


Pilt 128: Kahe punkti omavaheline kaugus projitseerituna kere pikiteljele ning punkti kõrgusmõõt.

Need teljed pole reaalsed vaid mõttelised ning võimaldavad määrata kerepunktide asukohta selles teljestikus kolmemõõtmelisena. Mõõtude andmebaasis antakse igale punktile kolm mõõdet: tema kaugus auto ristteljest (x-telg) ehk pikkusmõõt, selle telje asukoht ehk **nullpunkt** määratakse reeglina tagumiste rattakoobaste ette põhjusel, et see on autokere kõige tugevam osa ja saab avariides tavaliselt kõige vähem kannatada, seejärel kaugus auto pikiteljest (y-telg) ehk laiusmõõt ning kõrgusmõõt (z-telg), milleks on tavaliselt mõõtesüsteemi enda kandmik ja kaugus sellest ongi kõrgusmõõduks.



Näide: Autokere punktide mõõdud projitseerituna x, y ja z telgedele. A – auto risttelje mõtteline asukoht, sellel teljel asuvate punktide pikkusmõõduks on 0 mm. B – 8.punkti kaugus auto ristteljest (pikkusmõõt), antud juhul 2202 mm, C – 6.punkti kaugus auto pikiteljest (laiusmõõt), antud juhul 764 mm, D – 4.punkti kõrgus mõõtesüsteemi alusest ehk kõrgusteljest (kõrgusmõõt), antud juhul 369 mm.



Pilt 130-132: Teleskoop-joonlauaga autokere mõõtmine.



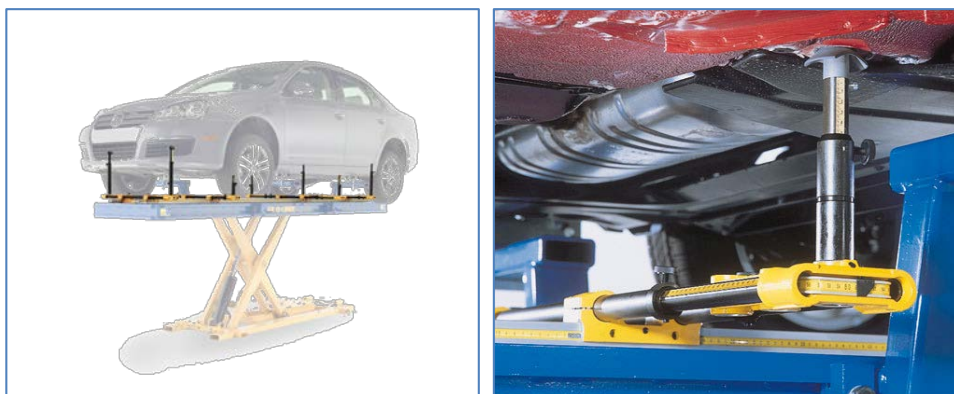
Pilt 133, 134: Vesiloodiga varustatud mõõtejoonlauaga projitseeritud mõõdu võtmine.

Teleskoop-joonlaud on sobilik töövahend vigastuste hindamiseks ja teostatud venitustöö kontrollimiseks.

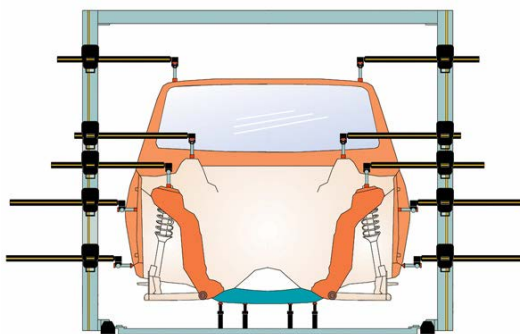
Terve auto mõõtmiseks kasutatakse statsionaarseid süsteeme, mille puhul võib öelda, et auto ümber luuakse reaalne koordinaatteljestik, mille suhtes keremõõte mõõtma hakatakse.

NB! Mehaanilise mõõtesüsteemiga mõõtmiseks tuleb auto loodida ja fikseerida mõõtesüsteemi koordinaatide suhtes. Seda protsessi kutsutakse ka mõõtesüsteemi nullimiseks või kalibreerimiseks.

Vastava mudeli kerepunktide asukoha andmed (erinevate telgede suhtes) on ära toodud mõõtesüsteemi andmebaasis.



Pilt 135, 136: Car-O-Mech mehaaniline mõõtesüsteem.



Pilt 137, 138: Autorobot mehaaniline mõõtesüsteem.

Laser-mõõtesüsteemid

Laser-mõõtesüsteemide on kahes versioonis: selliseid, mille puhul saab mõõta punkti kaugust laseriga tekitatud koordinaatteljest ja selliseid, mis mõõdavad laserkiirega mõõtepunktide külge kinnitatud peegeldeid erineva nurga alt ja arvutavad automaatselt välja punktide vahekaugused ja asukohad.



Pilt 139-141: Punkti kauguse mõõtmine laserkiirega tekitatud koordinaatteljest ja automaatne punktidele laserkiirega mõõtmine punktidele kinnitatud peegeldite abil.

Elektronilised mõõtesüsteemid

Elektroniliste mõõtesüsteemide puhul mehaanilist koordinaadistikku, mille suhtes punktide asukohti mõõta, pole olemas. Selle asemel luuakse nii-öelda virtuaalne teljestik ja arvuti arvutab välja mõõteseadme asukoha nende telgede suhtes. Ka elektronilise mõõtesüsteemi puhul on tarvis teostada nn. nullimine, ehk kalibreerida mõõtesüsteem auto suhtes.

Oluline: mehaanilise mõõtesüsteemi jaoks tuleb auto „nullida“ koordinaadistiku suhtes, elektroniline mõõtesüsteem „nullib“ end ise vastavalt auto asukohale.

Kalibreerimiseks mõõdetakse 4-5 punkti auto mittevigastatud osast ja neid kasutatakse virtuaalse teljestiku loomiseks. Seejärel võrreldakse järgmiste punktide asukohti kolmemõõtmeliselt nende nullpunktide suhtes. Arvuti arvutab mõõdetavate punktide koordinaadid välja mõõteseadme sensorite andmete põhjal ja tulemus kuvatakse arvuti monitorile. Elektroniline mõõtesüsteem võimaldab lihtsalt näha ka hälvet, ehk kuipalju ja mis suunas on vigastatud koht originaalmõõdu suhtes nihkunud. Elektronilisi mõõtesüsteeme saab auto vigastuste diagnoosimiseks kasutada ka eraldiseisvana kerevenituspingist, mis võimaldab neid kasutada sõltumata kerepingi hõivatuses.



Pilt 142, 143: Spanesi Touch mobiilne mõõtesead.



Pilt 144, 145: Car-O-Liner Vision X3 mõõtesüsteemi kasutamine kerevenituspingil ja eraldiseisvana.

Lisaks nn. suurtele mõõtesüsteemidele on ka väikseid mõõtesüsteeme, mis oma olemuselt on sarnased mehaanilise teleskoop-joonlauaga, aga sellele on lisatud mõned sensorid, güroskoop ja ühendus arvutis oleva mõõtetarkvaraga. Sellise mõõtejoonlauaga on võimalik teostada piiratud kujul 3D mõõtmist vigastuste diagnoosimiseks.



Pilt 146, 147: Autorobot Excaliper ja Car-O-Liner PointX portatiivsed mõõtesüsteemid.



Pilt 148, 149: Car-O-Liner PointX mõõtesüsteemi kasutamine koos ühekäe mõõtmist võimaldava magnetadapteriga.

Elektronilise mõõtesüsteemi võimalused ja kasu töökojale:

- Täpsem vigastuste diagnoos remondi mahu hindamiseks;
- Täpsemad kalkulatsioonid kindlustustele;
- Kõigi tööde dokumenteerimine ja automaatne arhiveerimine;
- Kiire, lihtne ja täpne remondiprotsess tänu mõõtude andmebaasile;
- Raportid kõikidest mõõtmistest;
- Mõõduraportite väljatrukk või meili teel saatmise võimalus.

2.6.3 Mõõtesüsteemide kasutamine

Mõõtesüsteemide kasutamise mõttekuse aluseks on andmebaas, milles on ära toodud autode originaal-keremõõdud, mida siis konkreetse auto peal kontrollida või võrrelda. Loomulikult saab lihtsamaid vahekauguste ning diagonaalide mõõtmisi/võrdlemisi teostada ka andmete olemasoluta, kuid see ei taga auto keremõõtude vastavust tehase mõõtudele. Seepärast räägime käesolevas peatükis ainult mõõtude andmebaasidel baseeruvate mõõtesüsteemide kasutamisest.

Vigastuste esmaseks diagnoosimiseks on lihtne kasutada portatiivset mõõteseadet ja andmebaasiks tehase remondimanuaalis toodud punktist-punkti mõõte. Kere struktuuriliste vigastuste hindamiseks on oluline võrrelda projitseeritud mõõte ehk teostada nn. 3D mõõtmist. Selleks sobivad eelpool mainitud mehaanilised ja elektronilised mõõdusüsteemid koos nendega kokkusobivate arvutiprogrammide ja andmebaasidega.

Autokere mõõtmiseks tuleb autokere fikseerida kas kerevenituspingile või sobivale tõstukile.

Mehaanilise mõõtesüsteemi puhul on oluline autokere loodida ja paigutada ta mõõteseadme suhtes õigele kõrgusele.



Pilt 150: Autokere nullimine mehaanilise mõõteseadme suhtes.

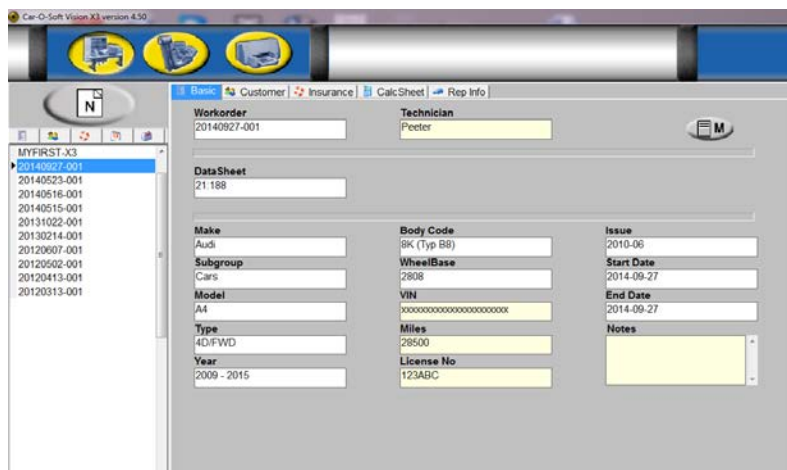
Elektroniliste mõõtesüsteemide puhul tuleb auto kere paigutada enam-vähem rõhtsalt ning mõõtesüsteemi juhtsiin paigutada auto alla, silma järgi keskele. Seejärel kalibreeritakse mõõtesüsteem autokere asendi järgi, kasutades selleks nn. nullpunkte. Järgnevate punktide mõõdud arvutab mõõtesüsteemi programm ise välja nullpunktide suhtes. Mobiilsete mõõteseadmete puhul puudub auto all juhtsiin, mõõteseadme ise asub liigutatava töölaua küljes ning sel juhul liigutatakse töölauda ümber auto.

Täna kasutatakse keretöökodades peamiselt elektronilisi mõõtesüsteeme, seepärast keskendume antud õpikus just sellistele süsteemidele.

Järgnevalt kirjeldame mõõteprotsessi Car-O-Liner Vision X3 elektronilise mõõtesüsteemi näitel, mis on turul saadaolevatest üks laiemate võimalustega mõõtesüsteem. Mõõteprotsessi põhimõttelised osad on sarnased ka teistel mõõtesüsteemidel, erinevad on arvutiprogrammi kasutajaliidese väljanägemine ning mõõteprogrammi mõned funktsioonid.

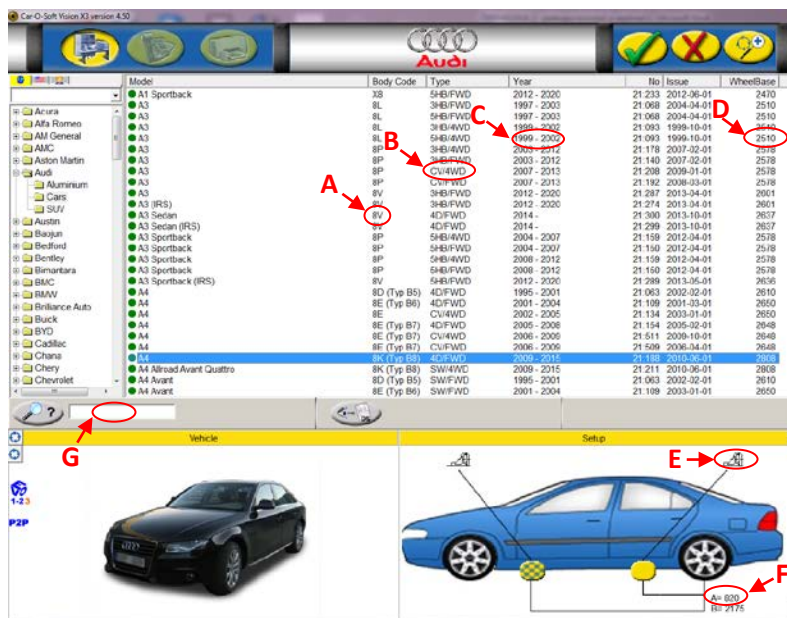
Uue töökäsu loomine ning auto mõõduandmete leidmine mõõtude andmebaasist

Iga konkreetse auto mõõtmistulemuste salvestamiseks luuakse mõõtesüsteemi programmis uus töökäsk. Töökäsule saab salvestada andmeid auto kohta, nagu näiteks registreerimisnumber, läbisõit, VIN kood, töö teostaja nimi ning märkused sõiduki kohta.



Pilt 151: Töökäsu vaade koos täidetavate lahtritega sõiduki kohta.

Seejärel valitakse andmebaasist välja vastav sõiduk, alustades automargist, valides seejärel alaliigi ja seejärel mudeli. Peale mudeli leidmist saab valikut täpsustada väljaslaskeasta, kerekoodi, keretüübi ja sildade vahekauguse abil.



A – kerekood; B – keretüüp; C – väljaslaskeasta; D – esi- ja tagasilla tsentrite vahekaugus; E – kinnitusrakise tüüp; F – kinnitusrakise kinnitamise kaugus tagasillast; G – otsingu lahter

Sõiduki tuvastamiseks on andmebaasis toodud ka sõiduki pilt, mille abil on lihtne eraldada sama aastakäigu mudelid, millest uuem on läbinud *facelift*'i.

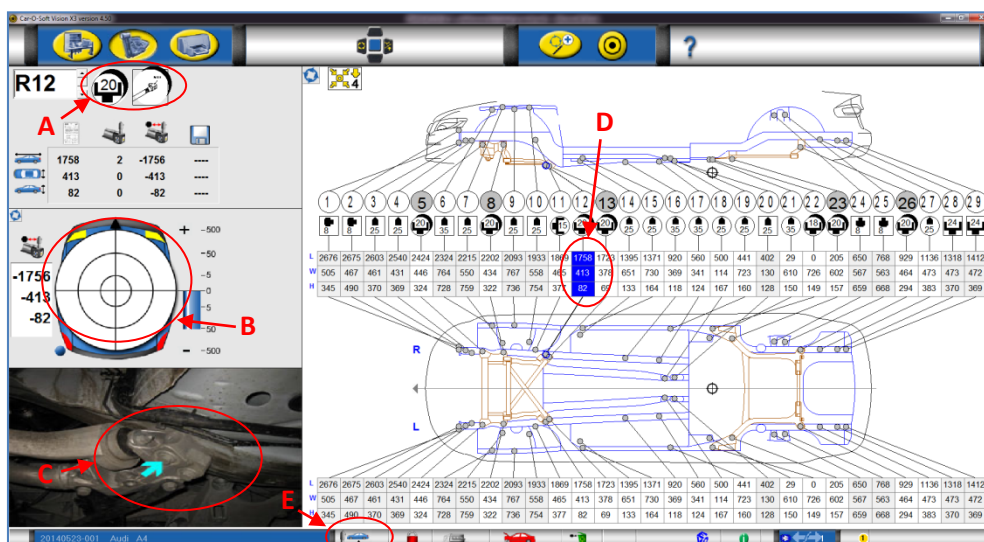
Enamlevinud keretüüpide tähised:

5HB – 5 doors hatchback – viieukseline laugpära

3HB – 3 doors hatchback – kolmeukseline laugpära
 4D – 4 doors – neljaukseline sedan
 CV – convertible – kabriolett
 C – coupe - kupee
 SW – space wagon – universaal
 FWD – front wheel drive – esiveoline
 RWD – rear wheel drive - tagaveoline
 4WD – 4 wheel drive – neliveoline
 LWB – long wheel base – pikendatud telgede vahega

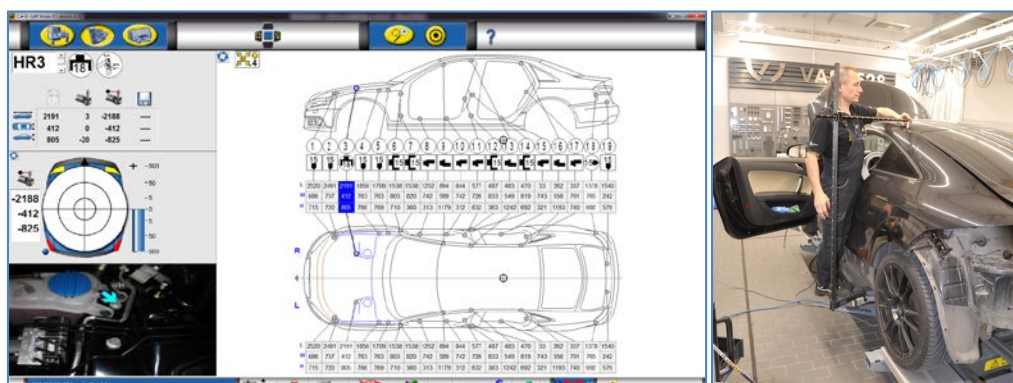
Andmelehe kiiremaks leidmiseks saab kasutada otsingulahtris mudelinime või mõnede automarkide puhul (nt. MB, BMW, VW, Volvo) ka VIN-koodi, mis kuvab koheselt otsitavad mudelid või täpse mudeli.

Peale õige andmelehe leidmist liigutakse edasi mõõtmise moodulisse. Mõõtmise moodulis kuvatakse andmebaasis leiduvad mõõtepunktid koos nende asukoha ja pildiga, nende mõõtmiseks sobivad adapterid ja visuaalne „märklaud“, mis kuvab reaalselt mõõdetud punkti mõõdu erinevused võrreldes andmebaasis olevate mõõtudega.

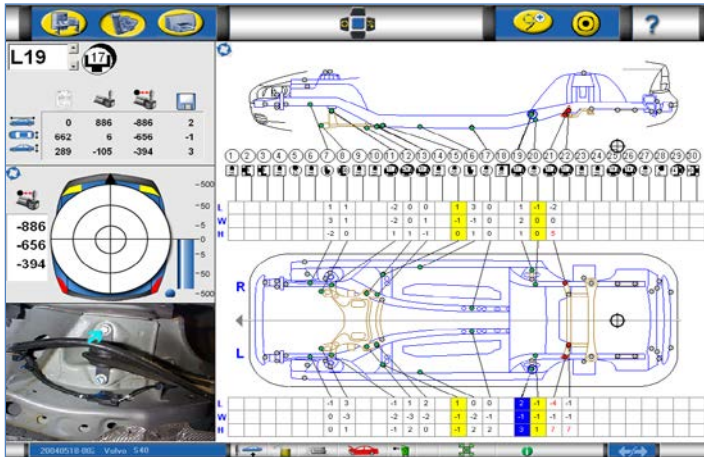


A – adapter; B – „märklaud“ kerepunkti hälbe kuvamiseks; C – mõõtepunkti foto; D – mõõtepunkti asukoha arvulised väärtused 3D süsteemis; E – ülemiste ja alumiste punktide mõõterežiimi vahetamise ikoon

Ülemiste punktide mõõtmiseks vahetatakse mõõtmisrežiim ja võetakse kasutusele ülemiste punktide mõõtesead.



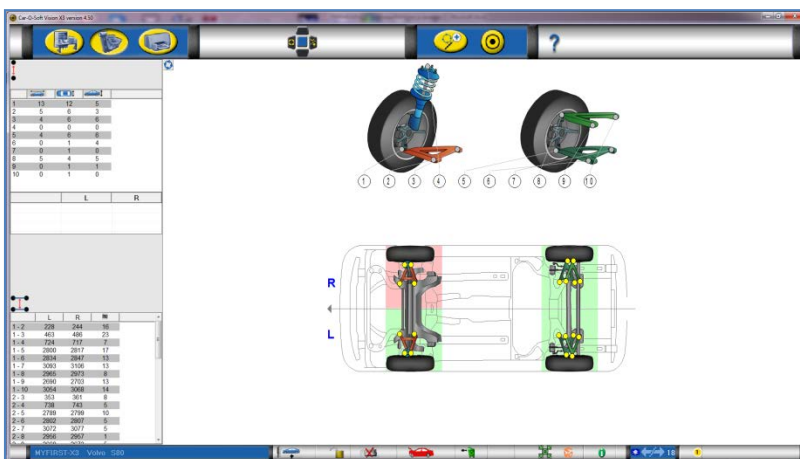
Pilt 152, 153: Ülemiste punktide mõõdud andmelehel ja ülemiste punktide mõõtmine.



Pilt 154: Peale mõõtmist kuvatakse tabelisse hälbed punkti õige asukoha suhtes.

NB! Autokere mõõtmisel ei pea mõõtma kõiki andmebaasis olevaid punkte. Mõõta on vaja nullpunktid mõõtesüsteemi kalibreerimiseks, seejärel olulised punktid autokere vigastatud osas, liikudes vigastamata osa suunas. Kui mõõdud hakkavad sobima originaalmõõtudega, siis võib pisteliselt mõõta veel mõned punktid kontrollimaks, et esmapilgul vigastamata osas poleks silmaga hoomamatuid või eelmistest avariidest taastamata jäänud vigastusi.

Car-O-Liner Vision X3 tarkvara salvestab automaatselt kõik mõõdetud andmed aktiivsele töökäsule ning võimaldab neid hiljem auto töösse tulemisel uuesti kuvada ja aluseks võtta. Lisaks alumiste ja ülemiste punktide mõõtmisele on võimalik selle mõõtesüsteemiga mõõta ja hinnata sildade vigastusi, kuvada mõõtetulemusi graafiliselt nihkediagrammina (vt. Moodul 6) ja välja trükkida või saata e-mailiga kõikide mõõtmiste raporteid. Mõõtesüsteem võimaldab mõõta ka autosid, mille kohta tehaseandmed puuduvad. Sellisel juhul valitakse ise nullpunktid, millest mõõtesüsteem lähtub ning mõõdetakse paralleelseid punkte üle terve auto. Arvuti loob nullpunktide põhjal koordinaadistiku ning arvutab välja punktide vahekaugused selle suhtes. Nii on võimalik mõõta ka hobiautosid, mille kohta mõõteandmeid pole saadaval.



Pilt 155: Sildade kontrollmõõtmise moodul.

MOODUL 2 - Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks

- Mille poolest erineb pinnatöötlus teras- ja alumiiniumvasara puhul?
- Milleks kasutatakse väänatud otstega plekikääre?
- Milles seisneb mini-nurklihvija eelis võrreldes teiste tööriistadega keevisõmbuse lihvimisel?
- Millise voolutugevuse vahemikuga MIG/MAG keevitus sobib autokere remondil kasutamiseks?
- Milline on punktkeevitusaparaadi minimaalne soovitatav voolutugevus, et keevitada autokere juures kasutatavaid ülikõrgtugevaid teraseid?
- Nimeta vähemalt 5 erinevat kerevenituspingi liiki ja iseloomusta neid.
- Milliseid ohutusnõudeid tuleb silmas pidada venituspoomiga töötamisel?
- Mille poolest erinevad punktide vahekauguse absoluutne ja projitseeritud mõõt? Kumb neist on pikem?
- Mille poolest erineb nullimine mehaanilise ja elektroonilise mõõtesüsteemi puhul?

MOODUL 2 - Praktilised ülesanded

- Lõigake 1 mm külmaltsplekist 2 riba mõõtudega u. 50x200 mm ja vasardage alasil ühte neist terasest plekksepavasara ja teist sama jõuga, kuid alumiinium-, puit või tugevast kummist vasaraga. Vaadeldage plekiga toimuvat ja kirjeldage erinevuste põhjuseid.
- Viimistlege kolme erinevat pökkkeevisõmblust: ühte nurklihvija ja käiaketta abil, teist nurklihvija ja lamellketta abil ja kolmandat mini-nurklihvija ja fiiberketta abil. Võrdle tulemusi.
- Paiguta avariiline auto kerevenituspinki ja teosta autokere mõõtmine. Saadud raporti põhjal kirjeldada auto vigastusi ja nende suurust.

MOODUL 2 - Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Car-O-Liner AB (Rootsi), pildid – 29, 41, 43, 48, 52, 54, 55, 58-62, 67, 69, 80, 85-91, 95, 98, 99, 100, 101, 102, 105-116, 118-120, 123, 126-132, 135, 136, 144, 147, 148, 149

Margus Raud, pildid – 1-6, 10-23, 25, 27, 28, 31, 32, 33,39, 40, 42, 45, 57, 63, 64, 77, 92, 93, 117, 121, 122, 124, 125, 133, 134, 145

Wieländer&Schill (Saksamaa), pildid – 7, 8, 9, 30, 38, 44, 46, 47, 49, 50, 51, 53, 56

www.autorobot.com, pildid – 66, 78, 81, 97, 137, 138, 146

www.makita.biz , pildid – 34, 35, 36, 37

www.siver.su/upload/pics/Siver_HV.jpg, pilt – 70

www.josam.se/media/photos/straightening/josam-frame-press/ pilt - 71

www.autorobot.com, pildid – 66, 78, 81, 97, 137, 138, 146

<http://www.duzmor.com/magnum360lw.html> , pilt – 79

http://www.forpressrelease.com/uploaded_files/news_img/forpressrelease.com505bead0aa9253pulls.jpg, pildid - 101, 102

Dataliner AB (Rootsi), pildid – 73, 139, 140, 141

Veiko Aruküla, pilt – 26

Toyota õppematerjalid, pilt – 24

SPANESI S.p.A., pildid - 98, 142, 143,

www.carbench.it , pilt – 68

www.celette.com , pildid – 76, 84

Margus Raud arhiiv – 65, 82, 83, 96

MOODUL 2 - Kasutatud kirjandus ja materjalid

Car-O-Liner Academy (Rootsi) õppematerjalid

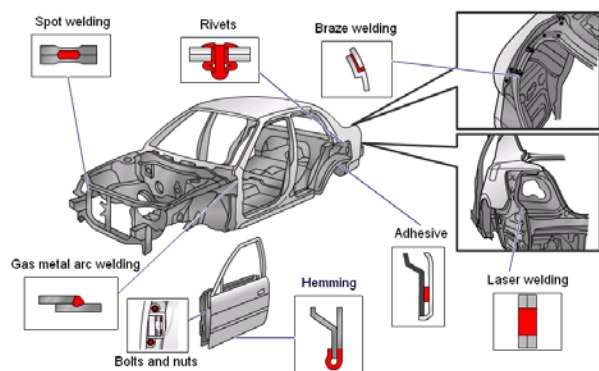
ÕPPEMOODUL 3: KEREDETAILIDE ÜHENDAMINE

3.1. Keredetailide ühendusmeetodid.

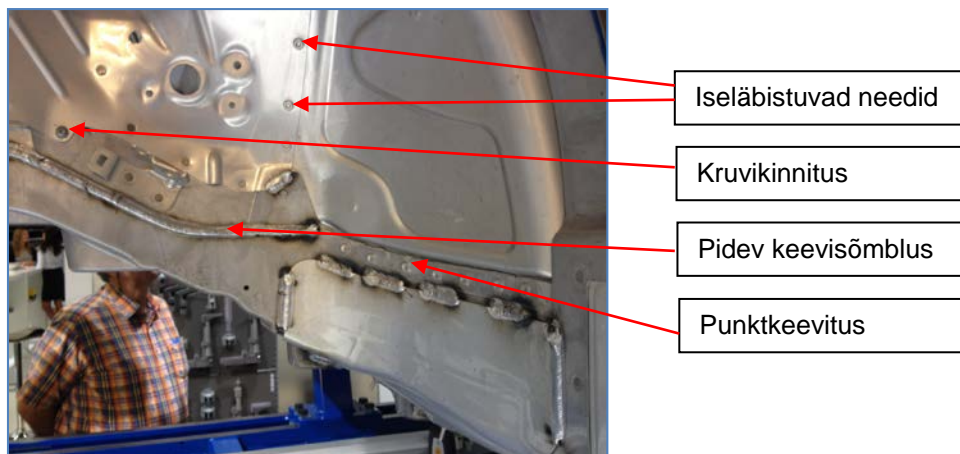
Keermesliide, keevisliide, jootmine, neetimine, liimimine ja valtsimine.

Õpiväljund: Õpilane teab autokere detailide liitmiseks kasutatavaid ühendusmeetodeid ja nende kasutuskohhti.

Autode keredetailide ühendamiseks kasutatakse erinevaid meetodeid, mida võiks üldistanuna nimetada alljärgnevateks: keermesliited, keevisliited, jootmine, neetimine ja liimimine. Üldistanuna sellepärast, et paljudel juhtudel kasutatakse ka mitmest variandist kombineeritud liiteid ning keevitamisel on mitmed alaliigid. Ühenduse meetod sõltub paljuski antud liite asukohast, tema lahtivõtmise vajadusest, nõuetest tugevusele jne. Alljärgnevalt kõigist järjekorras.



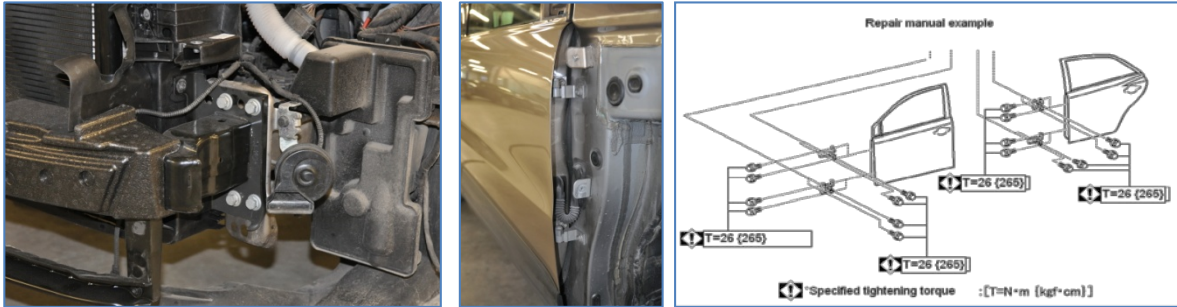
Pilt 1: Erinevate ühendusmeetodite kasutuskohad.



Pilt 2: Auto keredetailide ühendamiseks kasutatavad meetodid.

3.1.1 Keermes- ehk poltliide (i. bolts and nuts)

Poltliiteid kasutatakse selliste auto keredetailide ühendamiseks, mida auto ekspluatatsiooni käigus või lihtsamate avariide korral on tarvis lahti võtta. Sellisteks detailideks on näiteks kapott, ukсед, pagasiruumi luuk, kaitserauad, löögileevenduskarp jne. Samuti kasutatakse poltliiteid mootori ja veeremiku kinnitamiseks kerele. Kuna keermesliited ei tohi vibratsiooni ja teiste mõjutuste tõttu iseeneslikult lahti tulla, siis kasutatakse nende kinnipüsimise tagamiseks seibe, vedruseibe, keermeliime ja iselukustavaid mutreid. Selliste liidete puhul on oluline ka liite kinnitamise jõud, mis on ära toodud konkreetse mudeli remondimanuaalis.

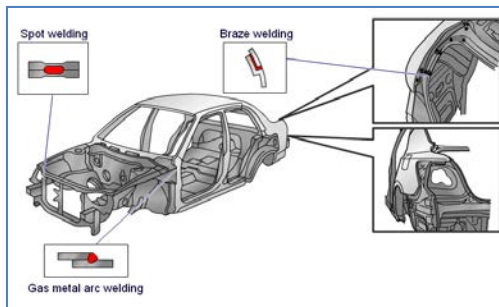


Pilt 3, 4: Poltliidete kasutuskohad.

Pilt 5: Poltliite pingutamise jõud on ära toodud remondijuhises.

3.1.2 Keevisliide

Keevisliide on tänapäevase autokere osade ühendamiseks kõige levinum viis. Keevisliited, mida autokerede tootmises kasutatakse on: punktkeevitus, laserkeevitus (rullkeevitus), MIG/MAG keevitus ja ka MIG-joodis, mis oma olemuselt pole keevisliide. Loetelust enim kasutatud variant on punktkeevitus, mille abil liidetakse kokku enamuse kandevkere detaile. Punktkeevitusele astub kandadele juba ka laserkeevitus. Kuna teised keevitusliigid peale laserkeevituse on kasutusel ka autokere avariiremondil, siis nendest meetoditest teeme pikemalt juttu peatükis „Keevitustööd“.



Pilt 6: Keevisliidete kasutuskohad.



Pilt 7, 8: Punktkeevitusega liidetud keredetailid.

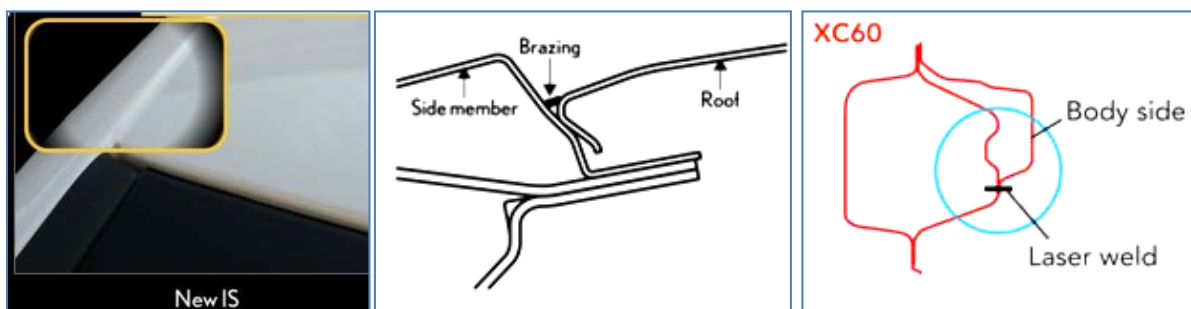
Laserkeevitus on ainus keevitusmeetod, mida kereremondil ei ole võimalik kasutada, sest selle teostamiseks on tehastes vastav sisseade, mida remonditöökotta pole tema keerukuse ja kalliduse tõttu majanduslikult mõttekas soetada. Tehastes kasutatakse laserkeevitust energia ja protsessikulude kokkuhoiu eesmärgil, sest laserkeevitus tarbib punktkeevitusest vähem elektrit ning selline õmblus ei vaja olulist järeltöötlust.

Laserkeevituse eelis punktkeevituse ees seisneb veel ka selles, et tegemist on pideva sirge õmblusega, mille abil on võimalik saavutada suurem kerejäikus. Sellel põhjusel kasutatakse laserkeevitust paljudel autodel just katusepaneeli kere külge keevitamiseks. Lisaks võimaldab see **ühepoolse keevitamise** vorm hoida kokku autokere kaalu, sest erinevalt punktkeevitusest, mille teostamiseks on vajalik ülekattega serv ja kahelt poolt ligipääs, saab laserkeevitusega teostada paneeli serva täitekeevitust, valmistades pealmine paneel kitsam ja serv keevitatakse alumise paneeli tasapinnale. Laserkeevituse kasutamine võimaldab teha ka kere disainis muudatusi, ehk valmistada näiteks küljekarbid erilisema kujuga, sest puudub vajadus kõikide konstruktsioonikihtide servad võrdselt ühekaugusele välja tuua. Ka on laserkeevitus punktkeevitusest kiirem. See kõik kokku on põhjuseks, miks on viimase 15 aasta jooksul laserkeevitust hakatud autokerede valmistamisel üha rohkem kasutama.



Pilt 9, 10: Laser- ehk rullkeevituse abil keevitatakse katusepaneel.

Lisaks rullkeevitusele kasutatakse laserit ka n.ö. täitejoodise tegemiseks. Sellisel juhul sulatab laserkiir tema ette suunatava keevitustradi, mis sulades täidab ja ühendab detailid omavahel. Näiteks Lexus IS katusepaneel on just sellise meetodiga ühendatud.



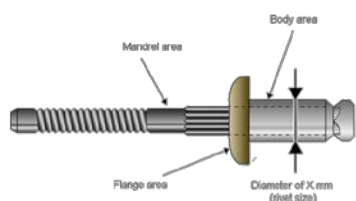
Pilt 11-13: Laserjoodisega ühendatud Lexus IS katusepaneel ja Volvo XC60 küljekarbi tasapinnale laserkeevitatud sisemine paneel.

3.1.3 Neetimine

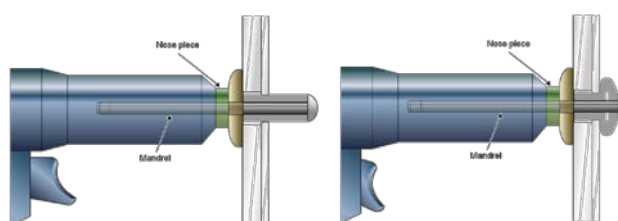
Neetimine on püsikinnitus, mida kasutatakse kohtades, mida reeglina pole vaja lahti võtta. Neete toodetakse erinevaid vastavalt nende kasutusotstarbele: **tõmbeneedid, iseläbistuvad, vormuvad ja mutterneedid**. Neetide abil on võimalik liita materjale, mida pole võimalik omavahel keevitada või muul moel liita, näiteks plastik ja teras, alumiinium ja teras, valualumiiniumist detailid ja teras. Iseläbistuvaid neete kasutatakse tänapäeval aina rohkem ka punktkeevituse asemel nii tehastes kui ka remonditöökodades - tänu oma väiksemale energiatarbele.

Tõmbe- ehk popneedid (*i. blind rivet, poprivet*)

Tõmbe- ehk popneedi ingliskeelne nimetus ei tulene mitte tema „populaarsusest“ vaid plõksatusest (*i. pop*), mis kaasneb tema südamiku murdumisega. Eesti keeles nimetatakse selliseid neete tõmbeneetideks tulenevalt nende paigaldusviisist, kuigi rahvasuus on levinum nimetus popneet. Tõmbeneedid koosnevad korpusest, kraest ja südamikust. Needi paigaldamiseks puuritakse ühendatava paneeli sisse needi korpuse diameetritele vastav ava, seejärel paigaldatakse neet avasse, nii et needikrae toetuks vastu paneeli korpust ning seejärel tõmmatakse needipüstoli või –tangide abil südamik välja. Südamiku laiem ots surub needi korpuse teisel pool paneeli laiaks, moodustades vastaspoolele samuti krae. Kui krae vastujõud ületab südamiku tugevuse, siis südamiku ots katkeb ning väljub korpusest. Tõmbeneete valmistatakse alumiiniumist ja terasest, neid valmistatakse ka spetsiaalkattega, mis võimaldab kokku neetida erinevaid metalle ja samuti ka nn. veekindlaid neete, mille korpust ja kraed katab tiheduse tagamiseks plastikust sukk. Tõmbeneedi heaks omaduseks on võimalus neetida paneele ka suletud pindade (torud, karbid) külge, sest vaja on ainult ühelt poolt ettepuuritud avasse. Sellele viitab ka tõmbeneedi teine ingliskeelne nimetus – *blindrivet* – ehk pimeneet.



Pilt 14: Tõmbeneedi ehitus



Pilt 15: Tõmbeneetide paigaldamine



Pilt 16-18: Tõmbeneedid: lõhestatud peaga, kattega, teras- ja alumiiniumneedid. Paigaldatud needi pea eest ja tagantvaates.

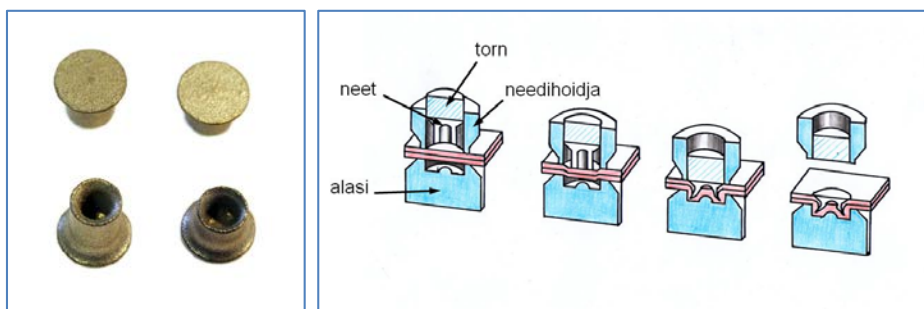


Pilt 19-22: Tõmbeneetide kasutuskohad.

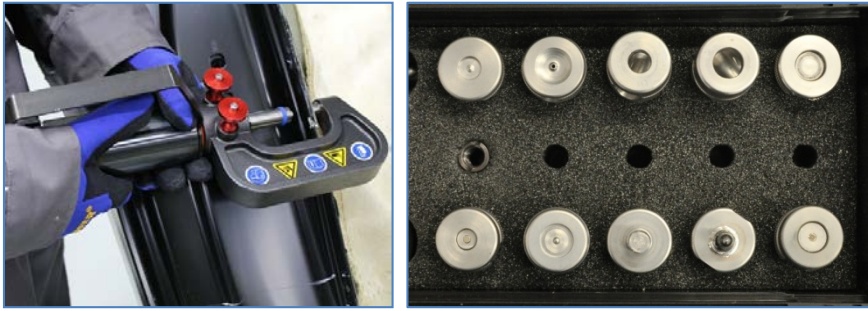
Iseläbistuvad needid (i. self piercing/ punch rivet)

Iseläbistuvad needid on silindrikujulised osaliselt täidetud torud, mille üks ots on laiem – see on needi pea ja teises otsas teravnev serv ning keskel tühimik. Nagu needi nimetuski ütleb, pole sellise needi paigaldamiseks vaja ava ette puurida. Needi paigaldamiseks toestatakse paneel vastaspoolelt vastuse ehk alasiga, milles on õnarus needipesa tekitamiseks ning kõrgend needi lõikeserva laialisurumiseks. Neet surutakse läbi paneelide torni abil hüdraulika jõul ning needi serv läbibistab pealmise(d) materjalikihi(d) jättes alumise kihi läbibistamata. Kogu materjal surutakse alasil olevasse õnarusse, millest moodustub needipesa ning alasi keskel olev kõrgend surub needi servad laiali, tekitades niiviisi füüsilise takistuse needi väljatulekuks. Selliste neetide abil on võimalik liita erinevaid metalle ning kokku liita kuni 8 mm paksust ühendust. Ühendusele sobiva needi valimisel tuleb võtta neet, mille pikkus on kõigi liidetavate paneelide kogupaksus, pluss 2 mm. NB! Iseläbistuvaid neete ei tohi paigaldada avasse, sest sellisel juhul ei hoia nad paneele koos. Remondi käigus eemaldatakse iseläbistuvad needid neid paigaldamisele vastupidises suunas torniga välja surudes. Eemaldamisest järelejäänud ava kalibreeritakse (puuritakse või stantsitakse kindlasse mõõtu) ja uuesti saab selle koha neetida kas tõmbe- või vormuva needi abil.

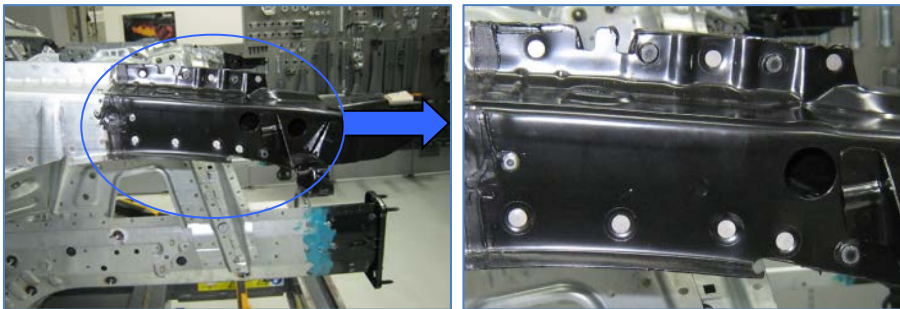
Animatsioon iseläbistuvate neetide paigaldamisest: <http://www.henrob.com/GB/index.php>



Pilt 23, 24: Iseläbistuv neet, neetide paigaldamise põhimõtteline skeem.



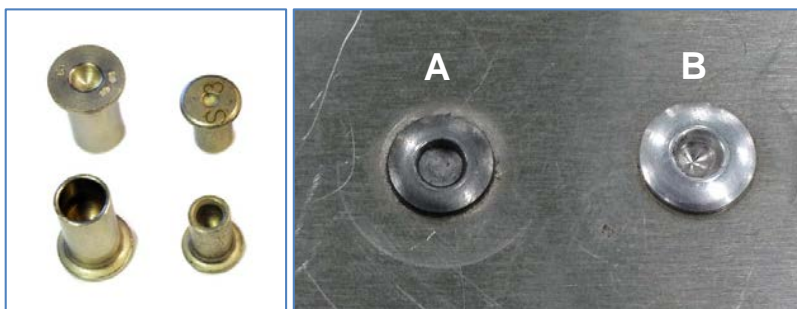
Pilt 25, 26: Iseläbistuva needi paigaldamine hüdraulilise needipüstoli abil ja paigalduseks vajaminevate alasite ja tornide komplekt.



Pilt 27, 28: Iseläbistuvate neetidega paigaldatud keredetail.

Vormuvad needid (i. flow form rivet)

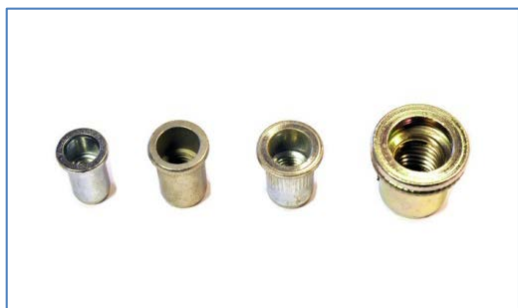
Vormuvad needid sarnanevad väliselt iseläbistuvate neetidega. Erinevus on needipea kujus, vastastipu serv pole terav ning needis olev süvend on sügavam ning ka materjal on erinev. Vormuvad needid on ette nähtud paigaldamiseks ettepuuritud-stantsitud avasse. Sarnaselt iseläbistuva needi paigaldamisega on vajalik needi teisel poolel vastus-alasi, milles olev õnarus vormib needi toruja otsa laiaks needipeaks. Nii surutakse paneelid kahe needipea vahele tagades tugeva liite.



Pilt 29, 30: Vormuv neet. Paigaldatud vormuva needi pea (A) ja vastaspoolele vormitud needipea (B).

Mutterneedid (*i. nutrivet*)

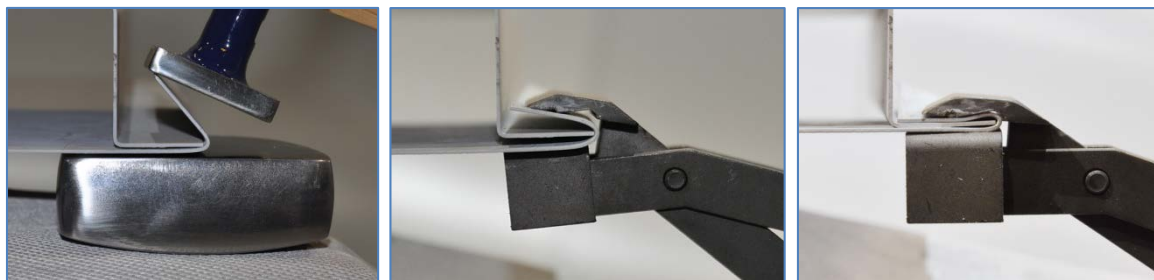
Mutterneedid on seestpoolt keerrestatud hülsid, mis paigaldatakse ettepuuritud avasse ning seejärel deformeeritakse tema korpus sarnaselt tõmbeneedile, mis läbi tekib paneeli vastasküljele kinnituskrae. Selliselt paigaldatud neeti saab kasutada mutri asemel näiteks kohtades, kus puudub vastaspoolelt ligipääs tavalise mutri paigaldamiseks.



Pilt 31: Mutterneedid.

3.1.4 Valtsimine

Valtsimine on üks vanemaid lehtmetsalli ühendamise viise ja siiani kasutusel ka autode juures – seda küll ainult uste ja luukide välimise paneeli kinnitamiseks nende raami külge. Tegemist on lihtsa paneeli serva tagasipööramisega, mille juures jääb aluspleki serv pealmise pleki tagasipööratava serva alla. Nii jäävad paneelid tihedalt teineteise vastu ning ei eraldu. Paraku saab sellist liidet kasutada ainult kohtades, millele ei rakendu suurt jõudu, sest valtsliide ei hiilga oma tugevusomadustega. Samas on selline liiteviis odav ja uste-luukide puhul piisava tugevusvaruga. Valtskinnitust saab lahti võtta spetsiaalsete „kullinokk“-tangidega, mille abil painutatakse tagasipööratud serv uuesti lahti – nii saab liite vajadusel taas kinni vajutada (nt. alumise ehk sisemise detaili vahetamisel). Kui vahetamist vajab kahjustatud välispaneel, siis käitatakse läbi paneeli välimise serv, mis hoiab välispaneeli kinni ja siis eemaldatakse allesjäänud valtsi tagasipööratud plekiriba. Uue paneeli serva kinnivaltsimiseks kasutatakse kõigepealt alasit ja haamrit, mille abil valtsi serv veidi sissepoole painutatakse. Edasine painutamine teostatakse juba spetsiaalsete valtsimistangidega, mis ei vajuta murdekohta lapikuks vaid jätab servale vajaliku kumeruse.



Pilt 32-34: Tööetapid serva valtsimisel.



Pilt 35: Valtsi avamiseks mõeldud kullinokk-tangid.

3.1.5 Liimimine

Liimimist kasutatakse autotehastes kergete välispaneelide kinnitamiseks struktuursele osale, koos punktkeevitusega kere jäigemaks muutmiseks, valatud ja terasest valmistatud osade omavaheliseks ühendamiseks ning erinevast metallist (teras+alumiinium) osade ühendamiseks koos neetidega, et tagada isolatsioon elektrolüütilise korrosiooni vältimiseks.

Liimimist kasutatakse ka avariiremondil aina rohkem, seepärast teeme auto kereliimidest ja nende kasutamisest pikemalt juttu.

Kereliime kasutatakse autokere remondil välispaneelide, nagu näiteks katusepaneel, küljeplekid, tiivad ja ka mõnede raamielementide liimimiseks. Kereliimid erinevad oma omaduste poolest muudest auto remondil kasutatavatest liimidest oma suurema tõmbe- ja nihketugevuse poolest.

Kereliimid jagunevad keemiliselt ühe- või kahekomponentseteks (1K ja 2K) ja oma tugevuse järgi tugev-elastseteks või jäikadeks liimideks. Liimide ülesanne on kinnitada detaile omavahel kas iseseisvalt või olla täienduseks teistel kinnitusviisidele, nt. keevitus, neetimine ja valtsimine. Liimühendus tagab väga hea hermeetilisuse, mis kindlustab üksiti ka parema korrosioonikindluse. Tihti on kereliimide kasutamine avariiremondil ainulahenduseks, näiteks tehases laserkeevitusega ühendatud detailide väljavahetamisel. Näiteks kasutatakse liimi VW ja Škoda autode laserkeevitatud katusepaneelide väljavahetamisel. Samuti kasutatakse liimimist erinevate metallide ühendamiseks, mida pole võimalik omavahel kokku keevitada, nt. alumiiniumi ühendamisel terasplekiga.



Pilt 36, 37: DC 500 Coupe küljepaneeli paigaldamisel kasutatakse lisaks neetimisele ka liimühendust.



Pilt 38, 39: Tehases laserkeevitatud katusepaneel paigaldatakse remondi käigus liimiga.

Ühekomponentsed kereliimid (1K).

Ühekomponentsed kereliimid on tehtud tavaliselt kas PUR (polüuretaan) või MS Polümeeri baasil. Need liimid tagavad tugev-elastse ühenduse ja hea hermeetilisuse. MS Polümeeri baasil liim on punktkeevitusega läbikleepitav ja ei vaja erinevate metallidega nakkumiseks (k.a. alumiiniumiga) eraldi krunti. Alljärgnevad pildid illustreerivad MS Polümeeri baasil kereliimi kasutamist bussiehituses, kus kere välispaneel on raamiga ühendatud ainult liimi abil, ilma ühegi keevituspunktita, et saavutada perfektselt sile välispind. Selline liimühendus on suure tõmbe- ja nihketugevusega, aga samas elastne.



Pilt 40, 41: Bussi kerepaneeli liimimine tugev-elastse MS Polümeer liimiga.

Ühekomponentsed kereliimid polümeeriseeruvad e. kuivavad reageerides õhuniiskusega. See tähendab, et tuubist väljutatud liim peab hakkama endasse koguma (absorbeerima) võimalikult palju õhuniiskust, et liim suudaks täielikult läbi kuivada. See seab liimikihi paksusele piirid, et ta üldse läbi kuivaks. Liiga paksult pealekantud liim võib jääda väga pikaks ajaks seest vedelaks, sest äärtesse moodustunud kuivanud liimikiht ei lase õhuniiskusel enam sisekihtides oleva vedela liimimini tungida ning kuivamiseks vajalik keemiline protsess jääb seal toimumata. Alljärgnev pilt on tehtud peale 24 tunni möödumist liimimisest. Liim on kantud kahe metallist pinna vahele ja üks pindadest seejärel lahti tõmmatud. Pildilt on näha, et liim on ära on kuivanud u. 3 mm laiuselt servast alates, kuid sisemine liimiosa on endiselt vedel. Sellest saab järeldada, et kuigi tehnilised andmed lubavad liimi kuivamiskiiruseks 3 mm ööpäevas, siis antud liimi ei tohiks kasutada juhul, kui liimivuugi laius on suurem kui 6 mm.



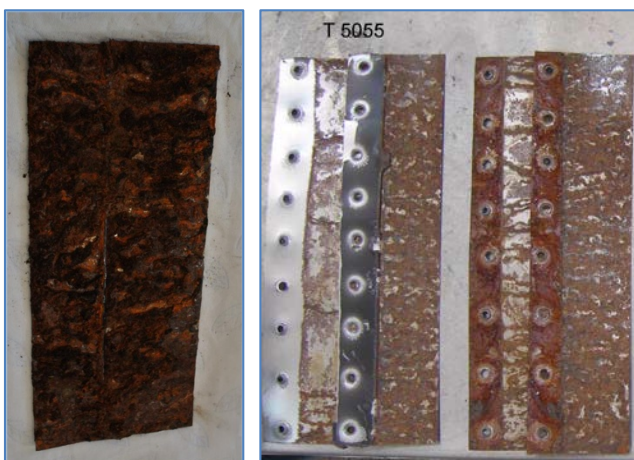
Pilt 42: Ühekomponentse liimiga teostatud liimühendus peale 24 tunni möödumist.

Kahekomponentsed kereliimid (2K).

Kahekomponentsed kereliimid kuivavad komponentide segunemisel keemilise reaktsiooni toimet. See tagab liimikihi täieliku läbikuivamise olenemata kihi paksusest ja ümbritsevast niiskustasemest. Kahekomponentsetel liimidel on vajaliku kuivamiskiirusega arvestatud juba nende väljatöötamisel, olenevalt sellest, kas on vaja kiiret polümeeriseerumisprotsessi või aeglast.

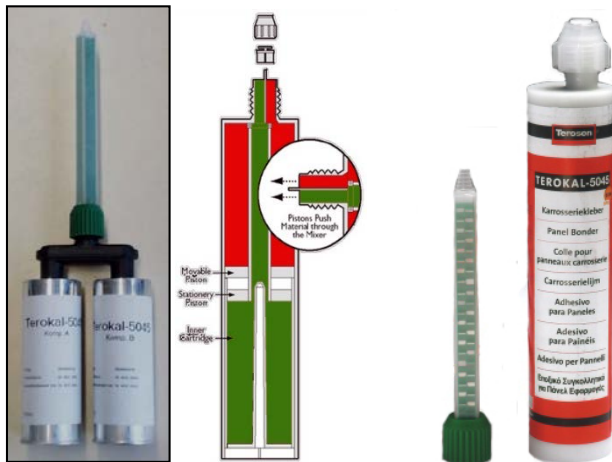
Kahekomponentne liim võib olla kas elastne (enamasti 2K PUR või 2K MS Polümeeri baasil) või jäik (2K Epoxy).

Sõiduautode remondil kasutatavad kahekomponentsed kereliimid on valmistatud peamiselt epoksiidvaigu baasil (2K Epoxy), mis väga hästi nakkuvad erinevate metallpindadega ja on peale läbikuivamist oma omadustelt tugevad ja jäigad. Jäiga kereliimiga ühendatud kerepaneelid tagavad kogu sõiduki jäikuse, mis omakorda on tähtis nii sõiduki juhitavuse kui korrosioonikindluse seisukohast. Epoksiidliimiga ühendatud liite korrosioonikindlust iseloomustab järgmine pildiseeria katsest, milles ühendati haljad terasplekid omavahel neetühendusega. Ühe katsekeha puhul kasutati lisaks neetmisele epoksiid-kereliimi, mis kanti metallpindadele vahetult enne neetimist. Katsekehad asetati 1000 tunniks soolakambrisse ja osandati peale väljavõtmist. Piltidelt on näha, et parim tulemus korrosioonikindluse osas on katsekehal, millel lisaks neetmisele oli kasutatud kahekomponentset kereliimi Teroson 5055. Liimialused pinnad on täiesti haljad ja korrosiooni poolt kahjustamata. Selline ühendus tagab nii konstruktsiooni tugevuse, jäikuse kui ka korrosioonikindluse. Samas teisel katsekehal, mille juures kasutati ainult neetimist, on näha, et metallpindade vahelises pilus on tekkinud intensiivne roostetamine.



Pilt 43, 44: Katsekeha - ühendatud plekkdetailid peale 1000 tundi soolakambris viibimist ja peale lahtivõtmist. Vasakpoolne ühendus Teroson 5055 liimiga ja parempoolne ilma liimita.

2K kereliimid võivad olla pakendatud erinevatesse pakenditesse – nii kahe kui ühe tuubiga pakendisse. Allolevate tuubide sisud on mõlemal samad – Terokal 5045 2K kereliim, kuid pakend on erinev.



Pilt 45: Kereliim Terokal 5045 erinevates pakendites.

Pakendist sõltuvalt tuleb liimi doseerimiseks kasutada erinevaid püstoleid. Kahe tuubiga liimi jaoks kasutatakse spetsiaalset 2-k liimpüstolit.



Pilt 46: Spetsiaalne 2-k liimi püstol.

Ühes tuubis pakendatud 2K liimi doseerimiseks sobib 310 ml pakendile mõeldud hermeetikupüstol, millel on piisavalt suur pressimisjõud. 2K liimi tuubi mõõdud on samad, mis hermeetikul.



Pilt 47: Mehaaniline hermeetikupüstol (STAKU)

Kereliimide kasutamine.

Kereliimi kasutamisest toome järgnevalt näide 2-K kereliimi Terokal 5045 kasutamisest autokere küljepaneeli paigaldamisel.



Pilt 48: Eemaldatud küljepaneeliga auto.

Enne tööga alustamist seatakse valmis kõik tööks vajalikud vahendid. Liimi lihtsamaks doseerimiseks asetatakse 2-K kereliim eelsoojendusahju, mis muudab toote vedelamaks. Tänu vedelamale konsistentsile läbivad kokkusegatavad liimikomponendid segamisotsiku väiksema survejõuga ja segunevad paremini ühtlaseks liimiseguks.



Pilt 49: Padrunite eelsoojenduskohver, 2K kereliim ja segamisotsikud, hermeetikupüstol ja piilari mürasummutusvaht. Segamisotsik segab erinevad liimikomponendid ühtlaseks massiks.

Kokkuühendatavate detailide ühenduskohalt eemaldatakse kõigepealt kruntvärv, sest liimi nakkumine on kõige suurem halja metalliga. Seejärel puhastatakse pinnad spetsiaalse eelpuhastusvahendiga.



Pilt 50: Haljad liimitavad pinnad puhastatakse eelpuhastusvahendiga.

Järgnevalt võetakse eelsoojenduskohvrast soojendatud liimituub, eemaldatakse kork ja asetatakse püstolisse. Enne segamisotsiku pealekeeramist väljutatakse tuubist 1...2 cm liimimassi veendumaks,

et liimi komponendid väljuvad üheaegselt. See tagab, et segamisotsikust väljuv liimimass oleks algusest peale segatud täpselt õiges vahekorras. Nüüd võib segamisotsiku liimituubile peale keerata ja liim on kasutamiseks valmis.

Liim kantakse peenikese ribana mõlema liidetava detaili ühenduskohale. Pahtlilabida abil liimiriba tasandatakse ja kaetakse kõik haljad pinnad õhukese liimikihiga. Sellega tagatakse liimühenduse täiuslik vahekohtadeta ühendus ning 100%-ne hermeetilisus, et luua maksimaalne kaitse korrosiooni vastu.



Pilt 51, 52: Liimiriba pealekandmine ühenduskohale. Pahtlilabidaga liimi tasandamine ja laalimäärimine kogu ühenduspinnale uuel paneelil...



Pilt 53: ... ja autokerel.

Enne küljepaneeli kohaletõstmist paigaldatakse spetsiaalse piilarivahuga mürasummutusplaadid.



Pilt 54: Piilarivahu kasutamine mürasummutusplaadi paigaldusel.

Kui kerepaneelid on liimiga kaetud, hakkab lugema kuivamise algusaeg. Siitmaalt tuleb jälgida liimi ettenähtud paigaldusaega. Paigaldusaeg on ära toodud liimi tehnilises juhendis ja see on aeg, mille jooksul peavad detailid olema kokku ühendatud. Vastasel juhul jõuab liimi pealispind polümeriseeruda ning liimipinnad enam omavahel ei ühendu. Sõltuvalt liimi margist, on kuivamiskiirused erinevad, seepärast tuleks eelistada liimi, mille puhul ollakse kindlad, et detailide ühendamine jõutakse lõpule vää enne liimi paigaldusaja läbisaamist.



Pilt 55, 56: Liimiga kaetud küljepaneel ja selle paigaldamine.

Peale paneeli paigaldamist tuleb paneel oma kohale fikseerida. Selleks saab kasutada keevituspunkte, neete, kruvisid või klambreid. Tavaliselt eemaldatakse ajutised fikseerimisvahendid vahetult enne järgmist autoremondi etappi – eeltööd või värvimist.



Pilt 57, 58: Fiksaatoritangide kasutamine paneeli esmaseks fikseerimiseks.

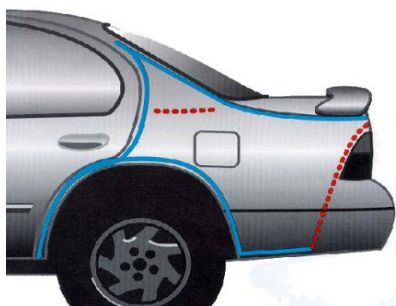
Kõige viimane töö peale liimimist ja värvitöid on õõnsuste korrosioonikaitse töötlus. Kuna uue keredetaali sisepinnad ei ole kaetud kaitsevahaga, siis on see korrosioonikindluse loomiseks oluline töötapp.



Pilt 59: Õõnsuste sisevahatamine tagab korrosioonikindluse.

Veel mõned nõuanded kereliimi kasutamiseks.

Kuna kereliimid on tugevad nihke- ja tõmbejõule, kuid vähem vastupidavad koorivale mõjule, siis soovivad autotootjad auto tagaosas paiknevad ühendused, mis avariisituatsioonis võivad tõenäoliselt saada kooriva liikumise osaliseks, ühendada keevisliitega. Alloleval pildil punasega märgitud õmblused.



Pilt 60: Sinisega on märgitud liimühenduse kohad ja punasega keevitamist nõudvad ühendused.

Antud õmbluste liitmiseks võib kasutada ka liimi, kuid sellisel juhul tuleb ühenduskoht veel ka läbi keevitada. Nii saab ühendus jäigem ja korrosioonikindlam.

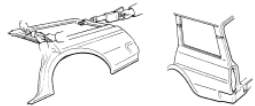
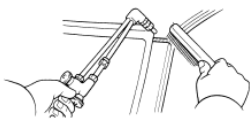
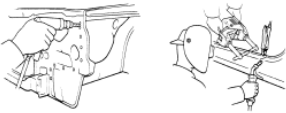

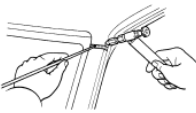

Liimitud ühenduse lahtivõtmiseks lõigatakse pealmine paneel ühenduskoha kõrvalt läbi. Seejärel soojendatakse liimühendust kuumaõhu puhuri või fööniga ning peale liimi pehmenemist kooritakse plekiriba ja allesjäänud liim meisliga pinnalt maha.

3.2. Remondijuhiste kasutamine keredetailide liitmisel.

Õpiväljund: Õpilane oskab lugeda remondijuhendis toodud ühendusviiside sümboleid ning kasutada remondijuhendis toodud demonteerimis- ja ühendamisjuhiseid kere remondil.

Tänapäevaste autokerede remont vajab tänu erinevate materjalide ja tehnoloogiate kasutuselevõtule oluliselt rohkem teadmisi kui 10-15 aastat tagasi. Kerekonstruktsioonid on muutunud keerukamaks ning kerele jäikust ja turvalisust tagavad kohad ei tohi remondi käigus kannatada saada ega oma omadusi muuta. Seepärast tuleb enne remondi algust tutvuda vastava mudeli remondijuhisega, kus on ära toodud nii keredetailide lahti võtmise meetodid, detailide või struktuurielementide lubatud löikekohad kui ka keredetailide ühendusviisid konkreetsetes sõlmedes.

Kõigepealt näitena Toyota remondijuhistes toodud detailide lahti võtmise juhend:

SYMBOLS	MEANING	ILLUSTRATION
-----	SAW CUT OR ROUGH CUT	
//////	REMOVE BRAZE	
●●●●● (○ M I) (○ M I)	WELD POINTS SPOT WELD OR MIG PLUG WELD (See page IN-5)	
—————	CONTINUOUS MIG WELD (BUTT WELD OR TACK WELD)	
○○○○○	BRAZE	
—————	BODY SEALER	

Pilt 61: Tabelis on toodud erinevate õmbluste ja löikekohtade tähistused

Saw cut or rough cut – „must“ lõikus vana detaili eemaldamiseks või lõige keresaega

Remove braze – eemalda kõvajoodis

Weld points – keevituspunktid (vt. altpoolt)

Continous MIG-weld (butt weld of tack weld) – pidev keevisõmblus (põkkkeevitus või nakkekeevitus)

Braze – kõvajoodis

Body sealer - hermeetik

SYMBOL	MEANING	ILLUSTRATION	SYMBOL	MEANING	ILLUSTRATION
○ M I	Remove Weld Points		○ M I	Spot Weld	
○	(Outside)		○ M I	Mig Plug Weld	
M	(Middle)				
I	(Inside)		+	Spot MIG Weld	

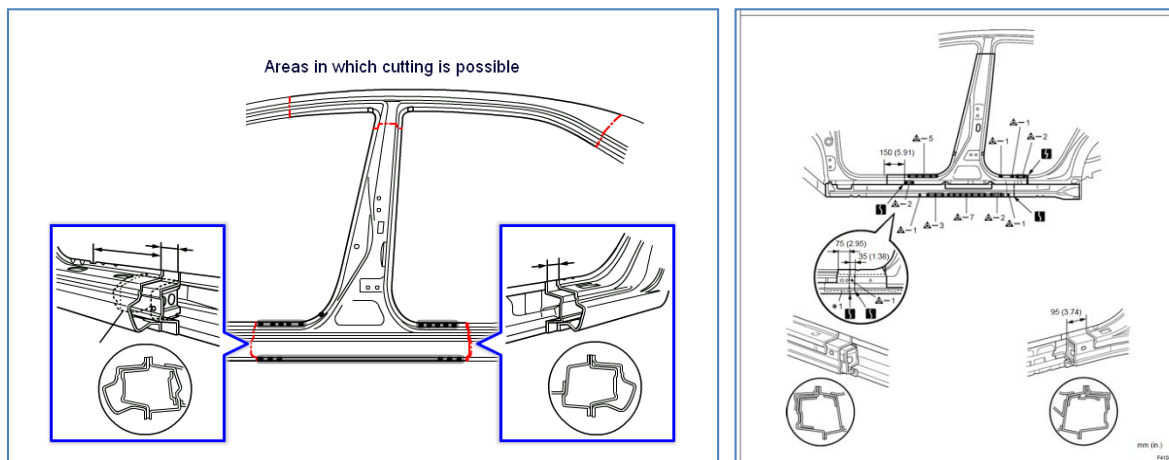
HINT: Panel position symbols are as seen from the working posture.

Pilt 62

Vasakpoolses tabeli osas on toodud punktide eemaldamise tähistused, milleks on ümarad täpid nende sees oleva tähega, mis tähistab, milline kiht autol olevast kooslusest on tarvis eemalda: O-välimine paneel, M-keskmine paneel, I-sisemine paneel. Vastavalt sellele tuleb lahti puurida kas üks, kaks, kolm või kõik kihid. Parempoolses tabeli osas on toodud liitmise viisid: ümarad tähised näitavad punktkeevituse punkte, kandilised MIG/MAG korkkeevituse punkte ning „+“ tähistab MAG-punktkeevitust.

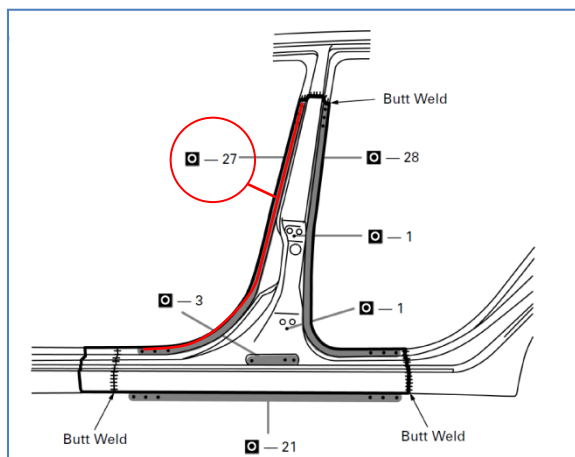
NB! Erinevatel autotootjatel on need punktid remondijuhistes erineva tähistusega, seepärast tuleb eelnevalt tutvuda sümbolite legendiga remondijuhise sissejuhatuses.

Nüüd näide paneeli eemaldamise juhenditest:



Pilt 63, 64: Piirkonnad, kus on võimalik lõiget teha ja remondijuhendis toodud lõikekohtade asukohtade mõõdud.

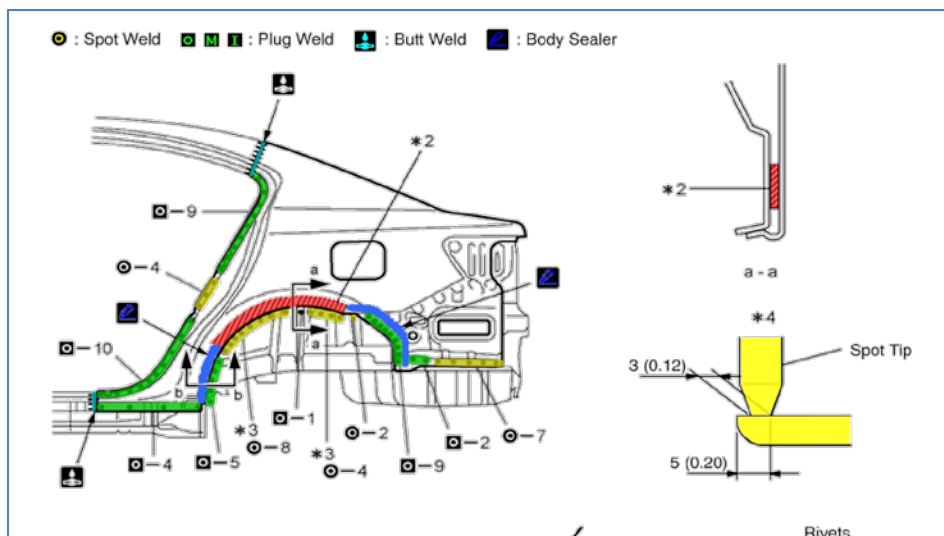
B-piilari paigaldusjuhhis:



Pilt 65: Pildil on toodud ette nähtud keevitusmeetod igale lõigule ning punktide arv, mis konkreetsel lõigul tuleb teha. Punasega märgitus lõigu keevitamiseks tuleb kasutada korkkeevitust ja kokku teha 27 punkti.

NB! Korkkeevituse asemel võib alati kasutada punktkeevitust, mis on kiirem, vähem järeltöötlust nõudev ja kvaliteetsema tulemuse andev keevitusviis. Vastupidi asendamine (punktkeevituse asemel MIG/MAG) pole lubatud, sest punktkeevituse nõue võib olla seotud kasutatava materjaliga (nt. ülikõrgtugev teras).

Ühendusviiside tähised remondijuhendis



Pilt 66

Pildil on näidatud igale lõigule sobiv ühendusviis: korkkeevitus (roheline) koos punktide arvuga, punktkeevitus (kollane) koos punktide arvu ja elektroodide asendiga, kereliimiga liidetav koht (punane) ning hermeetiku (sinine) kasutamise kohad.

MOODUL 3 - Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks:

- Millised on auto keredetailide juures kasutatavad ühendusmeetodid? Too näited nende kasutuskohtadest
- Millised on eeltingimused iseläbistuvate neetide kasutamiseks detailide liitmisel?
- Mille poolest erinevad 1K ja 2K kereliimid? Millised on nende kasutuskohad?
- Kirjelda detaili pinna ettevalmistusprotsessi kereliimi kasutamiseks?
- Kas remondijuhises ette nähtud punktkeevitusõmblust on lubatud asendada korkkeevitusega ja vastupidi?

MOODUL 3 - Praktilised ülesanded

- Vaatle demonteeritud sildade ja kateteta autokeret ja leia sellelt erinevad ühendusmeetodid (keevitusliigid, needid jne)
- Lõika välja 6 plekkdetaili mõõtudega 10x10 cm. Valmista nende üks serv ette liimimiseks kereliimiga. Seejärel liimi esimene paar kokku 1K liimiga, teine ja kolmas 2K liimiga ning kolmanda paari liimühendus keevita 15 min jooksul läbi punktkeevitusega (3 võrdse vahega punkti). Märki detailidele peale kasutatud liimi mark. Peale 24 tunni möödumist tee igale detailile lahtirebimise test. Selleks kinnita liidetud paari üks serv kerevenituspingi karbikinnituse moka vahele ning teine serv venitusmoka vahele. Seejärel paiguta kerevenituspingi külge karbikinnitusega kohakuti venituspoom koos ketiga. Ühenda kett venitusmokaga ning kinnita venitusmoka ja kett turvatrossiga kerevenituspingi külge piisavalt lõdvalt, et detaili oleks võimalik venitada. Seejärel venita detailide ühendust kuni katkemiseni või piisava deformeerumiseni enne katkemist. **NB! Järgi ohutusnõudeid ja seisa väljaspool venituspoomi ohutsooni (45° poomi taga).** Seejärel võrdle lahtirebenenud liimi pindu ja detailide üldist deformatsiooni erinevate liimide ja lisatud punktkeevitusega ühenduse puhul.

MOODUL 3 - Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Margus Raud, pildid – 2, 3, 4, 7, 8, 16-24, 26-35

Taavi Luts, pildid – 36, 37, 43, 44, 48-59

Toyota õppematerjalid, pildid – 1, 5, 6, 11, 12, 14, 15, 61, 62, 63, 64, 65, 66

Car-O-Liner AB (Rootsi), pilt – 25

Henkel AG (Saksamaa), pildid – 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 47

3M õppematerjalid, pilt – 60

www.rofin.de/touchdevices/automotive/index.html, pilt – 9

www.industrial-lasers.com/articles/print/volume-28/issue-2/features/laser-development-at-volvo.html, pilt - 10

www.industrial-lasers.com/articles/print/volume-28/issue-2/features/laser-development-at-volvo.html, pilt - 13

MOODUL 3 - Kasutatud kirjandus ja materjalid

Car-O-Liner Academy (Rootsi) õppematerjalid

„**Toyota Body Repair Training Manual**“, Jaapan 2003

Henkel Balti õppematerjalid

3M õppematerjalid

Autorite isiklikud märkmed, kogemused 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: KEEVITUSTÖÖD

Keevitamise oskus on autoplekksepa üks põhilisi oskusi, sest enamuse autokerest on valmistatud terasest ning keevisliited on siiani kõige enam kasutatav liite vorm nende juures. Avariiremondi käigus tuleb deformeerunud detailid sageli välja vahetada ning kõik varasemad keevisliited sama kvaliteetselt taastada. Seepärast on keevitamisele pühendatud terve käesolev moodul. Kui keevitusklassis õpetatakse peamiselt paksema metalli keevitamist, siis käesolevas õpikus keskendume autokerede juures kasutatava õhukese lehtmaterjali keevitamisele, mis nõuab veidi „tundlikumat“ lähenemist, sest piir, kust mittetäielik läbikeevitamine läheb üle läbipõlemiseks, on väga õhuke. Pöörame tähelepanu just praktilistele näpunäidetele, mille abil autokere juures sooritatavad keevitustööd kvaliteetselt teostada.

Mis on keevitamine? Definitsioon võiks kõlada järgmiselt: see on metallide liitmine nende kokkusulatamise teel, mille tulemusena tekib lahtivõetamatu keevisliide. Selles peatükis tuleb juttu ka jootmisest, mille puhul jootmiseks kasutatav metall samuti sulab. Jootmise ja keevitamise põhimõtteline vahe seisneb selles, et keevitamise puhul liidetav, ehk põhimaterjal sulab, jootmise puhul aga mitte – sulab vaid joodiseks kasutatav metall, mis ümbritseb põhimaterjali ja täidab servade vahel oleva õhupilu, moodustades sel moel monoliitse ühenduse. Kuna jootmise näol on tegemist siiski kaarleegi abil kuumühenduse loomisega ja seda kasutatakse auto kerepaneelide kokkuliitmiseks, siis on ka jootmine tinglikult paigutatud käesolevasse peatükki.

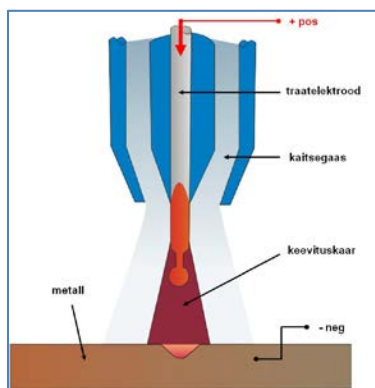
Keevitusliigid, mida tänapäeval auto kereremondil kasutatakse on: MIG/MAG poolautomaatkeevitus, punkt- ehk kontaktkeevitus ning TIG-keevitus.

4.1 MIG/MAG poolautomaatkeevitus

MIG/MAG keevitusmeetodid, MIG-jootmine. Keevitamise tehnikad. Pindade ettevalmistus, keevisõmbluse kvaliteedi kontroll ja järeltöötlus.

Õpiväljund: Õpilane tunneb erinevaid MIG/MAG keevitusmeetodeid ja keevitustehnikaid. Oskab valmistada pinnad ette erinevate keevitusmeetodite teostamiseks ning oskab seadistada keevitusparameetreid keevitamise käigus. Oskab keevisõmblused ette valmistada maalritööde alustamiseks.

MIG/MAG poolautomaatkeevituse puhul on elektroodiks keevitustraad, mis sulatakse traadi ja keevitatava pinna vahele tekitatud kaarleegis ning sulanud metall siirdetakse selle sees pinnale keevisõmbluse tekitamiseks. Keevitusprotsess toimub kaitsegaasi keskkonnas, mis hoiab ära ümbritsevas õhus sisalduvate gaaside kokkupuute kaarleegiga, luues nii kvaliteetse keevisõmbluse tekkimiseks vajaliku keskkonna. Vajadusel osaleb kaitsegaas ka keevitusprotsessis.



Pilt 1: MIG/MAG keevituse komponendid.

Poolautomaatseks keevituseks nimetatakse sellist keevitusviisi põhjusel, et elektroodi ehk traadi ettekanne toimub mehhanismi abil, s.t. automaatselt, ning teine pool, ehk mitteautomaatne, on keevituskäpa ehk keevituspüstoli edasiliigutamine, mis jääb inimese käe ülesandeks.

Tähtsised MIG ja MAG näitavad keevituseks kasutatava gaasi tüüpi:

MIG - keevitamine **I**nertgaasi keskkonnas (nt. argoon, heelium)

MAG - keevitamine **A**ktiivgaasi keskkonnas (nt. süsihappegaas ja selle segud teiste gaasidega)

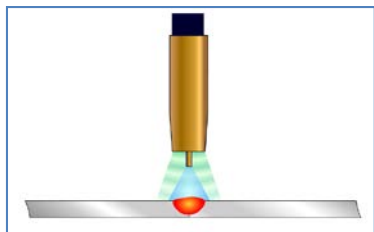
Inertgaasid ei osale keevitusprotsessis vaid loovad keevituseks vajaliku kaitsekeskkonna, et õhus leiduvad gaasid ei pääseks keevituskaare juurde. Inertgaase kasutatakse näiteks kõvajoodise tegemiseks kaarjootmisel ja alumiiniumi keevitamisel.

Aktiivgaasid loovad keevitusprotsessi toimumiseks sobiva kaitsekeskkonna ja osalevad ka ise keevitusprotsessis. Kui nüüd küsida, mille poolest on CO₂ aktiivne gaas - jooime seda ju igapäevaselt koos gaseeritud jookidega sisse - ja kuidas ta osaleb keevitusprotsessis, siis vastus oleks, et CO₂ ise keevitusprotsessis ei osalegi. Keevituskaares tekkiva temperatuuri toimele süsihappegaas laguneb ning aktiivselt osaleb keevitusprotsessis hoopis eraldunud hapnik, tõstes keevitamise temperatuuri ca. 600° võrra.

4.1.1 MIG/MAG keevitusmeetodid

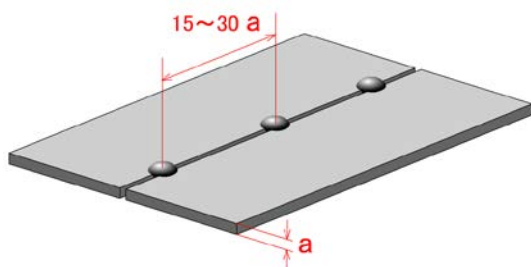
MIG/MAG keevitamisel tuntakse nelja erinevat keevitusmeetodit: **põkkkeevitus, korkkeevitus, täitekeevitus ja punktkeevitus.**

Põkk- ehk serv-servaga keevitus (*i. butt welding*)



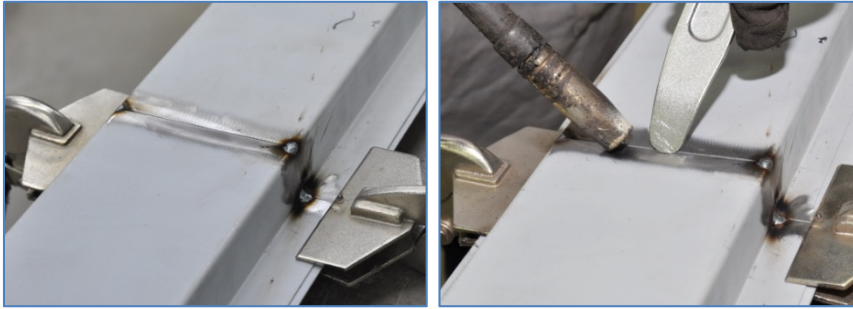
Põkkkeevituse puhul liidetakse paneeli servad omavahel. Põkkkeevitust kasutatakse autokere remondil nii paksemast materjalist detailide ühendamiseks (nt. pikitalad) kui ka õhukese pleki servade liitmiseks (nt. välispaneelide ühendamine piilaril).

Kuna metallil on omadus kuumutamisel paisuda ning jahtudes taas oma esialgne kuju tagasi võtta, siis tuleb seda omadust, eriti õhukese pleki keevitamisel, kindlasti arvesse võtta. Selleks, et õhuke plekk keevitamise käigus ei koolduks või muul viisil kuumuse tõttu ei deformeeruks, tuleb tekkiv soojus ühendatava pinna peal ühtlaselt laiali jagada. Ka on oluline, et keevitatavate paneelide omavaheline asend keevitamise käigus ei nihkuks. Selleks fikseeritakse paneelid omavahel soovitud asendisse kõigepealt fikseerimistangide abil ning seejärel ühendatakse paneelid nn. **nakkepunktidega** (ka traagelduspunktid), milleks on hajusalt paigutatud keevituspunktid kogu õmbluse ulatuses. NB! Kuni 1 mm paksuste paneelide servad on soovitatav omavahel tihedalt kokku panna. 1-3 mm paksuste paneelide servade vahele võib jätta parema läbikõõritamise tagamiseks ca 1 mm laiuse õhupilu. Alates 3 mm paksusest materjalist tuleks teha materjali serva välisküljele väike faas.



Pilt 2: Soovitatav nakkepunktide vahekauguseks on 15-30 kordne paneeli paksus.

Eriti tundlikud kohad kooldumisele on paneeli murdekohad, nt. kereliinid. Kui ühendatavad paneelid keevitamise käigus koolduvad, siis tekkiv pingeline rõhk võib paneelide omavahelist asendit veidi nihutada ning murdekohtade kohakuti saamine võib osutuda võimatuks. Seepärast tuleb nakkepunktide puhul alustada just murdekohtade fikseerimisest. Seejärel tuleb jälgida, et ka paneeli tasapinnalised osad asuksid teineteise suhtes samal kõrgusel. Vajadusel painutada või suruda paneelid enne nakkepunkti keevitamist õhukese tööriista abil (kruvikeeraja, skalpell) samale kõrgusele.



Pilt 3, 4: Nakkepunktid murdekohtades, tasapindade samale kõrgusele reguleerimine.

Soojuse laiali jaotamiseks **õhukestel paneelil** (0,6-0,8 mm) tuleb vältida pideva õmbluse tegemist ühe korraga kogu õmbluse ulatuses. Selle asemel on soovitatav teha pidevad õmblused ca. 30 mm (joonisel „L“) pikkuste lõikudena erinevates kohtades, et paneel soojeneks üles ühtlaselt, mis vähendab hilisemat ebaühtlast kokkutõmbumist ning paneeli kõverdumist.

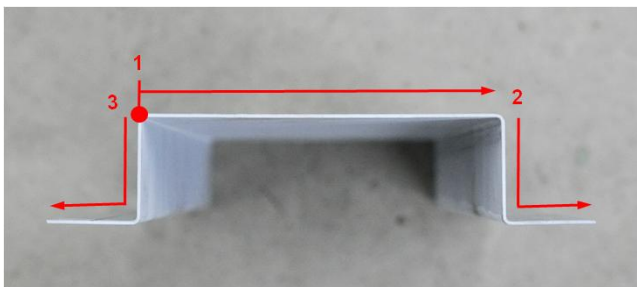


Pilt 5: Vale meetod

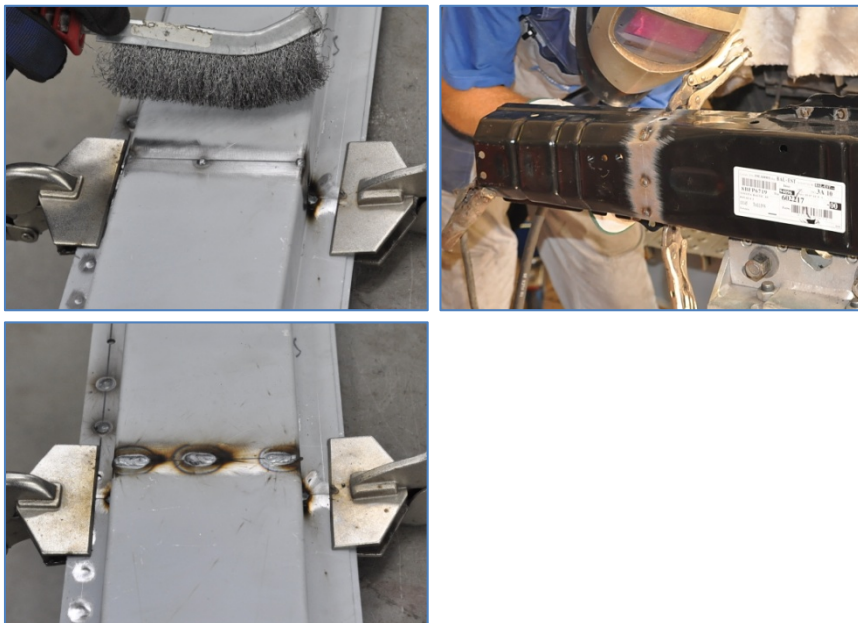
Pilt 6: Õige meetod

NB! Vajadusel ja/või väga õhukese pleki keevitamisel võib paneeli suruõhuga jahutada, et hoida ära kuumuse toimet kõverdumine.

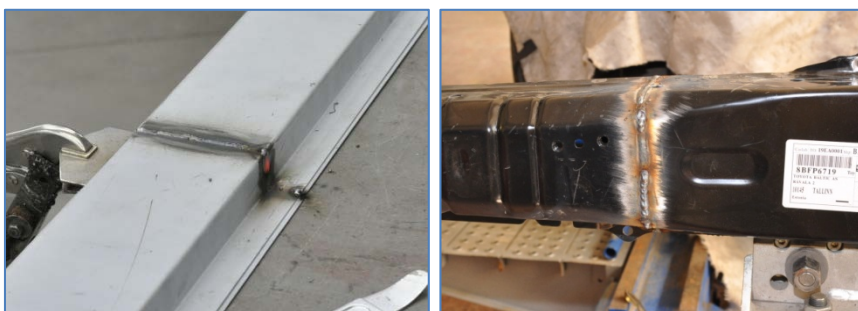
Profiilsete pindade keevitamisel on soovitatav jagada keevitusprotsess lõikudeks, kus esimesena teostatakse keevitustööd kõige laiemal osal ning seejärel jätkatakse kitsamatel lõikudel, alustades juba keevitatud lõigu poolt:



Pilt 7: Keevitamise järjekord profiili keevitamisel.

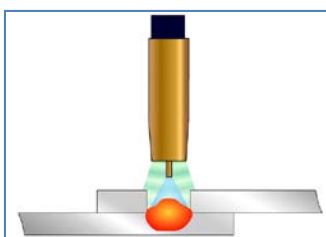


Pilt 8-10: Nakkepunktide puhastamine oksiidist enne keevitamist, hajutatud nakkepunktid esipikitala keevitamisel, soojuse laialijaotamiseks õhukesel paneelil tehakse lühikesed ja hajutatud õmblused.



Pilt 11, 12: Keevisõmbluse jätkamine profiili külgedel ja lõplikult kokkukeevitatud esipikitala.

Korkkeevitus (i. plug welding)

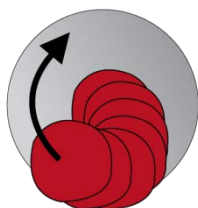


Korkkeevituse puhul liidetakse metallid viisil, kus pealmisesse kihti on puuritud või stantsitud ava ning läbi selle keevitatakse alumist metalli, kuni keevisvann on pealmises kihis oleva augu täitnud. Piltlikult väljendades „korgitakse“ plekis olev ava kinni. Korkkeevitust saab kasutada ka juhul, kui ava on läbi puuritud mõlemast kihist – sel juhul toestatakse ava altpoolt näiteks vasest või alumiiniumist plaadiga ning keevitatakse ava servad omavahel kokku kuni ava on täidetud. Korkkeevitust kasutatakse tavaliselt välispaneelide kere külge keevitamiseks kohtades, kus punktkeevitust pole võimalik kasutada (nt. puudub ligipääs vastasküljelt) või siis punktkeevituse puudumisel. Korkkeevituse teostamiseks on tarvis teha välimise paneeli serva või teistesse kinnituskohadesse avad, milleks

kasutatakse kas perforaatorit või puuri. Ava läbimõõt sõltub keevitatava paneeli paksusest. Allolevas tabelis on ära toodud nõutav läbimõõt vastavalt materjali paksusele:

Pleki paksus	Augu diameeter
Alla 1,0 mm	Üle 5 mm
1,0 - 1,6 mm	Üle 6,5 mm
1,7 - 2,3 mm	Üle 8 mm
Üle 2,4 mm	Üle 10 mm

Ava kinnikeevitamiseks kasutatakse tehnikat, mille puhul kaarleegiga alustatakse ava keskpaigast, ehk alumisest paneelist ning seejärel liigutakse ava serva lähedale ja keevitatakse serv ringiratast kinni. Seejärel täidetakse vajadusel veel keevituspunkti keskosa.

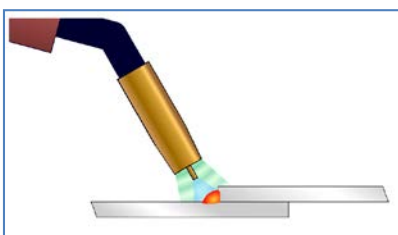


Pilt 13: Keevituskaare liigutamine korkkeevituse korral.



Pilt 14: Kvaliteetne korkkeevitus keskel, vasakul perforeeritud ava, paremal korkkeevituseks ettevalmistatud ava.

Täitekeevitus (i. fillet welding)



Täitekeevitus on keevitusviis, mille abil keevitatakse pealmise materjali serv alumise materjali tasapinnale. Seda nimetatakse ka **nurkõmblusega katteliiteks**. Selleks täidetakse keevitusega pealmise materjali serva ja alumise paneeli vahele jääv nurk. Autokere remondil kasutatakse täitekeevitust tavaliselt kohtades, kus pleki servad asetatakse ülekattega teineteise peale. Võrreldes korkkeevitusega on täitekeevitusega ühendatud pleki serv hermeetilisem ja korrosioonikindlam pilukorrosiooni suhtes.

MIG/MAG punktkeevitus

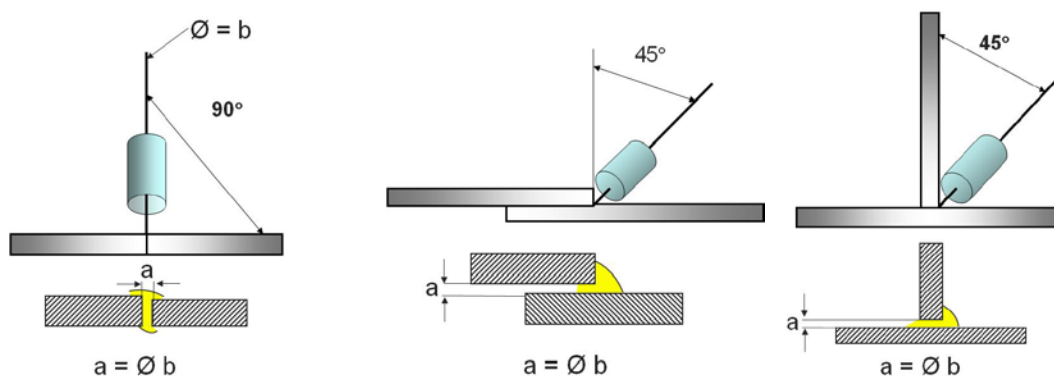
MIG/MAG punktkeevituseks nimetatakse keevitusmeetodit, mille puhul keevitatakse kaks üksteise peal asetsevat õhukest paneeli kokku korkkeevitusele sarnaselt, kuid ilma ava ette puurimata. Selle asemel suurendatakse keevitusvoolu ja sulatatakse üles pealmise paneeli pind, tekitades sel teel keevisvann, mis sulandub kokku alumise paneeliga. Selline keevitusviis pole autokere juures tavapäraselt kasutatav, kuid mõnikord tekib selle järele vajadus lisa-kinnituspunkti tekitamiseks.

4.1.2 MIG-jootmine (i. MIG-brazing)

Mig jootmine sarnaneb paljuski MIG/MAG keevitamisega, sest keevitustehnika on sarnane ja ka seadmed on enamasti samad. Erinevus on selles, et keevitustraadiks on vasetatud terase asemel pronkstraat, mida nimetatakse ka lihtsalt vasktraadiks, ning kaitsegaasiks kasutatakse puhast argooni. Peamine erinevus keevitusega võrreldes on protsessi temperatuur. Aktiivgaasi keskkonnas keevitamisel tõuseb keevitustemperatuur ca. 1650°C-ni, mille juures teras sulab. Inertgaasi keskkonnas jootmisel tõuseb kaarleegi temperatuur ca. 1060°C-ni, mille juures sulab vaid joodiseks kasutatav pronkstraat. Sulapronks valgub kapillaarjõu mõjul paneelide vahel olevasse õhupilusse ja seob paneelid ka nende vastasküljelt. Sellist liidet nimetatakse **kõvajoodiseks**. Madalama temperatuuri eeliseks on väiksem paneelide kuumenemine ning seega väiksem oht kuumusest tingitud deformatsioonile. Võrreldes keevitusega on kuumenev ala kitsam ning seega aurustub galvaniseeritud plekilt vähem tsinki (Zn sulamistemperatuur on 420°C). Tsingi aur tekitab keevisvalli sisse poore, destabiliseerib keevituskaart ja põhjustab pritsmeid. Jootmistemperatuuril aurustub tsinki vähem, seega jääb kõvajoodise ümbrusesse alles rohkem tsinki ning õmblus on korrosioonikindlam. Oma panuse sellesse lisab ka pronkstraat, mis ei korrodeeru. Seega on kõvajoodisega teostatud ühendus oluliselt korrosioonikindlam, kui MAG-keevituse õmblus. Ka on MIG-joodetud õmblus hilisemal töötlemisel keevisõmblusest elastsem ning kõvajootmist saab edukalt kasutada otse galvaniseeritud materjalidel ilma tsingikihti eemaldamata. MIG-jootmist kasutatakse peamiselt väliste paneelide servade liitmiseks piilaritel, näiteks tagatiiva ühendamisel C-piilariga. Mõnel juhul on soovitatud kõvajoodist kasutada ka ülikõrgtugevast terasest detailide kerepaneelide külge liitmiseks kohtades, kus punktkeevitust pole võimalik kasutada.

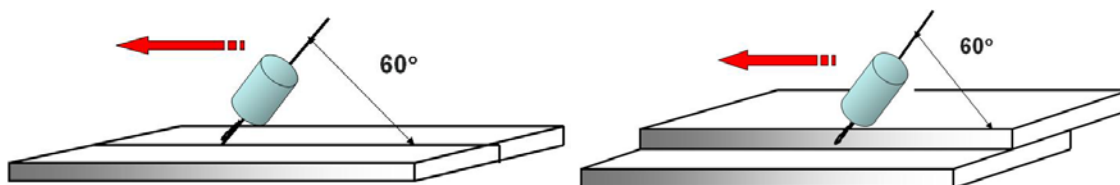
Pronkstraadid on valmistatud erinevatest sulamitest, millest autokere juures kasutatakse peamiselt järgmisi variante: CuAl_8 , CuSi_3 ja CuSn_6 .

Nagu eelnevas osas juba mainitud sai, on MIG-jootmisel soovitatav jätta paneelide vahele õhupilu, mis toimib kapillaarina, tõmmates sulajoodise pilusse ja ka teisele poole paneeli. Klassikalist läbikeevitamist jootmise puhul ei toimu. Õhupilu laius peaks olema võrdne jootetraadi läbimõõduga. NB! Kui õhupilu paneelide vahele ei jäeta, siis tekib joodise vall ainult ühele poole paneeli. Hilisema töötlemise käigus, kui vall maha lihvitakse, ei jää sel juhul alles materjali, mis paneele koos hoiaks.



Pilt 15: Õhupilud ja keevituskäpa asend kõvajoodise teostamiseks.

MIG-jootmise puhul hoitakse keevituspüstolit madalama nurga all, kui keevitamise puhul – ca 60° all. Soovitatav on jootmisel kasutada tõuketehnikat. Punkt-punkti peale meetodit kasutades tuleb eelmisel punktil lasta jahtuda sekundi võrra kauem kui keevituse puhul, sest sulajoodis on sedavõrd vedel, et võib ühenduskohast lihtsalt välja tilkuda.



Pilt 16: Keevituspüstoli liikumissuund ja käehoid MIG-joodise teostamisel.



Pilt 17, 18: Tagatiiva ühendamise MIG-jootmisega C-piilaril ja küljekarbil.

NB! Kvaliteetseks MIG-jootmiseks peavad liidetavad kohad olema vähemalt 1 cm laiuselt eriti hästi puhastatud nii värvidest, rasvadest kui muudest pinnakatetest, v.a. tsink. Kõik pinnale jäänud ained takistavad joodise nakkumist terasega ning vähendavad seega jootekoha tugevust. Lisaks jääb joodise vall sel juhul ebaühtlane ja poorne.

4.1.3 Paneelide ja struktuursete detailide ettevalmistus MIG/MAG keevituseks

Paneelide ettevalmistus sõltub planeeritavast keevitusmeetodist. Serva-servaga liite jaoks on oluline, et servad oleksid lõigatud väga täpselt teineteisele vastavad. Välispaneelide vahetamise juures kasutatakse selleks kahte meetodit.

Esimene meetod:

1. asenduspaneeli ühenduse serv lõigatakse planeeritava vana detaili löike koha pealt parajaks
2. seejärel paigutatakse asendusdetail vana peale ning märgitakse vana detaili pinnale asendusdetaili servajoon.
3. seejärel võetakse asendusdetail ära ja lõigatakse märgitud joont mööda vana detail maha.

Teine ja veidi täpsem meetod on vana ja uue detaili servade koos läbilõikamine:

1. kõigepealt lõigatakse vana detail väikse varuga maha
2. seejärel asetatakse tema peale ülekattega, samuti varuga lõigatud, uus detail.
3. seejärel tehakse „puhas“ lõikus läbi mõlema paneeli korraga.

Selliselt saadakse ühenduskoht, mille maksimaalne vahe tikksaega lõigates on 1 mm ning selle saab vajadusel kokku nihutada.



Pilt 19, 20: Vana detaili varuga maha lõikamine ja täpse lõike tegemine koos kohale sobitatud uue detailiga.

Struktuursete detailide vahetamisel pole reeglina võimalik uut detaili vana peale sobitada, seepärast tuleb lõikekohad vastavalt remondijuhisele täpselt välja mõõta ja märkida.



Pilt 21, 22: Lõikekoht on vaja täpselt välja mõõta ning märkida detailile vastav lõikejoon.

Lõikamiseks võib kasutada kas nurklihvijat või tikksaagi. Nurklihvija puhul on oluline, et teda hoitaks alati kahe käega - kas mõlemast käepidemest või tagumisest käepidemest ja korpuse esiosast. Nii hoiame nurklihvijat väga stabiilselt ja kindlalt, et lõige tuleks sirge ja puhas. Samas väldime õnnetusi, mida võib põhjustada ketta kinnijäämine ja sellest tingitud nurklihvija „visklemine“. Korpuse esiosast kinni hoides saame ka toetada nimetissõrme detaili pinnale, mis aitab hoida nurklihvijat veel stabiilselt ja suunata ketas täpselt lõikekohale.



Pilt 23, 24: Korpuse esiosast kinnihoidmine võimaldab toetada nimetissõrm pinnale ja juhtida täpselt lõikeketta liikumist. Vältida tuleks sädemevihu lendamist otse riietele – kiirelt lendavad sädemed põletavad riidesse augud.

Kohtades, kus liide on mitmekihiline ja eemaldada on tarvis ainult pealmine kiht, saab kasutada kas tikksaagi või siis suruõhu turbiini koos mini-lõikeketastega, mille abil on võimalik lahti lõigata ka sisenerkadesse jäävaid kohti.



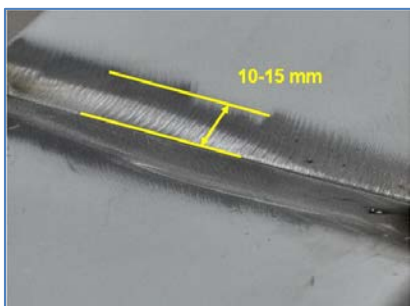
Pilt 25, 26: Turbiini ja mini-lõikekettaga pealmise kihi maha lõikamine.

NB! Lõiketööde juures tuleb kindlasti kanda kindaid, kaitsevisiiri või –prille ning jälgida, kuhu lendavad sädemed. Kontrollida, kas sädemete lendamise suunas on tuleohtlikud ja tundlikud pinnad kinni kaetud.

Peale lõiget tuleb ühendamisele minevad servad puhastada korralikult halja metallini, sest liidetavate kohtade vahetusse lähedusse jäänud krundid ja värvid takistavad kvaliteetse õmbluse teket. Keevitusest tekkiva kuumuse mõjul hakkavad nad põlema ning eraldavad keevituse jaoks sobimatuid gaase. Seepärast tuleb keevituskoha ümbrus kõikvõimalikest pinnakatetest puhastada. Selleks piisab mõlemalt poolt ca. 15 mm alast. Pinnakatete eemaldamiseks on soovitatav kasutada abrasiive, mis ei liivi metalli õhemaks vaid eemaldavad tema pealt ainult pinnakatted, näiteks kärgekettad või *Scotch-Brite* materjalist nn. *roloc*-kettad.



Pilt 27, 28: Pinna puhastamine värvist kärgeketta ja roloc-ketta abil.



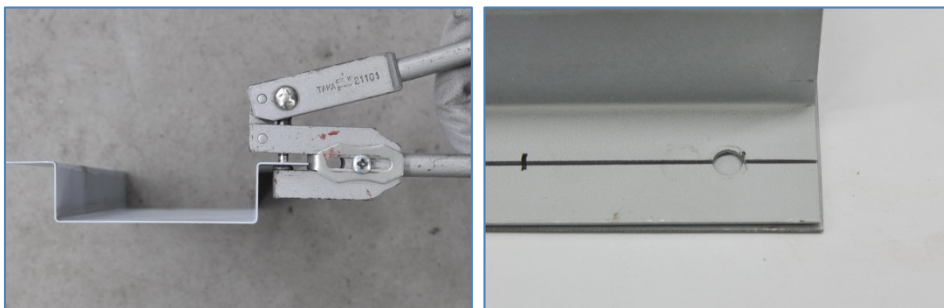
Pilt 29: Pind on tarvis puhastada pleki servast 10-15 mm kaugusele.

Detailide ettevalmistus korkkeevituseks

Korkkeevituse teostamiseks on kõigepealt vaja pealmisele detailile märkida keevispunktide asukohad ja vastavalt ettenähtud augu diameetrile (sõltub metalli paksusest) need augud detaili serva kas puurida (7-10 mm) või perforaatortangidega stantsida (5-6 mm).



Pilt 30, 31: Punktide märkimine paneeli servale.



Pilt 32, 33: Avade stantsimine perforaatortangidega.

Sarnaselt põkkkeevitusele tuleb ka korkkeevituse teostamiseks keevitavad pinnad halja metallini puhastada. Puhastada tuleb nii augu servad pealmisel paneelil kui ka korkkeevituse kohad alumisel paneelil. Vastasel juhul pole võimalik alustada keevituskaarega augu põhjast.



Pilt 34-36: Pindade puhastamine avade ümber, keevituspunktide märkimine alumisele paneelile ja punktide puhastamine alumisel paneelil.



Pilt 37: Kvaliteetselt ettevalmistatud pinnad korkkeevituse teostamiseks.

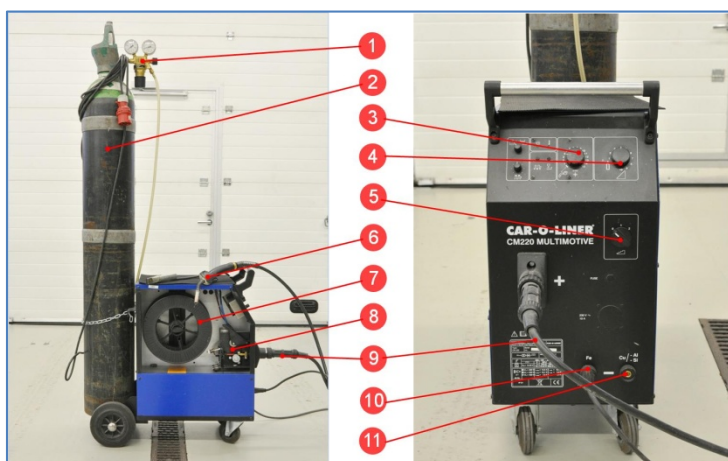
NB! Pindade puhastamisel pole mõttekas kogu kontaktpinda ja servaala laialt haljaks lihvida, sest maalritööde käigus tuleb kõik haljad pinnad uuesti kruntida. Lisaks on paneelide vahele jäävad haljad pinnad aldid pilukorrosioonile. Kui autovalmistaja nõuab tehasekruntide eemaldamist enne keevitamist, siis tuleb paneelide vahele jäävad haljad pinnad enne keevitamist katta aerosooltsingiga.

4.1.4 MIG/MAG keevitamine

Keevitusaparaadi ehitus

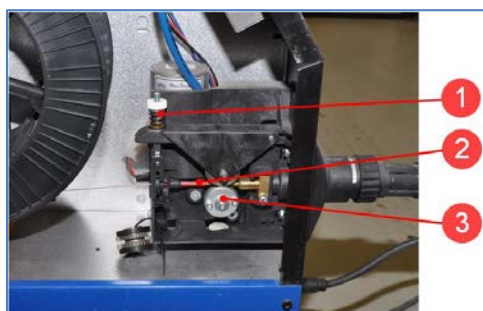
Keevitusaparaate on saadaval kas trafoga (astmeline voolu reguleerimine) või inverter-vooluallikaga (sujuv voolu reguleerimine) ning nende juhtimiseks kasutatakse tavajuhtimist (kahe nupuga), sünergilist juhtimist (ühe nupuga) või sünergilis-adaptiivset juhtimist, mille puhul keevitus reguleerib end ise vastavalt keevituskaares toimuvale. Õppeprotsessis on tarvis mõista, kuidas voolutugevuse ja traadi etteande kiiruse kombinatsioonid keevisõmblust mõjutavad. Selleks on soovitatav alustada keevitamise harjutamist tavajuhtimisega (kahe nupuga) keevitusaparaadil. Pilt, mida keevitaja läbi maski näeb, annab kõige rohkem informatsiooni parameetrite sobivusest ning võimaldab keevitusparameetrite peenhäälestamist keevitamise käigus vastavalt realselt paneelil toimuvale. Kogemustega keevitajad kasutavad selleks ka oma kõrvu, sest õigete parameetritega keevitamise häääl kõlab kui „ühtlane sirin“. Kindlasti tasuks keevituse häälestamist alustada proovitükil, mis on samast materjalist kui paneelid, mida keevitama hakatakse.

Alustuseks tutvume keevitusaparaadiga:



Pilt 38

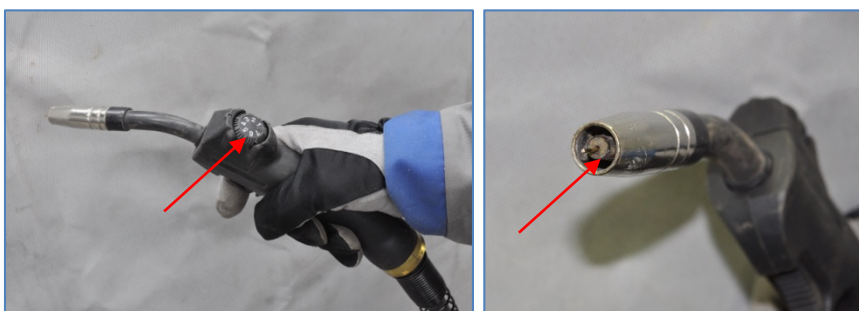
1.gaasireduktor, 2.gaasiballoon, 3.traadi etteande reguleerimine, 4.voolutugevuse reguleerimine, 5.voolutugevuse astmed, 6.keevituskäpp, 7.traadipool, 9.keevituskõri, 10.massikaabli ühendus terastraadile, 11.massikaabli ühendus vasktraadile.



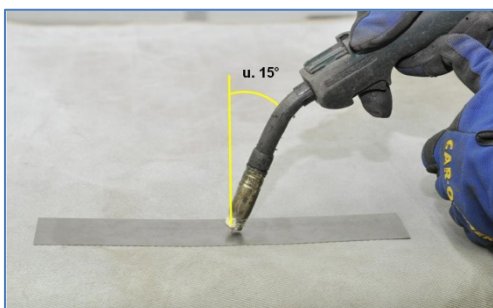
Pilt 39: Traadi etteandemehhanism: 1.rullikute pingutuskruvi, 2. keevitustraadi kõri, 3.vedavad rullikud.



Pilt 40, 41: Keevitustraadi etteande rullid, vasakul ümar soon mõlemal rullikul (Cu ja Al traadile), paremal koonilise soonega vedav rull ja sile surverull (terastraadile).



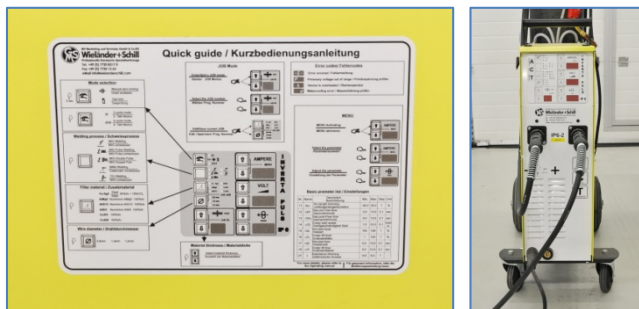
Pilt 42, 43: Keevituspüstol traadi etteande reguleerimise võimalusega. Keevitusvool antakse traadile edasi läbi suudmikus oleva traadidüüsi.



Pilt 44: Keevituspüstolit on soovitatav hoida pinna suhtes u. 15° nurga all.

Keevitusaparaadi häälestamine

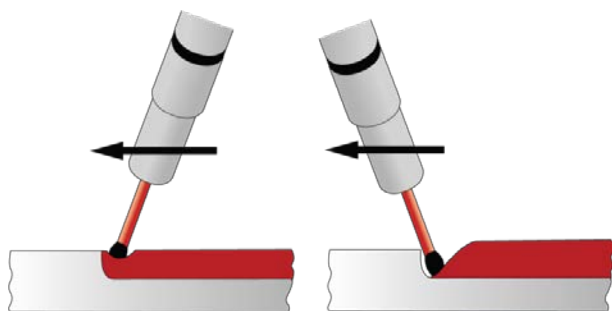
Keevitamise alustamiseks lülitame keevitusaparaadi sisse, avame gaasiballooni, reguleerime gaasi pealevoolu hulga vastavalt keevitusviisile, terase keevitamiseks 10-12 L/min ja MIG-jootmiseks kuni 14 L/min. Kontrollime, et keevitusseadmes on õige ja sobiva diameetriga traat. Autokere detailide keevitamisel kasutatakse traati läbimõõduga 0,8-1,0 mm. Kontrollime, et keevituspüstoli otsik ja traadi düüs oleksid puhtad ja pritsmevabad, vajadusel puhastame ja pihustame neile pritsmekaitsevahendit. Seejärel seadistame keevisvoolu ja traadi etteande keskmisest madalamale tasemele ning alustame sobivate keevitusparameetrite häälestamist sama paksust materjalist proovitükil. Milliseid parameetreid ebakorrekse õmbluse puhul muuta, seda vaata veidi altpoolt punktist 4.1.4. MIG/MAG keevisõmbluse kvaliteedi kontroll.



Pilt 45: Sünergilise juhtimisega keevitusaparaadi peal on tavaliselt „spikker“ kust saate valida paneeli parameetritele vastavad programmid ning need sisestada keevitusaparaadi juhtpaneelil.

Keevisvalli kuju sõltuvalt keevituskäpa liigutamise suunast

Keevituskäpa liigutatakse peamiselt kas tõmmates või tõugates. Tõmbamise korral on keevituskäpa ots suunatud juba keevitatud valli poole, tõugates veel keevitamata ala suunas.



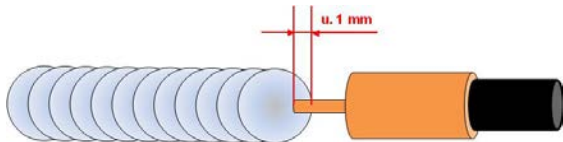
Pilt 46: Tõuketehnika ja tõmbetehnika.

Tõuke- ja tõmbetehnikaga tekitatud keevisvall on veidi erineva kujuga. Kui tõmbetehnikaga me piltlikult ehitame iga järgneva punkti eelmise punkti otsa, siis materjal „kuhjub“ ning sellest tekib keevisvall on veidi kõrgema kujuga. Tõuketehnika puhul lükkab kaitsegaas ja keevituskaar keevisvannis olevat sulametalli veidi edasi ja külgedele ning tänu sellele materjal ei kuhju ning tekib keevisvall on madalam-laiem. Tõmbemeetodit kasutatakse rohkem teraspleki keevitamisel, sest kaitsegaas aitab ka keevisvalli jahutada, mis vähendab kuumusest põhjustatud kooldumist. Tõukemeetodit tuleks eelistada kohtades, kus järeltöötlemine (lihvimine) on raskendatud. Samuti võiks tõukemeetodit eelistada MIG-jootmise puhul, sest kaitsegaas loob sel juhul juba ette jootmiseks sobiva keskkonna (puhudes sealt ära hapniku) ja vähendab seega defektide tekkimise ohtu.

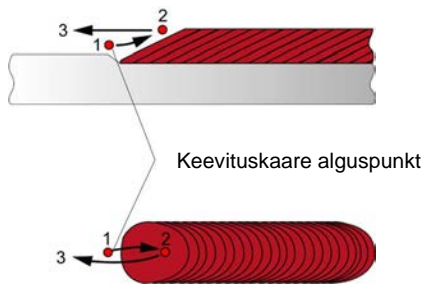
Keevisvalli tekitamine punkt-punktile tehnikaga ja pideva joana.

Keevisvalli on võimalik tekitada kahel moel: kas vajutada päästikule, hoida seda all ja keevitada pideva joana kuni kogu õmblus on valmis keevitatud või siis teha seda katkendlikult punkt-punkti haaval keevitades. Pideva joana keevitades on oht, et õhukese lehtmatali pind kuumeneb sedavõrd, et tekib kuumusest põhjustatud paneeli serva kooldumine, seepärast on soovitatav seda tehnikat kasutada paksema lehtmatali (1 mm ja enam) keevitamisel ja ülekattega täidiskeevitamisel. Õhukeste materjalide puhul saab seda tehnikat kasutada ainult piisava kogemuse olemasolul. Punktadena keevitamine on õhukese (0,6-1,0 mm) pleki puhul kindlam tehnika, mille puhul on soojuste tekkimist lihtsam jälgida ja kontrollida. Punktidega keevitamisel on oluline jälgida, et saavutataks piisav läbikeevitus, seepärast tuleb iga järgmine punkt sulatada kokku eelneva punktiga. Selleks on hea kasutada rütmi 1+1, kus ühe sekundi jooksul on päästik alla vajutatud ning toimub keevitus ning

seejärel on 1 sekund pausi, mille jooksul püstolit edasi nihutatakse ning protsess kordub. Sellisel moel sulatatakse uus punkt, läbi keevitusmaski vaadates, **helepunasesse täppi** ning veel jahtumata punkt sulandub uue punktiga kokku. Oluline on siinjuures punktide omavaheline ülekate, ehk iga järgnev punkt peab olema sihitud eelmise punkti servast umbes 1 mm võrra tema tsentri suunas. Ainult sellise ülekatte puhul on tagatud korralik vahedeta läbikuumitus ka paneeli vastasküljel. Pronkstraadiga kõvajoodise tegemisel on soovitatav rütm 1+2, mis tähendab, et keevitatakse 1 sekund ja paus on 2 sekundit, misjärel protsess kordub. Läbi keevitusmaski vaadates sulatatakse uus punkt **tumepunasesse täppi**. Selline paus võimaldab joodisel enne uue punkti pealekeevitamist veidi tahkuda. Kuna jootmisel on õhupilu laiem, kui keevitamisel, siis on oht vedela joodise pilust läbikuumumisele suurem.



Pilt 47: Punkt-punkti peale keevitamine



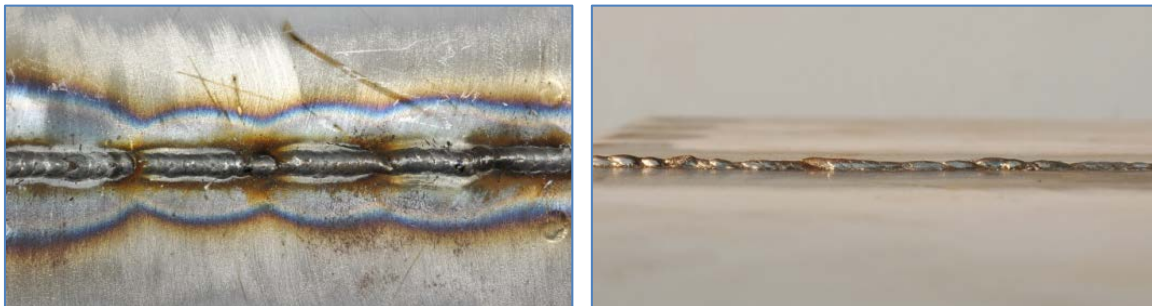
Pilt 48: Käe liigutamine pideva joaga keevitamise käigus.

Seda meetodit on autokere juures hea kasutada täitekeevituse ja >1 mm materjali puhul.

4.1.5 MIG/MAG keevisõmbuse kvaliteedi kontroll

Keevisõmbuse kvaliteeti hinnatakse tema ühtluse, läbikuumutamise ja katkematus järgi. Siin ei kehti väljend: „mida rohkem, seda uhkem“. Liiga kõrge keevisvall võib varjata kesist läbikuumitust ning tema mahalihvimine on lisaks töö- ja ajamahukas. Parem on lähtuda põhimõttest: nii palju, kui on vaja kvaliteetse ühenduse tekitamiseks.

Kvaliteetne keevisõmbus õhukesel autoplekil võiks välja näha selline:



Pilt 49, 50: Keevisvall on pooride vaba, valli laius pealtpoolt umbes 5 mm, keevisvalli kõrgus kuni 2 mm. Keevitatud u. 3 cm pikkuste lõikudena, et jagada soojust ühtlasemalt paneeli pinnal laiali.



Pilt 51: Paneeli tagaküljel on punktid omavahel korralikult kokku sulanud.

Kvaliteetne korkkeevitus võiks välja näha selline:



Pilt 52

Et osata korrigeerida valesid keevitusparameetreid, siis järgnevalt mõned tüüpilisemad keevitusvead ja nende põhjused:



Pilt 53: Läbikuumitamist ei toimu, palju sädemeid, keevisvall poorne ja ebaühtlane – kaitsegaasi pealevool puudulik.



Pilt 54: Palju sädemeid ja pritsmeid – traadi etteande kiirus väike (keevituskaar katkeb). Keevituspüstol pinnast liialt kaugel. Keevitusvool liialt suur. Pinnad puhastamata.



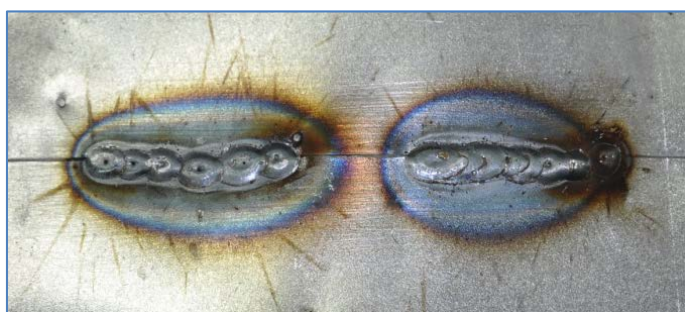
Pilt 55: Keevisvall kitsas ja kõrge – voolutugevus liialt väike, ei teki läbisulamist. Traadi etteande kiirus ja/või käe liigutamise kiirus suur.



Pilt 56: Keevisvall lai ja kõrge – traadi etteande kiirus liialt suur või käe liigutamise kiirus väike.



Pilt 57: Metalli läbisulamine, augud – keevitusvool liialt suur, keevituskäpp liialt lähedal või tema liigutamise kiirus liiga väike.



Pilt 58: Vasakpoolsel õmblusel keevituspunktide vahekaugus liialt suur, parempoolne nõuetekohane.



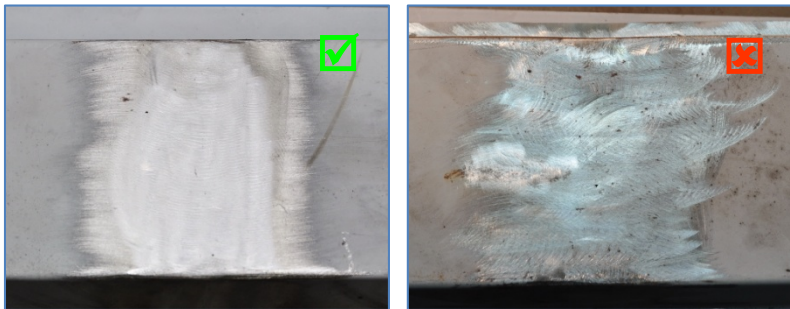
Pilt 59: Samad õmblused vastaspoolelt, vasakpoolsel õmblusel on vahed sees ja pole ühtlaselt läbi keevitatud. Parempoolne on hästi läbi keevitatud.

4.1.6 MIG/MAG keevisõmbluste järeltöötlus

Autokerel teostatud keevisõmblused lihvitakse reeglina pinnaga ühetasaseks, mis võimaldab nende peal teha eeltööd ja üle värvida selliseks, et parandatud koht jääks silmale märkamatuks. Auto kereremont algab plekitööst ja lõpeb värvimistöodega, seega tuleb keevisõmbluste töötlemisel silmas pidada kogu protsessi - et iga etapp selles sujuks kiiresti, efektiivselt ja kvaliteetselt. Keevisliidete töötlemise kvaliteet mõjutab suurel määral eeltöö mahtu, seepärast tuleb keevisõmbluste viimistlemisele pöörata väga suurt tähelepanu, vastasel juhul põhjustame asjatut lisatööd maalrile ja viime töökoja jõudluse ja kvaliteedi alla.

Alustame sellest, et õhukesele plekile keevitatud keevisvalli mahalihvimiseks ei tohi kasutada nurklihvijat ei käia- ega lamellkettaga. Käiaketas kuumutab pleki kiiresti üles ja kuumus võib põhjustada pleki deformatsiooni, lisaks on käiaketta puhul raske jälgida paneeliga sama tasapinna saavutamist ning valitseb suur oht keevisvalli „lohku“ käiamisele. Lamellketas seevastu on elastne ja

kaardub üle keevisvalli, võttes kaasa ka keevisvalli kõrval olevat metalli. Seeläbi tekib lihvimise käigus keevisvalli kõrvale paneeli tasapinnast madalam lohk - samas kui keevisvall pole veel paneeli tasapinnani maha lihvitud. Käiaketast võib äärmisel juhul kasutada vaid liiga kõrge keevisvalli tipu mahavõtmiseks, kuid mingil juhul ei tohi käiakettaga valli lõpuni viimistleda. Parim viis on kasutada 50-75 mm diameetriga fiiberkettaid (nt. 3M Roloc-kettad) koos mini-nurklihvijaga, mis lihvidavad oma tasapinnaga - sellisel juhul on paneeliga sama tasapinna saavutamist kergem jälgida ning oht plekk õhukeseks lihvida väike. Keevisvalli lihvimist võib alustada P36 karedusega, minnes seejärel järkjärgul üle peenemale karedusele. Lõppviimistlus peab olema vaba suurtest kriimudest ja viimistletud P120 karedusega. Sellisel juhul on pinnad ette valmistatud ja sobivad maalritöödega alustamiseks (pahteldus-kruntimine). Kõik sellest jämedamad lihvimiskriimud põhjustavad lisatööd ja hiljem ka probleeme maalritööde osas.



Pilt 60, 61: Vasakul korrektselt viimistletud keevisõmblus, paremal ebakorrekne viimistlus.



Pilt 62, 63: Keevisvalli tasandamine mini-nurklihvijaga fiiber (vasakul) ja viimistlemine Scotch-Brite kettaga.



Pilt 64, 65: Viimistletud kõvajoodis piilaritel.

Korkkeevituse viimistlemisel tuleb samuti vältida tasapinnast allapoole lihvimist, sest vastasel juhul peab maaler hakkama igat keevitatud punkti eraldi pahteldama, mis on mõttetu lisatöö.



Pilt 66: Korkkeevituse mahalihvimine mini-nurklihvija ja roloc-kettaga.



Pilt 67: Ebakorrektnel keevisõmblus ja viimistlus: poorselt keevitatud korkõmblus ja lohku lihvitud tasapind.

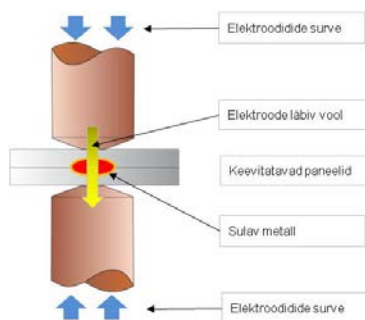
4.2 Punkt- ehk kontaktkeevitus (*i.resistant welding, spot welding*)

Õpiväljund: Õpilane saab aru punktkeevitusprotsessi põhimõttest ja seda mõjutavatest teguritest. Oskab valida punktide vahekaugusi ja asukohti, valmistada ette pinnad ja seadistada punktkeevitusaparaati vastavalt keevitavate paneelide paksusele, kvaliteedile ja pinnaktetele. Oskab hinnata punktkeevitusõmbluse kvaliteeti ja viimistleda õmblused maalritööde alustamiseks.

Punktkeevitus, mida eestikeelsetes õpikuteks on nimetatud ka kontaktkeevituseks, on keevitusviis, mille abil sulatatakse liidetavad metallid kokku punktthaaval liitekohta mõlemal pool asuvatest elektrodidest voolu läbilaskmise teel. Metall kuumeneb seejuures tänu elektrodide vahele jääva osa takistusele, millest tuleneb ka selle keevitusviisi üks ingliskeelsetest nimetustest – *resistant welding* ehk takistuskeevitus.

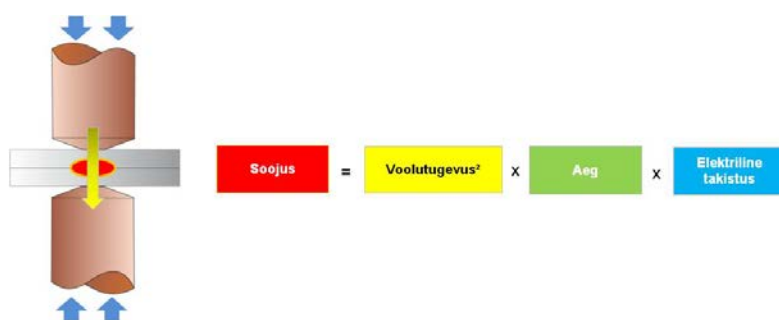
4.2.1 Punktkeevitusprotsess.

Vaatame seda protsessi lähemalt. Kõigepealt suruvad elektrodid liidetavad paneelid omavahel kokku, seejärel juhitakse elektrodidest läbi elektrivool, mis kuumutab elektrodide vahele jäävat metalli sulamiseni ning tekib punktikujuline keevisliide kihtide vahel.



Pilt 68

Metalli kuumenemist temast läbilastava voolu toimel põhjustab takistus elektrodide ja paneeli vahel, samuti paneelide omavaheline takistus. Tekkiva soojuse hulk sõltub kokku kolmest parameetrist: voolutugevuse ruudust, keevituse kestvusest ja elektritakistusest elektrodide vahel.



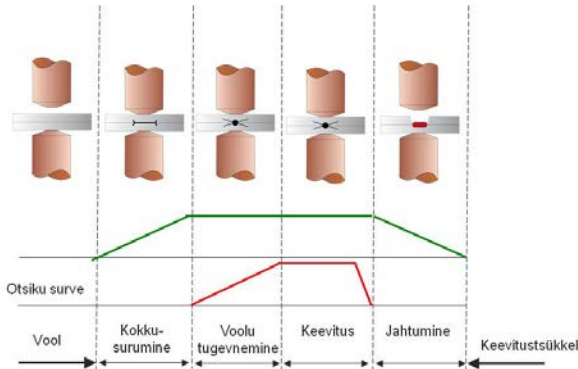
Pilt 69

Mingi parameetri muutmisel muutub ka tekkiva soojuse hulk. Näiteks, kui elektrodide surve paneelidele ei ole piisav, siis on takistus elektrodide ja paneeli(de)vahel liialt suur, mis põhjustab punkti ülekuumenemist, mille tagajärjel tekivad sädemed või koguni kaarleek, mis põletab paneelidesse augu. Sama efekt on ka puhastamata elektrodide kasutamisel. Kui voolutugevus on madal, siis paneel ei kuumene piisavalt ning keevituse südamik jääb liialt väikseks. Kui keevitusaeg on liialt pikk, siis kuumeneb punkt üle ja tekivad mikropraod punkti ümber. Jne.jne.

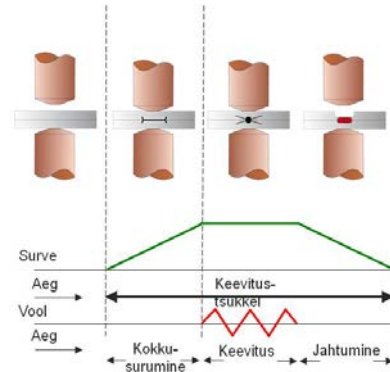
Parema kontrolli saavutamiseks on punktkeevitusprotsess jagatud kolmeks faasiks:

1. Paneelide kokkusurumise faas, mille jooksul elektroodid surutakse vastu paneele ilma vooluta
2. Keevitusfaas, mille jooksul vool tugevneb ja toimub keevitamine
3. Jahtumisfaas, mille jooksul hoitakse elektroode endiselt surve all, et punktkeevituse südamik jõuaks tahkuda

Alalisvooluga ja vahelduvvooluga protsess on veidi erinev ning keevitustsükli saavutatav maksimaalne voolutugevus on vahelduvvoolu puhul madalam.



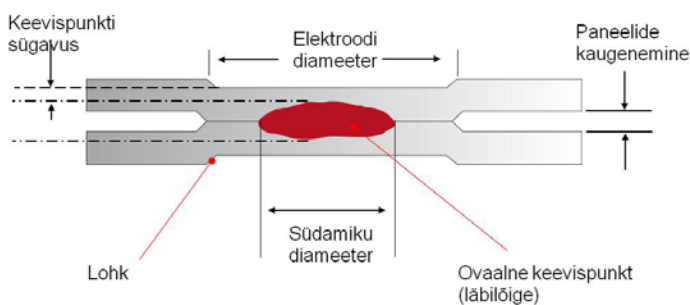
Pilt 70: Keevitustsükkel alalisvoolu puhul.



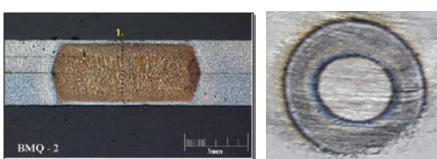
Pilt 71: Keevitustsükkel vahelduvvoolu puhul.

Täisautomaatsetel punktkeevitusaparatuuridel on tsükkel jagatud veelgi rohkemateks faasideks, kuigi kasutaja seda otseselt ei märka, sest tegemist on sedavõrd lühikeste faasidega. Nimelt toimub täisautomaatsetel punktkeevitusaparatuuridel peale elektroodide kokkusurumist materjali paksuse, kvaliteedi ja kogutakistuse mõõtmine ning vastavalt tuvastatud informatsioonile valib keevitusaparaat ise sobiva keevitusprogrammi koos eelpõletuse, voolu tugevuse ja ajaga, mis tagaks kvaliteetse keevispunkti. Eelpõletus on keevitustsükli osa, mille käigus põletatakse väiksema vooluga paneelide vahel olevad materjalid, näiteks uuel detailil olev tehasekrunt, ühenduskohtade vahele korrosioonikaitseks kantud tsingikiht või kereliim (NB! Kereliim on läbikleepitav piiratud aja jooksul peale paigaldust!). Alles peale eelpõletust toimub põhikeevitus, mis sõltuvalt paneeli materjalist võib olla ühe- või mitmekordne impulss.

Punktkeevituse tulemusena tekib paneelide ühenduskohta keevituspunkt, mille sees on läbisulamisest tekkinud südamik (*i. weld nugget*) ning väliskülgedel elektroodide survest tekkinud lohukesed (*i. impression*)



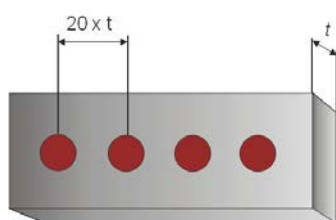
Pilt 72: Punktkeevituspunkti läbilõike skeem.



Pilt 73, 74: Punktkeevituspunkti läbilõige ja pealtvaade.

Punktkeevituspunktide vahekaugus

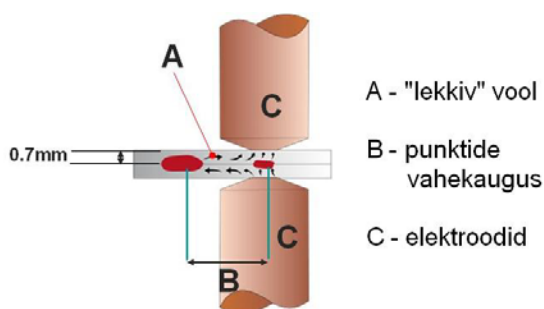
Järgmiste punktide keevitamisel on oluline parameeter punktide omavaheline kaugus. Siin ei kehti arvamused, et mida tihedamalt punkte, seda tugevam õmblus. Punktkeevitamisel kasutatakse küll tugevat voolu, kuid ka tugevatel asjadel on omadus minna võimalusel lihtsama vastupanu teed. Punktkeevitamise puhul on lihtsama vastupanu teeks juba keevitatud punkt. Kui elektrodide vahel oleva ühenduse takistus on väga suur, siis on elektrivoolul lihtsam minna läbi kõrvaloleva takistusevaba keevipunkti ning uue punkti läbikeevitamiseks jääb teda läbivast voolust väheks. Seda nähtust kutsutakse **lekkevooluks** läbi kõrvaloleva punkti. Et seda vältida, tuleb vahemaa kahe punkti vahel teha piisavalt pikaks, et elektrivool „ei viitsiks“ enam sealtkaudu minna. **Lekkevoolu ärahoidmiseks on minimaalne lubatud punktide vahekaugus 20-kordne paneeli paksus.**



Pilt 75

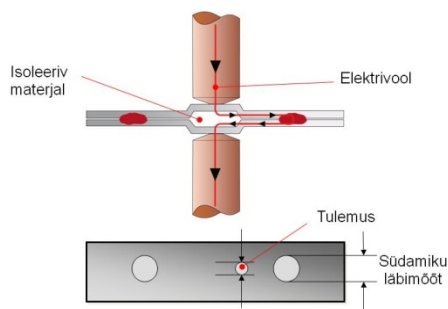
See on minimaalne punktide vahekaugus. Siiski ei piisa tugeva õmbluse tegemiseks ainult paarist punktist pika maa tagant. **Maksimaalne lubatud punktide vahekaugus on 40-kordne paneeli paksus.**

Minimaalse vahemaa nõude eiramisel saame ebakvaliteetse keevipunkti, mis pole täielikult läbi keevitatud ning tema diameeter on nõutust väiksem.



Pilt 76: Lekkevoolu vältimiseks peaks 0,7 mm paksuse pleki keevitamisel minimaalne punktide vahekaugus (B) olema vähemalt $0,7 \times 20 = 14$ mm.

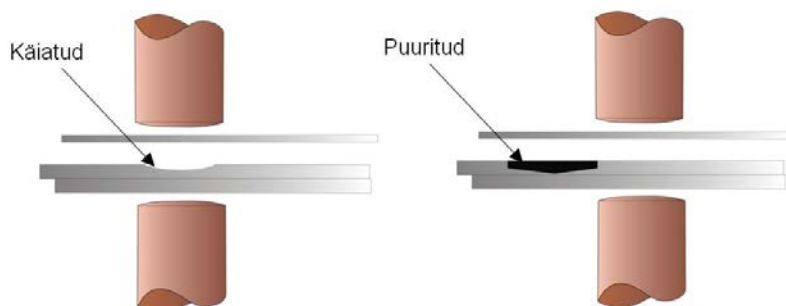
Lekkevoolu tuleb silmas pidada ka paneelide vahel olevate isoleerivate materjalide (nt. kereliim, pleki astmest tingitud õhupilu) läbikeevitamisel. Isegi nõuetekohase vahekauguse puhul on oht, et isoleerivate materjalide paksu kihi korral on takistus sedavõrd suur, et voolul on lihtsam ette võtta teekond naaberpunktini. Tulemuseks on ebapiisava läbikeevitusega punkt.



Pilt 77: Voolu leke isoleerivate materjalide puhul.

Mitmehiliste struktuursete osade punktkeevitamine

Autokere struktuursete osade puhul on tihti kokku liidetud kolm teraslehte, millest kaks on paksemad ning üks (pealmine) õhem. Välimise paneeli väljavahetamisel tekib küsimus, kuhu keevitada uus kolme kihti liitev punkt? Vastus oleks, et nii lähedale vanale punktile kui võimalik, sest siis käituvad alumised paneelid ühe tervikuna ja keevituse jaoks on see kahe, mitte kolme kihi kokukeevitamine. Siiski ei saa vana punkti alati kasutada ja see sõltub pealmise paneeli eemaldamise viisist. Kui pealmine paneel on eemaldatud punkti läbikäimise-/lihvimise teel ja keskmisele paneelile on sellest jäänud vaid kerge sujuv lohk, siis saab uue paneeli keevitada täpselt vana punkti peale. Kui pealmine paneel on eemaldatud puurimise teel ja puuri ots on lõiganud jälje ka keskmise paneeli sisse, siis tuleb uus punkt teha vahetult vana punkti kõrvale. Puurimisjälje peale keevitades jääb paneelide vahele õhupilu, mis on elektriliseks takistuseks ning suurem vool võib põhjustada punkti läbipõlemist.



Pilt 78, 79

NB! Keevitatavad paneelid tuleb alati enne keevitamist fiksaatortangidega kokku suruda. Elektroodid avaldavad küll paneelidele survet, kuid ebatasase 1-2 mm lehtmatali kokku surumiseks sellest alati ei piisa. Tulemuseks on paneelide vaheline ebapiisav kontakt, mis halvemal juhul tekitab elektroodide vahel kaarleegi ja soovitud keevisõmbluse asemel hoopis augu.

4.2.2 Pindade ettevalmistus punktkeevituseks

Enne vahetatava detaili pindade ettevalmistamise juurde asumist on tarvis eemaldada autokerelt punktkeevitusega ühendatud vana detail. Selleks saab kasutada punktirelli, lintlihvijat ja hädapärast ka nurklihvijat koos käiakettaga. Peale vana paneeli eemaldamist tuleb vanadest punktidest jäänud kraadid maha lihvida, et nad ei segaks uue detaili ja alusmetalli tihedat kontakti.



Pilt 80-83: Punktide väljapuurimine. Punktide väljalihvimine lintlihvijaga. Punktkeevituse jäänuste tasandamine mininurklihvijaga.

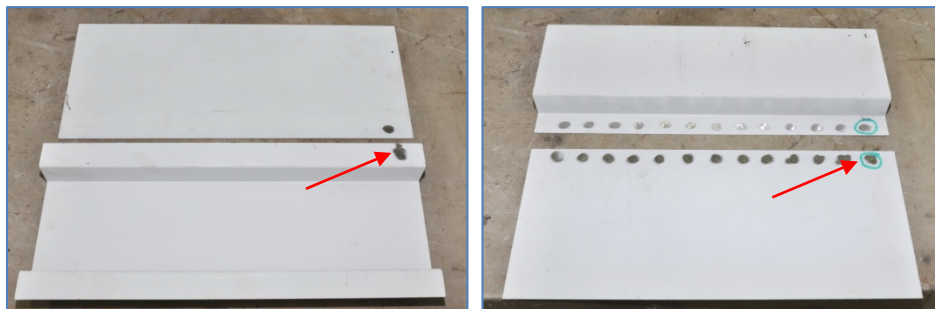
Kui vana paneel on eemaldatud, siis on aeg punktkeevituseks ette valmistada asenduspaneel. Selleks tuleb paneeli servale märkida punktide asukohad ja need haljaks lihvida. Remondijuhistes on ära toodud igale liitekohale ettenähtud keevituspunktide arv. Remondijuhise puudumisel tuleb üle lugeda vanal paneelil olnud punktid ja korrutada see arv 1,3-ga. Selline on avariiremondil soovitatud keevituspunktide arv. NB! Kui minimaalne lubatud punktide vahekaugus seda arvu punkte antud piirkonda keevitada ei luba, siis tuleb lisada originaalpunktide arvule vähemalt 1 punkt.



Pilt 84, 85: Punktide märkimine ja puhastamine paneeli välisküljel.

Puhastada tuleb ka autokere küljes oleva paneeli see külg, mis läheb kontakti elektroodiga. Vastasel juhul elektrilise kontakti puudumise tõttu keevitust ei toimu. Kui paneelide välisküljed on ette valmistatud, siis tuleb kõige esimese keevituspunkti jaoks ka paneelide vahele luua elektriline kontakt, sest suure elektrivoolu juures (11-14 000A) fiksaatortangidega tekitatud „massist“ ei piisa. Kindlasti tuleks paneelide välisküljele teha märge seestpoolt puhastatud punkti asukoha kohta, et olla kindel,

kuhu esimene keevituspunkt keevitada tuleb. Peale paneelide paigaldust ja fikseerimist nende vahele enam piiluda ei saa.



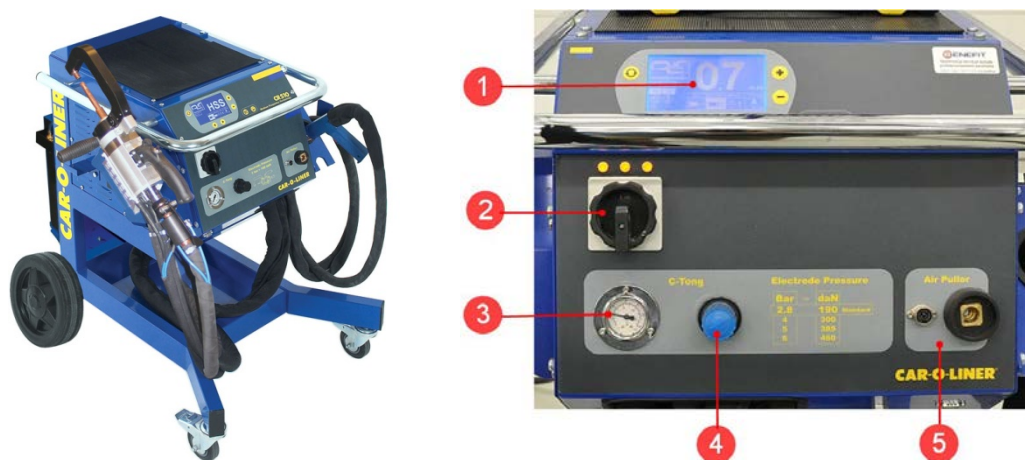
Pilt 86, 87: Paneelide siseküljele loodud elektriline kontakt ja selle märga välisküljel.

Kui paneelide siseküljed on krunditud, siis punktkeevituse teostamiseks seda ühenduskohast eemaldama ei pea (v.a. esimene punkt), sest tänapäevased punktkeevitusaparaadid suudavad sellest läbi keevitada. Siiski nõuavad paljud autovalmistajad varuosalt krundi eemaldamist ka paneelide sisekülgedelt, sellisel juhul taastatakse paneelidevaheline korrosioonikindlus nende pindade katmisega tsinkaerosooli või spetsiaalkrundiga. Haljaks lihvitud ja selliseks jäetud sisepinnad on tundlikud pilukorrosioonile.

4.2.3 Keevitamine punktkeevitusega

Kui pinnad on ette valmistatud, siis saab asuda keevitamise juurde. Kõigepealt tuleb sisse lülitada punktkeevitusaparaat. Selleks ühendada keevitusaparaadi külge suruõhk ja keevitusaparaadi toitekaabli pistik seinakontakti. NB! Reeglina vajavad autoremondis kasutatavad punktkeevitusaparaadid 32A voolu, mille pistikud on tavalisest 16A mitmefaasilisest pistikust suurema diameetriga. Seejärel võib punktkeevitusaparaadi sisse lülitada ning teda häälestama asuda.

Keevitusaparaate on nii käsitsi häälestatavaid kui ka automaatseid, mis mõeldavad ise nii materjali paksuse, kvaliteedi kui ka keevituspunkti takistuse ning valivad ise neile parameetritele sobiva keevitusprogrammi. Järgnevalt vaatleme aga käsitsi häälestatavale punktkeevitusele parameetrite sisestamist Car-O-Liner CR530 näitel.

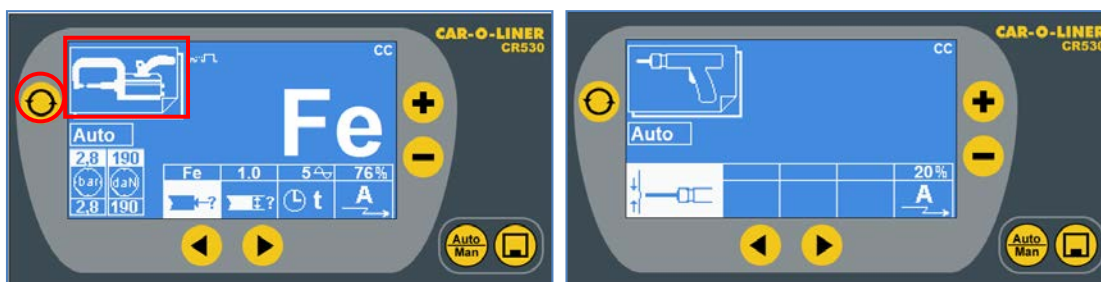


Pilt 88, 89: Punktkeevituse juhtpaneeli osad: 1.ekraan, 2.pealüliti, 3.suruõhuanomeeter, 4.suruõhureduktor, 5.Airpulleri ühenduskoht



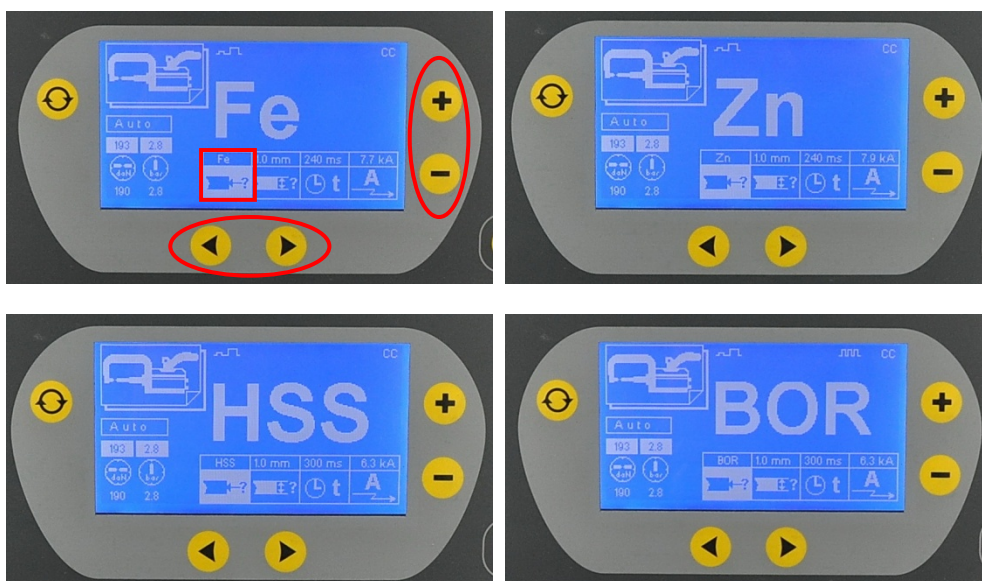
Pilt 90: Keevituskäpa osad: 1.vahetatav keevituskaar, 2.liikuv elektrood, 3.käepide koos päästikuga, 4. liikuva elektroodi fikseerimisklamber.

Töövahendi valimiseks tuleb vajutada ekraani vasakus servas olevat pöördnooltega nuppu. Valida saab punktkeevituskäpa ja multifunktsionaalse käpa vahel.



*Multifunktsionaalne käpp võimaldab keevitada pinnale neete, seibe, polte, kasutada teda koos tõmbevasaraga *spotteri* funktsioonis ja koos söepulga või vaskelektroodiga pinna kuumutamiseks.

Materjali valimiseks tuleb liikuda ekraani allservas olevate nooltega tabeli esimesse lahtrisse ning paremal olevate „+“ ja „-“ märkide abil valida sobiv terase liik

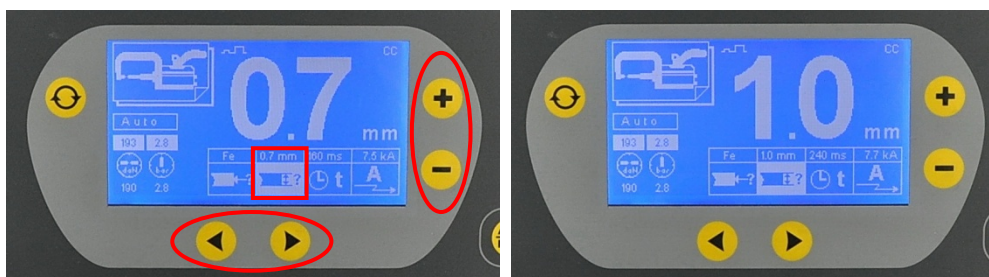


Valida saab nelja kvaliteediga terase vahel:
Fe – tavaline madalsüsinik teras, ilma pinnakateteta

Zn – galvaniseeritud või krunditud teras
 HSS – kõrgtugevad terased
 BOR – parendatud ja ülikõrgtugevad terased (AHSS, UHS)

NB! Erineva kvaliteediga teraste kokku keevitamisel tuleb valida kõige kvaliteetsemale terasele sobiv programm

Materjali paksuse valimiseks tuleb liikuda ekraani all servas olevate nooltega tabeli teise lahtrisse ning paremal olevate „+“ ja „-“ märkide abil valida sobiv materjali paksus.



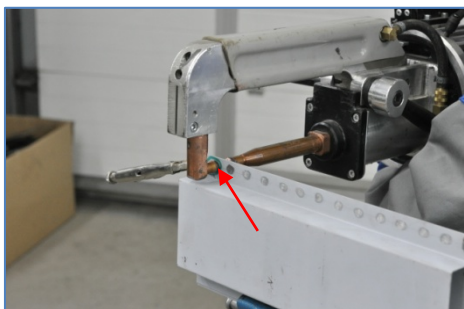
*Kahe erineva paksusega paneeli kokku keevitamisel tuleb valida õhem materjal

*Kolme paneeli kokku keevitamiseks tuleb kokku liita kõikide liidetavate paneelide paksus ja see kahega jagada.

NB! Osadel punktkeevitusaparaatidel tuleb sisestada liite kogupaksus, ehk kõikide paneelide paksuste summa. Enne punktkeevitusega töö alustamist kontrolli nõutavat sisestusviisi kasutusjuhendist.

Kui keevitusaparaati on parameetrid sisestatud, siis saab asuda keevitamise juurde.

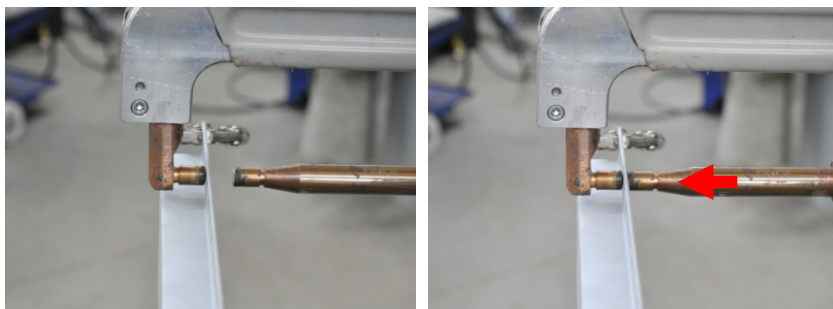
Ei tohi unustada, et esimene keevituspunkt tuleb teha kohas, mis on ka seestpoolt puhastatud.



Pilt 91: Esimene punkt tuleb teha kohta, mis on puhastatud ka seestpoolt.

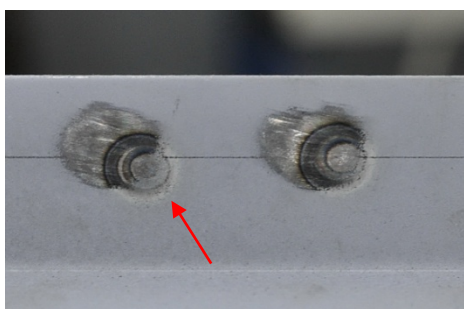
Peale esimese keevituspunkti keevitamist on soovitatav jätkata samast punktist kaugemale liikudes, sest esimese punktiga loodud paneelidevaheline elektriline kontakt üle 5 cm kauguselt enam nii hästi ei toimi ning keevituspunktid võivad tulla ebakvaliteetsed.

Keevitamisel on soovitatav toetada vastu paneeli keevituskäpa mitteliikuv elektrood, et peale päästikule vajutamist elektrood paigalt ei nihkuks.



Pilt 92, 93: Soovitav on vastu paneeli toetada mitteliikuv elektrood.

Kui toetada paneeli vastu liikuv elektrood, siis hakkab päästikule vajutades kogu keevituskäpp liikuma ning võib elektroodi oma kohalt nihutada. Selle tulemusena võib elektrood sattuda puhastamata alale mis halvemal juhul põhjustab ebakvaliteetse punkti keevitamise.

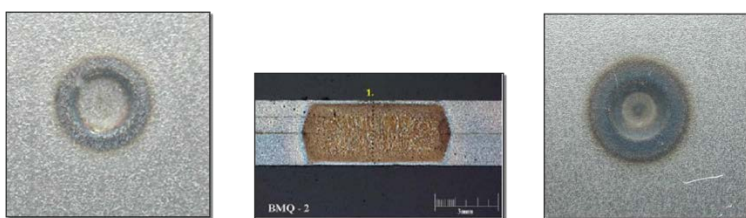


Pilt 94: Ebakvaliteetse punkti põhjuseks võib olla elektroodi sattumine värvist puhastamata alale.

4.2.4 Punktkeevituse kvaliteedi kontroll ja järeltöötlus

Punktkeevituse kvaliteeti hinnatakse tema piisava läbikuumutatuse ja südamiku diameetri järgi.

Keevispunkti visuaalne kontroll:



Pilt 95: Vasakul ebapiisavalt keevitatud punkt, keskel korrektne ja paremal ülekuumutatud punkt.

Ebapiisavalt läbikuumutatud punkt pole piisavalt tugev ja võib avariisituatsioonis lahti rebeneda. Ülekuumutatud punkti ümber tekivad mikromõrad, mis võivad avariisituatsioonis samuti olla punkti lahti rebenemise põhjuseks.

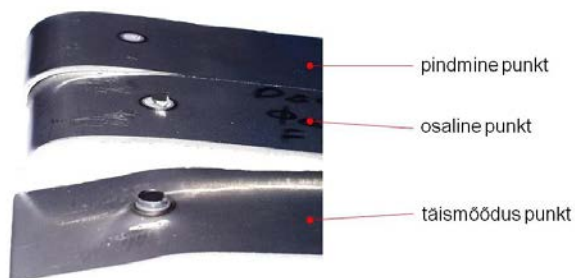
Koorimistest

Läbikuumutatuse ja punkti südamiku diameetri kontrollimiseks teostatakse nn. **koorimistest**, mille käigus rebitakse proovipunkt lahti. Korrektselt keevitatud punkti puhul rebeneb üks paneelidest teise küljest lahti selliselt, et südamik murdub tema seest välja, tekitades augu, ning südamik ise jääb alumise paneeli külge. Nüüd on võimalik südamiku diameeter täpselt üle mõõta.



Pilt 96

Koorimistest näitab ka punktkeevituse läbikeevitatust. Punkt on ebakvaliteetne juhul kui paneelid on vaid pindmiselt seotud või on moodustunud osaline punkt. Kvaliteetse punkti puhul on moodustunud korrektne täismõõdus punkt:

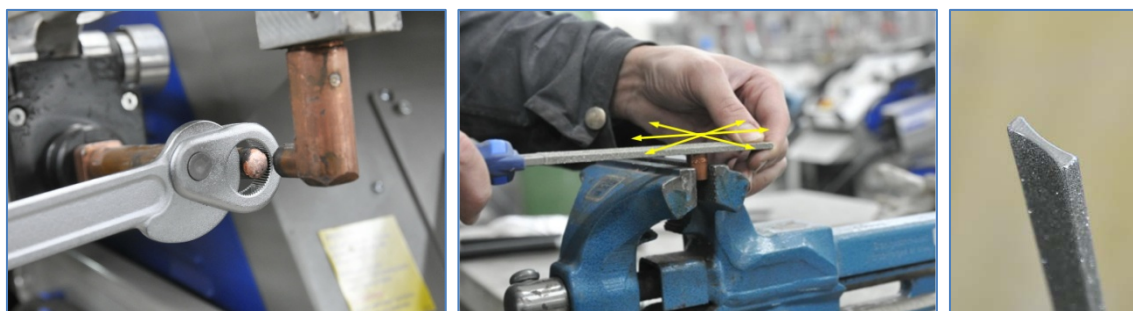


Pilt 97

Punktkeevituse kvaliteeti mõjutavad tegurid

Punktkeevituse kvaliteeti mõjutavad põhiliselt kolm tegurit: elektroodide seisukord, paneelide seisukord ja punkti asukoht.

Kaks esimest on otseselt seotud punkti elektrilise takistusega – kui elektroodide otsad on põlenud, siis on nende takistus liialt suur ja kvaliteetset keevitust ei õnnestu teha. Seepärast tuleb elektroodide otsad alati puhtad hoida ja vajadusel jooksvalt puhastada. **NB!** Elektroode **EI TOHI** puhastada lapiku viili ega nurklihvijaga. Elektroodi pind on kindla raadiusega, mis loob paneeliga kokkusurumise käigus piisava kontaktpinna punktkeevituse toimumiseks. Viili või nurklihvijaga ei õnnestu kuidagi seda raadiust järgida ning tulemuseks on ebaühtlane või vale nurga all elektroodi pind, mille kontakt paneeli pinnaga ei ole täielik ning põhjustab pinna ülekuumenemist ja seega ebakorrektselt punkti. Lubatud on puhastada elektroodi pinda oksiidist käsitsi lihvpaberiga, mis pole karedam kui P120. Kui elektroodi ots on kergelt põlenud, siis saab seda taastada spetsiaalse nõgusa teemantviiliga. Selleks tuleb elektroodi ots asetada kruustangide vahele püsti ja hoides viili horisontaalselt, lihvida pinda erinevates suundades, kuni vigastus on silutud. Seejärel lihvida pind veelkord üle P120 lihvpaberiga, et eemaldada elektroodi pinnalt jämedad kriimud. Seda on lubatud teha vaid väga väikeses osas ning seetõttu tuleb juba keskmiselt põlenud elektroodid koheselt välja vahetada.

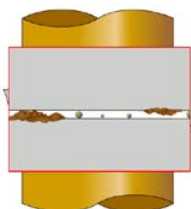


Pilt 98, 99, 100: Punktkeevituselektroodi otsiku eemaldamine spetsiaalvõtmega pöörates ja kontaktpinna tasandamine nõgusa teemantviiliga.



Pilt 101: Elektroodi otsa puhastamine P120 lihvpaperiga.

Paneeli seisukord omab samuti olulist rolli keevituse õnnestumisse. Kuigi punktkeevitused suudavad keevitada läbi paneelide vahel oleva värvi, sest see põletatakse eelpõletuse käigus välja, siis mehaanilisi takistuste vastu punktkeevitusel rohtu pole. Selliseks takistuseks võib olla näiteks kerge pindmine korrosioon paneelide sisepinnal. Seepärast tuleb kõik pinnad enne keevitamise juurde asumist hoolikalt puhastada nii õlidest, rasvadest kui ka mehaanilistest takistustest.



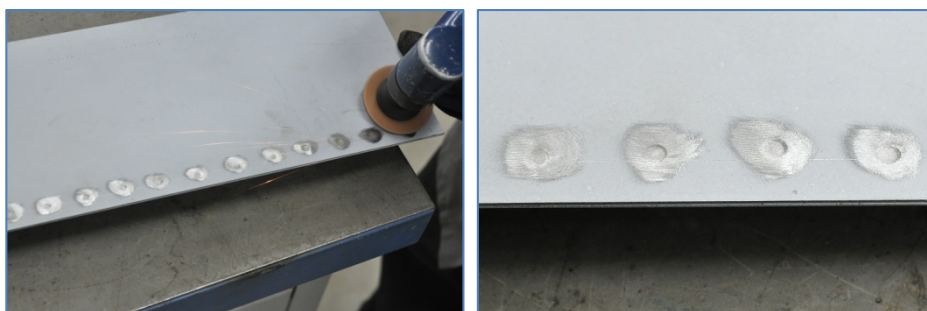
Pilt 102: Paneelide vahele jäänud roosteosakesed takistavad kvaliteetse punkti keevitamist.

Punkti asukoht mõjutab keevituse kvaliteeti siis, kui punktid satuvad teineteisele lähemale kui lubatud minimaalne piirmäär ja ka siis, kui punkt satub näiteks paneeli servale liialt lähedale.

Punktkeevituse järeltöötlus

Punktkeevitust kasutatakse reeglina kohtades, mis jäävad kas tihendite alla (ukseavad) või on varjatud kohtades, kus nad otseselt silma ei paista (nt. mootoriruum, pagasiruum). Seepärast piisab punktkeevituspunktide puhastamisest tema pinnale tekkinud oksiidikihist. Peale seda on pind valmis kruntimistöodega alustamiseks. Vältida tuleks töötlemist mistahes jämeda abrasiiviga (käiaketas, fiiberketas P36-50), sest siis kaob ära punktkeevitusele tüüpiline jäljend ja halvemal juhul tekib keevituspunkti kohta pinnast allapoole lihvitud lohk, mis vajab pahteldamist vaatamata sellele, et ta asub varjatud kohas. Võimaliku tulevase remondi puhul torkab ebaprofessionaalne viimistlus kohe silma.

Punkti puhastamiseks oksiidist sobib nii kärgketas kui ka Scotch-Brite roloc-ketas.



Pilt 103, 104: Korrektnen puhastamine ja puhastamisest allesjäänud punktkeevitust iseloomustavad lohukesed.

4.3 Ohutusnõuded keevitustöödel.

Õpiväljund: Õpilane tunneb ohutusnõudeid keevitustöödel. Oskab kasutada vajalikke isikukaitsevahendeid ja kaitsta ümbritsevaid pindu keevitussädemete ja -pritsmete eest.

Üldised ohutusnõuded

Keevitus- ja muude tuletööde teostamiseks tuleb tööalast eemaldada kõik tuleohtlikud materjalid, kontrollida, et auto kütusepaak oleks korralikult korgitud ning see ei lekiks. Tööalal ei tohi olla mahavalgunud tuleohtlikke vedelikke (nt. mootoriõli). Auto küljest tuleb keevituskoha lähedusest eemaldada mürasummutusvaht, mis võib keevitussädemest põlema minna. Enne keevitustöödega alustamist tuleb kontrollida keevitusseadme korrasolekut ning lülitada sisse keevitusgaaside äratõmbe ventilatsioon. Keevitusala peab olema varustatud tulekustutusvahenditega.

4.3.1 Isikukaitsevahendid keevitustöödel.

Keevitaja isiklikes kaitsevahenditeks on keevitustöödeks sobiv riietus, millel on pikad käised ja mis on valmistatud mittesünteetilisest materjalist, keevituskindad, -põll, keevitusmask, kaitseprillid või –visiir, kõrvaklapid, nahast töökindad, keevitusrespiraator, peakate ning kinnised turvajalanõud.



Pilt 105: Keevitustööde „põhivarustus“ – keevitus, keevituskindad, -põll, -mask ja tulekustuti.



Pilt 106: Lõikamis- ja käimistööde juures tuleb kanda kaitsevisiiri või –prille. Kõrvaklapid aitavad säästa kõrvu müra eest nii käimisel kui ka pleki õgvendamisel juures.



Pilt 107: Punktkeevituse teostamisel peab alati kandma kaitseprille või –visiiri ning hoidma nägu ühendusserva joonest kaugemal. Keevitamise ajal võib paneelide vahel välja pritsida sädemeid ja sulametalli, tsingi või keeva kereliimi piisku. Nende silma sattumine võib põhjustada nägemise kaotust.

Keevituse käigus eralduvad tervisele kahjulikud aurud ja gaasid (nt. Zn, O₃), seetõttu tuleb keevitajal kaitsta ka oma hingamisteid. Kui keevituskohas puudub keevitusgaaside kohtäratõmbe seade, siis on soovitatav kanda spetsiaalset nn. keevitaja respiraatorit, mis eemaldab sissehingatavast õhust lisaks peenikese tolmu ka kahjulikud gaasid, seda tänu temas sisalduvale aktiivsõe kihile.

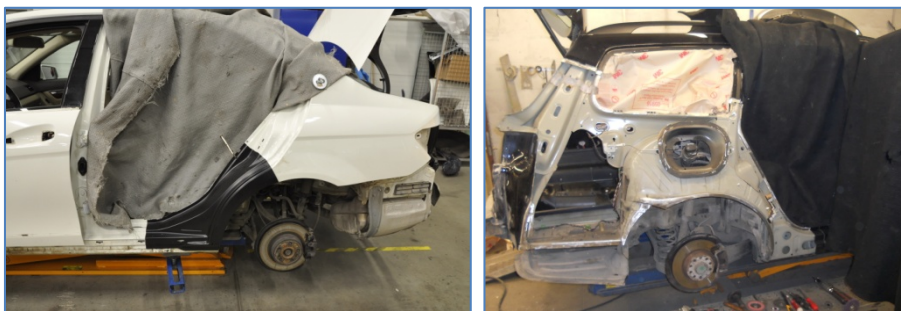


Pilt 108: 3M FFP2 keevitusrespiraator.

4.3.2 Ümbritsevate pindade katmine

Metalli keevitamisel, lõikamisel ja käiamisel eraldub palju sädemeid ja sulametalli pritsmeid. Vastu pinda lennates või kukkudes on sädemed ja keevituspritsmed ohtlikud nii värvkattele, tekstiilile, klaasidele kui ka plastidele - sulades nende sisse, põletades nende sisse augud või halvemal juhul need süüdates. Seepärast tuleb enne keevitus ja käiamistööde juurde asumist eemaldada tööpiirkonnast kõik tuleohtlikud materjalid ja esemed – nt. katepaber, kanistrid, jne. Seejärel tuleb kinni katta keevitus-, käiamis- ja lõikamistöode ümbruses olevad pinnad: klaasid, polstrid, auto sisustus, armatuur ning samuti värvkate. Selleks on hea kasutada sädemekaitsetekke ja –paberit.

Sädemekaitsetekke valmistatakse põhimõttelist kahte tüüpi materjalist – klaasriidest ja süsinikkiust. Klaasriidest sädemekaitsetekk kaitseb hästi sädemete eest, kuid keevituspritsmete eest kindlalt ainult juhul, kui ta on paigutatud mingi nurga alla, siis veereb sulametalli tilk tema pealt maha. Horisontaalpindadel (nt. istmepadi) võib suurem keevitusprits klaasriidest läbi sulada ja selle all olevad pinnad rikkuda. Süsinikkiust sädemekaitse tekk (nt. 3M sädemekaitsetekk) on valmistatud mittepõlevast süsinikkiust ja mahulisena (ca. 1 cm paksune). Tänu sellel suudab ta kinni pidada keevituspritsmed ka horisontaalsetel pindadel.



Pilt 109, 110: Vasakul klaasriidest sädemekaitsetekiga, paremal 3M-i süsinikkiust mahulise sädemekaitseteki (must) ja sädemekaitsepaberiga kaetud pinnad.

Peale auto peal olevate pindade katmist tuleks vaadata veidi ka ruumis ringi – kuhupoole võib lennata või kuhu pindadelt põrkuda sädemed ja keevituspritsmed. Selleks tuleb kõigepealt kindlaks teha, millise nurga all on võimalik nurklihvijaga töötada ja kuhu suunas sädemed sellisel juhul võivad lennata. Soovitav on vertikaalsete lõigete korral sädemejuga suunata alati allapoole põrandale. Muude lõigete puhul jälgida, et sädemejuga ei lendaks kõrvaloleva katmata auto pinnale või kolleegi pihta.

4.3.3 Õige keevitusgaasi valimine.

Töökojas võib olla erinevate tööde tarbeks mitmeid erinevaid gaase. Et valida õige keevitusgaas, tuleb tähele panna balloonide ja etikettide värvitähistusi ning etiketi kirjeid. **Vale gaasi kasutamine MIG/MAG keevitusaparaadis võib põhjustada tulekahju või plahvatust!**

Tööstuslike gaaside etikettide värvitähistused:

Roheline	mittepõlev, mittemürgine gaas
Punane	põlev gaas
valge	toksiline e. mürgine gaas
Kollane	süttiv gaas
Must/valge	korrodeeriv gaas

Gaasiballoonide tähistused:

Süsihappegaas	Argoon/ süsihappegaas, suruõhk	Argoon	Lämmastik	Lämmastik/ Vesinik	Atsetüleen	Heelium	Hapnik

Allikas: Mehaanikainseneri käsiraamat, TTÜ Kirjastus 2012

Kui kõik eelnev on omandatud, siis võib julgelt keevitustööde juurde asuda.

NB! Peale keevitamist tuleb keevisliited järeltöödelda korrosioonikaitse seisukohalt, millest tuleb juttu viimases moodulis.

MOODUL 4 - Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks:

- Milles seisnevad MIG ja MAG keevituse erinevused?
- Milline on soovitatav nakkepunktide vahekaugus põkkkeevitusel?
- Millise diameetriga ava on vajalik 1 mm paksuse pleki korkkeevitamiseks?
- Kas MIG-jootmist võib kasutada tsingitud kerepaneelide ühendamiseks?
- Millise tehnikaga (punkt-punktile või pideva joana) on soovitatav keevitada 0,8 mm plekki Mag keevituse puhul?
- Kuidas vältida paneelide kooldumist keevitamise käigus?
- Milline on lubatud minimaalne ja maksimaalne punktide vahekaugus punktkeevituse puhul? Miks?
- Millist järeltöötlust vajab punktkeevitusega teostatud õmblus?
- Millised ümbritsevad pinnad ja millega on tarvis katta keevitustööde teostamiseks?

MOODUL 4 - Praktilised ülesanded

- Lõika 0,7-0,8 mm paksusest plekist välja 2 riba mõõtudega 5x30 cm ja valmista nad ette põkkkeevituseks. Ühenda nende ribade pikemad servad nakkepunktidega. Seejärel märgi õmbluse keskpunkt ning keevita esimene pool 3 cm pikkuste õmblustega jagades need pinnale laiali. Seejärel keevita teine pool järjest pideva õmblusega, alustades pleki otsast suunaga keskosa poole. Võrdle tulemusi ja deformatsiooni põhjuseid. Korda sama katset 1,0-1,2 mm paksuse plekiga ning võrdle tulemusi omavahel. Mis on teisiti ja mis on selle põhjuseks?
- Lõika 1,0 mm plekist välja 2 riba mõõtudega 3x10 cm ja puhasta nad punktkeevituse teostamiseks eesmärgiga asetada ribad üksteise peale kohakuti. Seejärel märgi riba keskjoonele kolm punktkeevituspunkti: esimene punkt 1,5 cm kaugusele otsast, teine 2,5 cm ja kolmas 5,5 cm kaugusele. Keevita punktkeevitusega need punktid samas järjekorras kokku ning seejärel rebi plekiribad koorivalt lahti. Mõõda nihkkaliibri abil ära iga keevituspunkti südamiküla läbimõõt ja võrdle teist punkti ülejäänutega. Põhjenda erinevust.

MOODUL 4 - Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Car-O-Liner AB (Rootsi), pildid – 1, 2, 5, 6, 13, 15, 16, 46, 48, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 88, 95, 96, 97

Margus Raud, pildid – 3, 4, 7-12, 14, 17, 21, 22, 23, 24, 27-45, 47, 49-63, 66, 67, 74, 81-87, 89-94, 98-107, 109

Veiko Aruküla, pildid – 18, 19, 20, 64, 65, 80, 110

Toyota õppematerjalid, pildid – 25, 102

Ann Liisbel Petter, pilt - 26

3M õppematerjalid, pilt - 108

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

MOODUL 4 - Kasutatud kirjandus ja materjalid

Car-O-Liner Academy (Rootsi) õppematerjalid

Andres Laansoo „Keevitamine, MIG/MAG- keevitus“ 2014

Todd Bridigum „How To Weld“ 2008

Tallinna Tehnikaülikool „Mehaanikainseneri käsiraamat“ 2012

Toyota ja VW kereremondi õppematerjalid

ÕPPEMOODUL 5: PINDÕGVENDUSTÖÖD JA LEHTMETALLIDE TÖÖTLEMINE

Enne plekil olevate mõlkide õgvendamise juurde asumist on oluline teada, millisest otsast selle tööga pihta tuleks hakata, et endale tööd mitte juurde tekitada. Ühed arvavad, et mõlki peaks „välja meelitama“ hakkama selle servast, teised jälle, et keskele lüües saab mõlgi kõige kiiremini välja. Tõde seisneb aga hoopis muus ning see selgub alljärgnevas peatükis.

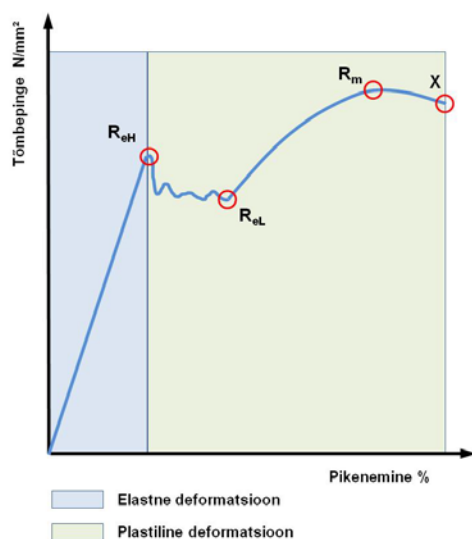
5.1. Lehtmetallide deformatsioon.

Elastne ja plastne deformatsioon. Deformatsiooni analüüs ja ulatuse kindlakstegemine.

Õpiväljund: Õpilane oskab hinnata lehtmetalli erinevaid deformatsioone.

Me teame, et kui lehtmetallist välispaneelid saavad avarii käigus vigastada, siis saab deformeerunud pindu õgvendamise teel taas oma esialgsesse kujusse taastada. Paraku see alati ei õnnestu ja selle põhjustest arusaamiseks ja õigete töövõtete kasutamiseks tuleb mõista metalli mehaanilisi omadusi. Lehtmetalli kergelt painutades märkame, et metall võtab tagasi oma esialgse kuju. Seda põhjustab metalli elastsus, ehk võime peale välise mõju lõppemist taastada oma esialgne kuju. Kui me mõjutame metalli suurema jõuga, siis ta oma esialgset kuju enam tagasi ei võta. Seda nähtust põhjustab metalli plastsus. Vaatame veelkord Moodul 1-s kirjeldatud metalli tugevusomadusi:

Joonisel on kujutatud lehtmetalli sisepinge ja kuju muutuse suhet tõmbejõu rakendamisel.



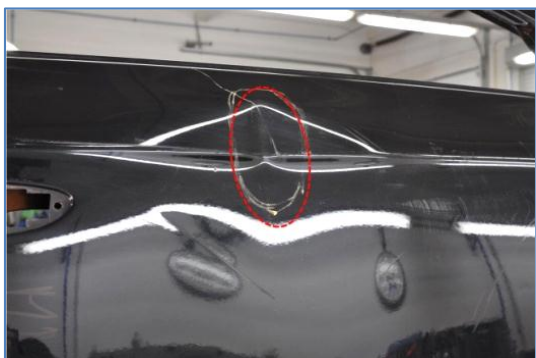
Seletus

Voolavuspiiri ülemine R_{eH} ja alumine R_{eL} väärtus:
 R_{eH} – pinge väärtus, mille saavutamisel esmakordselt täheldatakse tõmbepeuge vähenemist
 R_{eL} – pinge madalaim väärtus materjali plastsel pikenemisel (voolavusel)
 R_m – tõmbe tugevus, ehk maksimaaljõule vastav pinge
 X – **katkemispunkt**, ehk kogu pikenemise piirmäär, mille juures materjal katkeb

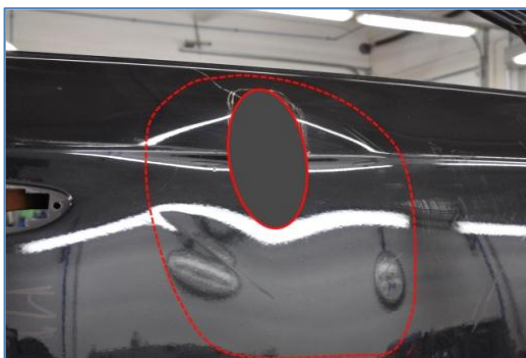
Jõu rakendamisel kuni punktini R_{eH} , taastab metall jõu lakkamise korral oma esialgse kuju tänu tema sisepingele ehk elastsusele. Punkti R_{eH} ületamisel, mida kutsutakse ka **elastsuspiiriks**, hakkab metall plastselt deformeeruma ning ei taasta jõu lakkamisel enam oma esialgset kuju. Sealtmaalt hakkab metall „järgi andma“ ehk pikenema. Metall sisepinge kahaneb korraks venimise tõttu, kuid hakkab siis uuesti hüppeliselt kasvama isegi siis, kui talle mõjuv jõud suureneb ühtlaselt. R_m ehk **tõmbe tugevus** on maksimaalne jõud, mida metall suudab vastu võtta. Peale selle punkti saavutamist hakkab detail kõige nõrgemast kohast kiirelt kitsenema ning kitsenenud koht venib kuni katkemiseni punktis X .

Avarii käigus viga saanud paneelidel esineb nii elastset kui ka plastset deformatsiooni. Kuigi paneel võib olla ühtlaselt deformeerunud ja ei „mängi“ üheski kohas, mis viitaks elastsele deformatsioonile, siis paljudes kohtades takistab elastse deformatsiooni tagastumist plastne deformatsioon. Seega tuleb

esimeses järjekorras kindlaks teha plastse deformatsiooni kohad ning alustada õgvendust just nendest kohtadest. Kui plastse deformatsiooni pinge on maha võetud, siis saavad taastuda ka elastse deformatsiooni kohad.



Pilt 1: Plastne deformatsioon



Pilt 2: Elastne deformatsioon.

Metalli omadusi mõjutab ka tema vormimine. Kui võtta kätte plekiriba ja seda korduvalt edasi-tagasi painutada, siis mingil hetkel tekivad painutuskohta mõrad ning plekk murdub. Selle põhjuseks on metalli kõvenemine painutamise/töötlemise käigus metalli plastselt deformeerides. Kõvenenud pind kaotab oma elastsuse ning muutub rabedaks, seepärast kõvenenud koht ka murdub.

Sarnane kõvenemine tekib ka kere välispaneelide stantsimisel tootmises, kuid välispaneelidele „pehmuse“ andmiseks neid lõõmutatakse, tänu millele metalli algsed omadused taastuvad. Lõõmutamist ei kasutata kere struktuurielementide (piilarite siselehed, talad jne) puhul, sest nende detailide puhul on tarvis säilitada just nende jäikus. Oluline on selle teadmine põhjusel, et avari käigus tugevalt deformeerunud kohtades tekib samasugune kõvenemine ning seepärast näiteks kuumtöödeldud (nt. keevituse või induktioonkuumutiga) struktuurielemendid muutuvad pehmemaks ning ei pruugi tagada turvalist jäikust järgnevate avariide puhul.

Ettevalmistus õgvendustöödeks

Enne õgvendustööde juurde asumist on vajalik kindlaks teha deformatsiooni suurus ja iseloom. Selleks on 4 põhilist meetodit. Esmaseks hindamiseks tuleb vaadelda pinda erinevate nurkade alt, jälgides valguse peegeldumist värvi pinnalt, märgata ebatasasusi ning selle abil hinnata deformatsiooni ulatust. Järgnevalt libistada puuvillases kindas käega (kinnas libiseb mööda pinda paremini kui paljas käsi) ning avastada ebatasasused. Seejärel vajutada sõrmedega kergelt paneeli pinnale, et kindlaks teha, millistes osades on tegemist elastse ja millistes plastilise deformatsiooniga. Ning neljandaks meetodiks on võrdlemine – sirgetel pindadel joonlauaga, keerulistel pindadel saab võrrelda profiilikammi abil vigastatud pinda mittevigastatud pinnaga.





Pilt 3-7: Keredetailide vigastuste hindamise meetodid.

Nõuanne: Kui deformatsiooni ulatus ja iseloom on kindlaks tehtud, siis on soovitatav kas kriidi või eemaldatava markeriga tähistada piirkond, mis vajab õgvendamist. Sel moel loome endale n.ö. „psühholoogilise barjääri“, mis ei lase meil märkamatuks vigastada kõrval olevaid pindu, mis võivad olla vajalikud maalrile krundi- ja värviüleminekute teostamiseks detaili sees ning vältida hajutamistööde üleviimist kõrval olevatele detailidele. Kui töö käigus tekib vajadus minna ka ümbritsevale alale, siis saame seda teha, kuid esimeses järjekorras tuleks vältida kereviili või jämeda liivapaberiga nendele pindadele sattumist.



Pilt 8: Kriidiga tähistatud remondiala.

Pale vigastuste tuvastamist ja hindamist saame asuda sobiva õgvendusmeetodi valimise juurde!

5.2. Õgvendusmeetodid, külmtöötlemine.

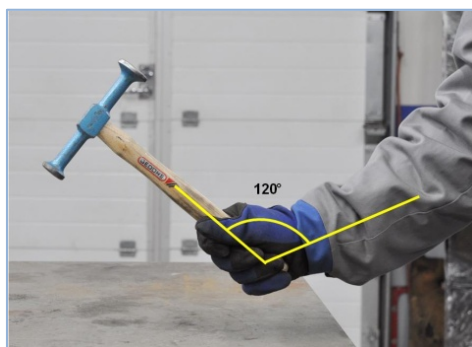
Alasi ja haamri meetod. Õgvendusvarda ja –lusika meetod. Liimtõmbaja.

Õpieesmärk: Õpilane tunneb lehtmetsalli töötlemise tööriistu ja lehtmetsalli külmgõvendamise meetodeid.

5.2.1 Alasi ja haamri meetod

Enamlevinumaks külmgõvendusmeetodiks on nn. alasi ja haamri meetod (*i. hammer and dolly*), kus alasi abil toetatakse paneeli pinda ja plekksepavasara õgvendatakse deformatsiooni. Alasi ja haamri meetodit on võimalik rakendada ainult sellistes kohtades, kus on olemas ligipääs kerepaneeli mõlemalt poolt, ehk siis asetada alasi ühele poole paneeli ja lüüa vasaraga teiselt poolt.

Haamri ja alasi meetodi puhul tuleb alustada õigest käehoiakust, et vältida lisadeformatsioone töötlemise käigus. Selleks tuleb vasara varrest kinni hoida nii, et varre ja käe randme vahel moodustuks 120° nurk:



Pilt 9

Vajaminev löögijõud antakse järgnevalt: väikese jõuga löögid sooritatakse kätt vaid randmest liigutades, keskmise jõuga löökide puhul liigutatakse kätt küünarnukist ning tugevate löökide juures õlast. **Oluline** on, et käsi liiguks mööda kindlat raadiust – vastasel juhul ei pruugi vasar tabada soovitud kohta või langeb pinnale vale nurga all.



Pilt 10



Pilt 11

Kindlasti tuleks jälgida, et vasara pea tabaks pinda lapiti, mitte servaga. Servaga tabatud löök venitab metalli pinda ning põhjustab lisaprobleeme pinna õgvendamisel. Sama kehtib ka alasi kohta.



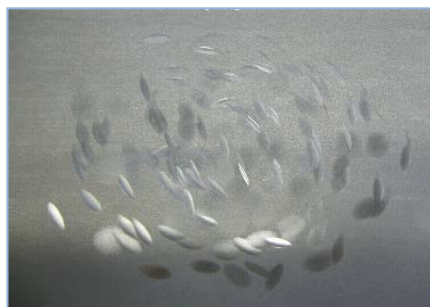
Pilt 12



Pilt 13



Õige: Vasara on tabanud plekipinda lapiti



Väär: Vasara on tabanud plekipinda servaga

Alasi käes hoidmisel tuleb jälgida, et alasi püsiks kindlalt sõrmede haardes, kuid samal ajal ei ulatuks ükski sõrm alasi löögipinnale.



Pilt 14

Tööde järjekord alasi ja haamri meetodi kasutamisel

Alasi ja haamri (vasara) meetodi kasutamisel tuleks suuremate deformatsioonide korral anda detailile kõigepealt tagasi tema ligilähedane kuju, kasutades selleks puit-, alumiinium- või kõva kummivasarat koos alasiga. Puit-, alumiinium ja kõvade kummivasarate eelis seisneb selles, et nad ei põhjusta pleki venitamist, sest nad on metallist pehmemad. Metallvasaraga lüües toimub alati mingis osas metalli venimine, mida hiljem on raske sirgeks kahandada.

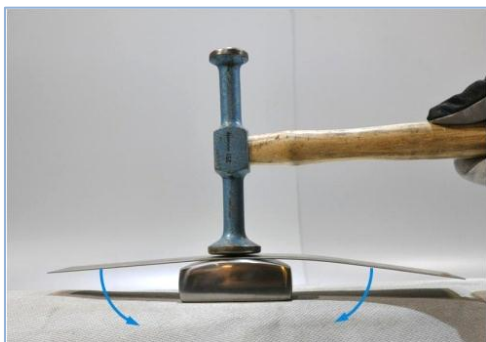


Pilt 15: Detailile esmane ligilähedase kuju andmine kõva kummivasaraga.

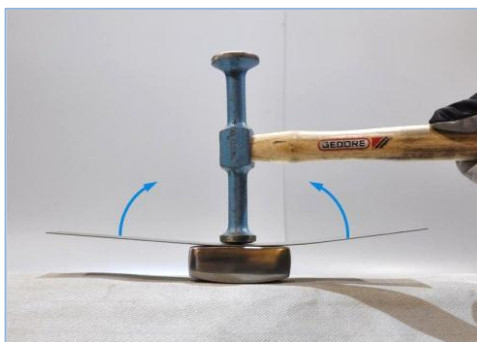
Sobiva vasara ja alasi valimine

Plekksepa tööks on saadaval suur hulk erineva kuju ja tööpinnaga alaseid ja vasaraid (haamreid). Lisaks käes hoidmise mugavusele ning õgvendatavale pinnale ligipääsemisele tuleb alasi ja vasara valikul pöörata tähelepanu nende tööpinna kumerusele, sest erineva raadiusega tööpinnad mõjutavad ka lehtmetaili käitumist erinevalt. Vasara ja alasi valikul tuleb lähtuda kahest põhimõttelisest näitajast:

1. Lehtmetaili paindub alati kumerama pinna poole:



Pilt 16



Pilt 17

Kõigepealt tuleb selgeks teha, kas pind on kumer või sirge ja kuhupoole on vaja plekki painutada. Seejärel saab valida vastava alasi-vasara kombinatsiooni.

2. Alasi raadius peab vastama pinna kumerusele. Soovitav on võtta alasi, mille raadius on ca. 80% töödeldava pinna kumerusest:



Pilt 18

Vasara valikul tuleks lähtuda pinna kujust ja vigastuse suuruselt ning **vältida terava otsaga** vasaraga laia pinna “koputamist” – selle tulemuseks on väljaveninud muhkudega plekipind, mida sirgeks õgvendada on võimatu.



Pilt 19: Teravatipulise vasaraga rikutud plekipind.

Õgvendamistehnikad: alasile (i. on dolly) ja alasist mööda (i. off dolly) löömise tehnikad

Õgvendamistöõde käigus haamri ja alasi meetodi kasutamisel eristatakse kahte tehnikat – alasile ja alasist mööda löömist.

Alasile löömist kasutatakse plastse deformatsiooni õgvendamisel konkreetse voldi vms. sirgestamisel väiksel alal. Näiteks pinnast väljaulatuva deformatsiooni tasandamiseks asetatakse alasi täpselt väljaulatuva koha alla ning lüüakse vasaraga täpselt deformatsiooni pihta. Alasile löömise tehnika iseloomulikuks heliks on hele „kilks“, mis tekib kahe metalli omavahelisest pörkumisest. Pinnast allapoole jääva plastse deformatsiooni õgvendamiseks surutakse alasiga deformatsiooni väljapoole ning lüüakse samuti vasaraga alasiga toetatud pinna pihta.

OLULINE! Selle tehnika kasutamise oht on plekipinna väljavenimine, sest plekk satub ikkagi kahe teineteisega kokku pörkuva metalli vahele, mis teeb teda õhemaks ja tema pindala seega suuremaks.

Alasist mööda löömise tehnikat kasutatakse suurte pindade ja elastsete deformatsioonide korral, kus alasiga toestatakse deformatsiooni serva jäävaid alasid ja haamriga koputatakse deformatsiooni keskpaika. Sellist tehnikat saadab veidi tumedam „kolks“, sest alasi ja haamer omavahel kokku ei puutu. Alasist mööda löömise korral toimub õgvendamine pehmemalt ja selle abil saab siluda ka sujuvamaid servi.

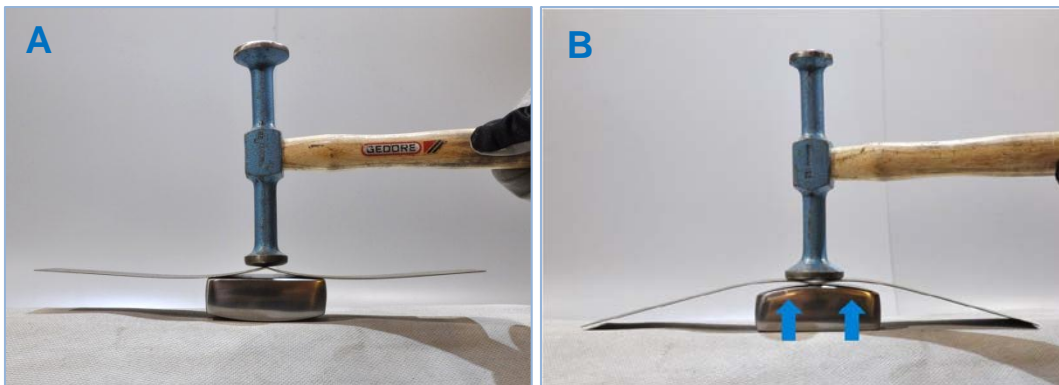


Pilt 20: Alasile löömise tehnika.



Pilt 21: Alasist mööda löömise tehnika.

Plastse deformatsiooni õgvendamine väikesel alal alasile löömise tehnikaga:



Pildid 22, 23: **A** - väljapoole ulatuva voldi toestamine altpoolt alasiga ning õgvendamine vasaraga
B - sissepoole ulatuva voldi väljasurumine alasiga ning õgvendamine vasaraga

Elastse deformatsiooni õgvendamine suurel alal alasist mööda löömise tehnikaga:



Pilt 24, 25: Elastse deformatsiooni õgvendamiseks toesta alasiga lähim mittevigastatud pind ning kergete koputustega õgvendada tasapind esialgsesse kujusse.

Deformatsioonide õgvendamise järjekord

Deformatsiooni õgvendamisel tuleb alustada plastse deformatsiooni sirgestamisest. Kui plastne deformatsioon on eemaldatud, siis väheneb osaliselt ka elastne deformatsioon.

Kereliinide deformatsiooni korral alustada õgvendust kõigepealt kereliinidest.

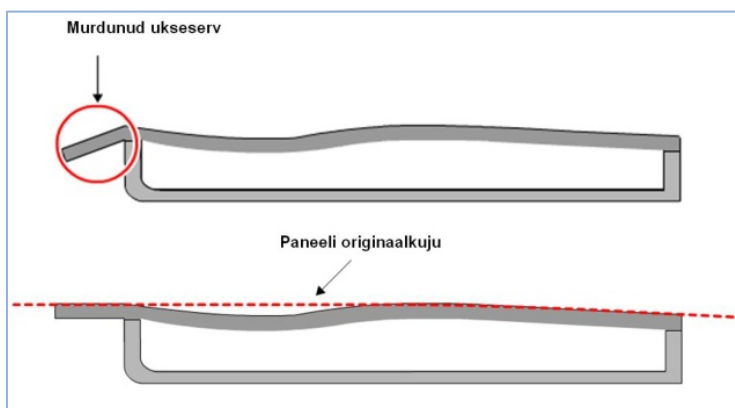
Juhul kui paneeli muus osas olev plastiline deformatsioon takistab kereliini õgvendamist, siis õgvendada esmalt plastne deformatsioon ja seejärel asuda kereliinide õgvendamise juurde.



Pilt 26: Kereliini õgvendamiseks on hea kasutada kapronmeislit.

Ustel olevate deformatsioonide õgvendamisel sõltub tööde järjekord vigastuste asukohast.

Kui vigastus on läinud üle ukse serva ning selle sissepoole murdnud, siis tuleks alustada serva õgvendamisest ja alles siis üldpinna kallale asuda, sest serva õgvendamise käigus liigub katteplekk ukse keskosa suunas ning muudab kõik varasemad õgvendused selles piirkonnas kasutuks.



Pilt 27: Kui vigastatud on ukse serv, siis esimesena tuleb taastada murdunud serv, alles seejärel ukse üldpind.

Autokere välispaneelidele on tehases antud plastse deformeerimisega oma kuju, milles esinevad nii kumerused, nõgusused kui ka sirged murdejooned. Need kujud teevad paneeli jäigemaks ja stabiilsemaks ning seda tuleb arvesse võtta ka õgvendamisel – terava murdekohaga alad on rohkem pinges ja seega raskemini õgvendatavad. Laiad tasapinnalisemad alad on jälle vähem pinges ning kergemini õgvendusele alluvad. Ka võib ukseplekk olla seestpoolt liimitud turvatalade külge, mis raskendab välispleki õgvendamist.



Pilt 28, 29: Uksepleki jäigad (A) ja pehmed (B) piirkonnad. Turvatala külge liimitud ukseplekk.

Soovitused alasi ja haamri meetodi kasutamisel:

*Ära eemalda värvkatet enne töö alustamist – läikivalt pinnalt on lihtsam jälgida õgvendustööde tulemust. Tee seda alles siis, kui mõranenud värv segab õgvendustööd või üldpind on oma kuju saavutanud. Peale õgvenduse lõpuniviimist puhasta kogu töödeldud ala P120-P180 lihvpaberiga või kärgkettaga.

OLULINE ! Mõranenud värv tuleb enne värvimise eeltöödega alustamist alati eemaldada ning üleminekud vanale värvkatile P180 paberiga sujuvaks lihvida!



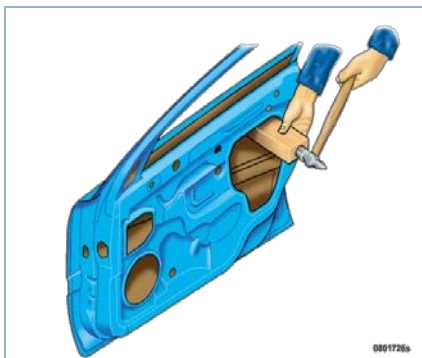
Pilt 30, 31: Värviläike pealt on lihtsam jälgida õgvendustööde tulemust. Peale õgvendustööde lõppu mõranenud värvi eemaldamine ja üleminekute sujuv maha lihvimine.

*Kontrolli, et alasi ja vasara tööpindadel poleks vigastusi – iga täke kopeerub töödeldavale pinnale. Vajadusel lihvi tööpinnad siledaks.



Pilt 32: Täkkes vasara tööpinnal, mis vajavad maha lihvimist.

*Alasi ja haamri meetodiks saab lugeda ka sarnaseid õgvendusviise, kuid ilma alasit kasutamata. Selleks sobivad väga erinevad abivahendid, kasvõi puitklotsid, mille abil on võimalik mõlke "pehmemalt" välja pressida. Head on ka kapronist valmistatud abivahendid õgvendamiseks:



Pilt 33: Puidust klotsiga uksepleki õgvendamine **Pilt 34:** Komplekt kapronist õgvendusabivahendeid.

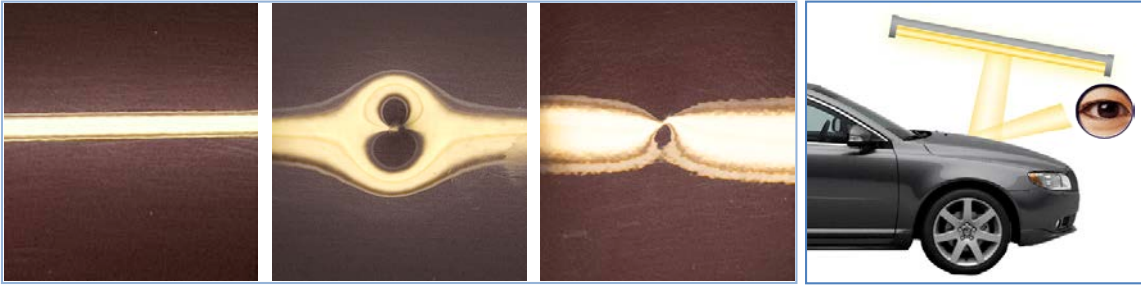
5.2.2 Õgvendusvarda ja – lusika meetod

Õgvendusvardaid kasutatakse väikeste ja keskmise suurusega mõlkide õgvendamiseks, kui värvkate on kahjustamata. Õgvendusvarraste abil on võimalik plekipinda seestpoolt välja õgvendada kohtades, kus seestpoolt on ligipääs raskendatud, nt. kapotid, ukсед ja katus.



Pilt 35, 36: Õgvendusvarrastega ukse seest ja kapoti raami vahelt õgvendamine.

Õgvenduse käigus painutatakse mõlki vardaga väljapoole, jälgides samal ajal läikivalt värvipinnalt peegelduvat õgvenduse tulemust.



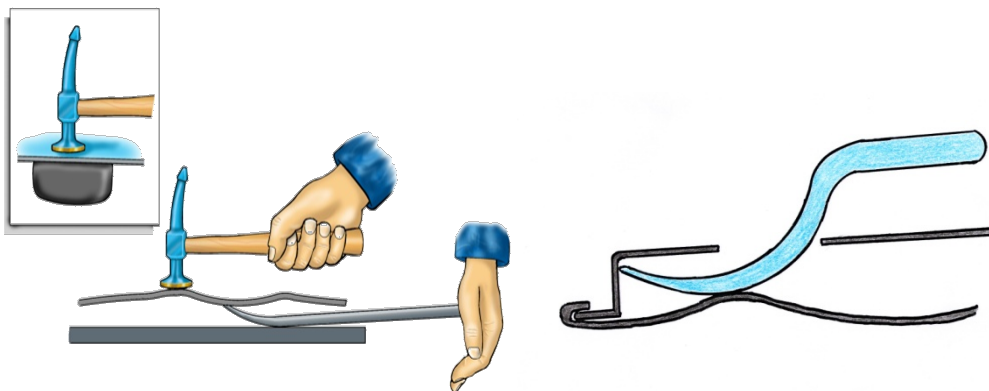
Pilt 37: Mõlgi kuju muutmise paremaks jälgimiseks kasutatakse spetsiaalset lampi.

Peale mõlgi väljapoole painutamist korrigeeritakse pind kapronist torniga koputades. Vajadusel protsessi korratakse.



Pilt 38, 39: Väljapoole surutud mõlgi servasid tasandatakse kaprontorni abil.

Õgvenduslusikat kasutatakse samuti raskest ligipääsetavate kohtade õgvendamisel, kus ta täidab haamri ja alasi meetodi rakendamisel alasi otstarvet. Reeglina kasutatakse seda suuremate deformatsioonide puhul, kus ka värvipind on juba viga saanud.



Pilt 40, 41

5.2.3 Liimtõmbaja meetod

Liimtõmbajat kasutatakse analoogselt õgvendusvarrastele väiksemate ja keskmise suurusega mõlkide eemaldamiseks, kui värvipind on kahjustamata. Liimtõmbaja erinevus varrastest seisneb selles, et mõlki töödeldakse ainult väljastpoolt. Värvipinnale liimitakse spetsiaalne plastist nupp ning sellest nupust tõmmatakse erirakisega pleki pinda väljapoole kuni liimühendus katkeb. Seejärel koputatakse väljaulatuv osa kaprontorni abil pinnaga tasa.



Pilt 42, 43

Meetodi eeliseks on värvipinna säilitamine ja kuluka värvimistö vältimine. Miinuseks võib lugeda suhteliselt piiratud võimalusi – toimib vaid väiksemat sorti mõlkide puhul.



Pilt 44, 45: Mõlgi eemaldamine alumiiniumkapotilt kasutades liimtõmbajat ja kapronvasarat.

5.3. Õgvendusmeetodid, kuumtöötlemine.

Õgvendamine spotteriga. Kuumutamine söepulga, vaskelektroodi, induksioonkuumuti ja gaasipõletiga.

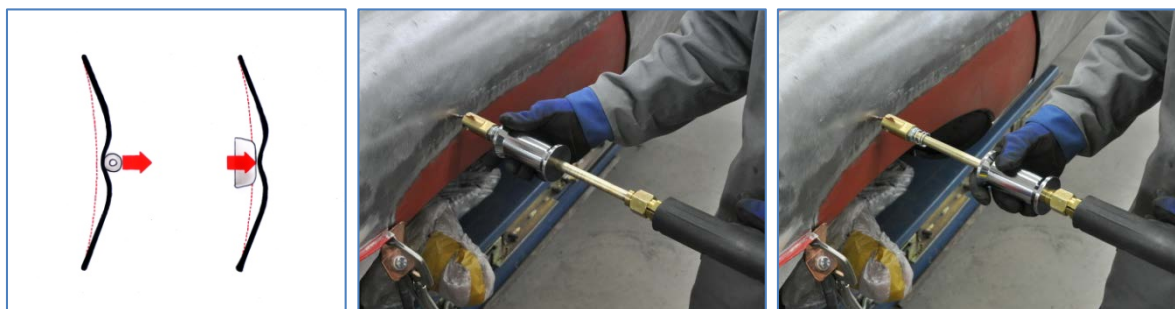
Õpiväljund: Õpilane tunneb õgvendusmeetodeid kuumtöötamise teel ja oskab neid õiges järjekorras teostada.

Õgvendamisel kasutatakse lisaks külmmeetoditele ka erinevaid kuumtöötlemise viise, mille abil on võimalik lehtmaterjali soovitud kujusse saada. Lähemalt tutvustame õgvendamist *spotteri* abil ning pinna kuumutamise viise metalli kahandamiseks või lihtsamaks töötlemiseks.

5.3.1 Õgvendamine spotteriga

Spotter (*i. washer welder*) on üldlevinud nimetus keevitusaparaadi kohta, mille abil on võimalik pleki pinnale keevitada vasetatud seibe, neete, kruve-polte, lainetraati ning tõmbevasara otsikut. Spotteri kohta on kasutatud ka nimetust seibkeevitus, mis on otsene tõlge inglise keelest, kuid enamlevinud nimetus on siiski *spotter*. Samas ei tohi seda segi ajada punktkeevitusega (*i. spot welder*)

Spotter koos tõmbevasaraga toimib sarnaselt alasi ja haamri meetodile, ainult et alasi puudub ja vasar ei löö vastu pinda, vaid liigub temast eemale. Kui alasiga sai suruda sissepoole deformeerunud pinda väljapoole ja seejärel vasaraga sirgestada, siis *spotteri* abil keevitatakse tõmbevasara otsik pleki välispinna külge ning tõmbevasara vihi abil „lühakse“ pinda väljapoole.



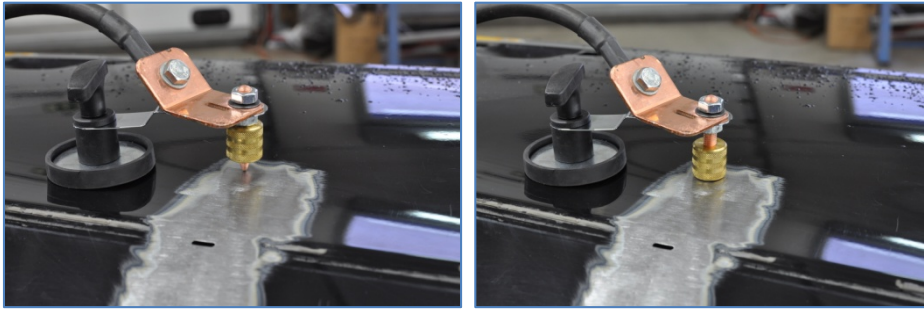
Pilt 46-48: Spotteri toimimine alasi asemel ja vihiga pinna väljapoole tõmbamine.

Spotteri massikaabli kinnitamine.

Massikaabel tuleb kinnitada töödeldavale alale võimalikult lähedale (mitte kaugemale kui 30 cm), sest elektril on omadus paneeli pinnas „hajuda“ ning seetõttu ei pruugi spotteri otsik või keevitatav seib korralikult pinna külge nakkuda. Kinnitamiseks saab kasutada spetsiaalset klambrit, mis kinnitatakse pinnale keevitatud seibi külge (selleks hoitakse massi korraks käsitsi vastu pinda) või ka näiteks magnetiga massi, mis kinnitatakse magnetiga tööala kõrvale - väikeste alade puhul saab magneti panna kõrvalolevale värvkattele). Magnetmassi vedruga elektrood keevitatakse seejärel pinna külge, keeratakse mutriga pingesse ja hiljem lahti.



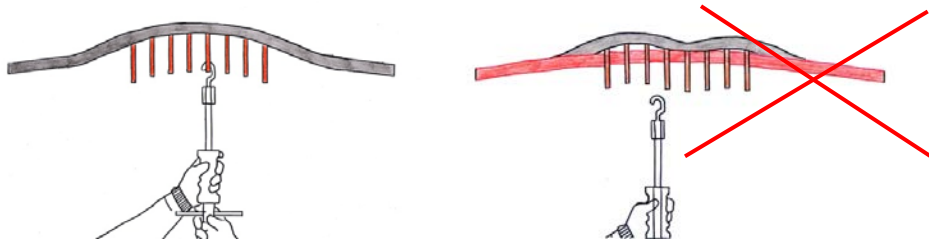
Pilt 49, 50: Massi kinnitamine klambriga pinnale keevitatud seibi abil.



Pilt 51, 52: Massi kinnitamine magnetkinnitusega.

Spotterit on soovitatav kasutada ainult nendes kohtades, kus puudub ligipääs paneelile vastasküljelt, mis võimaldaks kasutada alasi-haamri meetodit. Alasi ja haamri meetod on alati eelistatud töömeetod plekipinna õgvendamiseks, sest spotteri kasutamine muudab metalli jäigemaks hilisema silumise mõttes ning tema tõmbejõud ühest punktist tõmmates on väike, haarates kaasa vaid väikse ala. Samas, vastasküljelt ligipääsu puudumisel igati aktsepteeritav õgvendusmeetod.

Spotteri kasutamisel koos tõmbevasaraga mingi pindala õgvendamiseks tuleb alustada muljutud koha servast. Mõlgi keskosast tõmmates tekitame lisadeformatsioone, mida on hiljem raske sirgeks saada.



Pilt 53, 54: Mõlgi venitamist ei tohi alustada lohu keskelt.

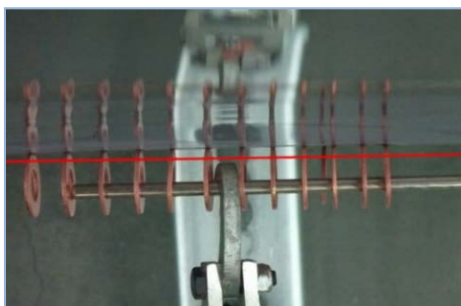
Järgnevalt näide deformatsiooni õgvendamise järjekorrast spotteri ja tõmbevasara abil:





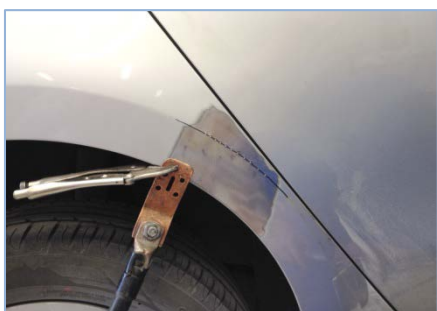
Pildid 55-58: Tõmbevasaraga tuleb deformatsiooni õgvendamist alustada alati selle servast ja liikuda deformatsiooni keskmise suunas.

Spotterit abil saab kasutada ka suuremate pindade õgvendustööde juures, näiteks kereliinide ja teravate voltide väljatõmbamiseks. Selleks kinnitatakse spotteri abil kereliini pinnale terve rida seibe ning tõmbamisrakiste abil venitatakse muljutud koht sujuvalt väljapoole.



Pilt 59: Kereliini õgvendamine spotteri ja venitusrakise abil.

Kumerate kereliinide, näiteks tiivakaar, õgvendamisel on soovitatav kindlasti liin enne plekile märkida, sest „silma järgi“ tõmbevasarat deformeerunud liinile kinnitades on kuni paari mm suurune eksimine väga lihtne juhtuma ning väljatõmmatud „punn“ vales kohas võib rikkuda kaare joone sedavõrd, et teravat puhast liini pole võimalik hiljem isegi pahteldamise abil saavutada.



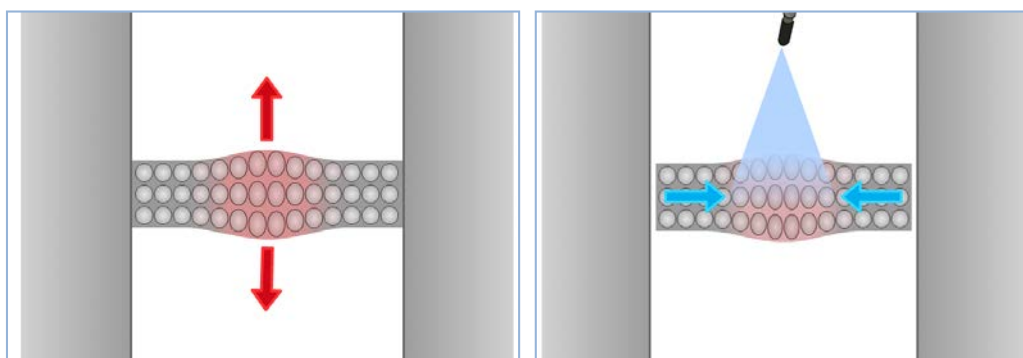
Pilt 60: Spotteri abil õgvendatud (eelnevalt märgitud) tiivakaare joon.

5.3.2 Pinna kuumutamine kahandamise ja parema töödeldavuse eesmärgil

Pleki kahandamine

Pleki õgvendustöö käigus saab plekipind muljuda ning vasaralöögid tema pihta on teda õhemaks teinud. Materja jäävuse seaduse kohaselt ei saa plekk aga kuhugi kaduda – kui see muutub õhemaks, siis tema kogus sellest ju ei vähene. Kuhugi peab see õhenemine veel mõjuma ja seetõttu muudab plekk oma vormi, ehk siis õhemaks taotud plekk võtab juurde oma pindalas. Kuna me auto välismõõte suurendada ei saa - et see suurenenud pindala ära mahutada, siis tuleb pleki endaga

midagi ette võtta. Siin tulevadki appi kahandusmeetodid. Õnneks saame kahandamiseks ära kasutada metalli omadust kuumutades paisuda ja jahtudes kahaneda. Kuidas seda siis ära kasutame? Kui me kuumutame mingit metallplaati, siis ta paisub ja kui ta rahulikult tagasi maha jahtub, siis omandab ta taas oma endised mõõtmed. Siinkohal tuleb appi võtta väike kavalus – kuna autoplekk on servadest fikseeritud (nt. ukseraamiga, ümbritseva mittekuumutatava pinnaga), siis paisumine saab toimuda rohkem tema paksenemise suunas. Kui me seejärel pleki aga KIIRESTI maha jahutame, siis ei jõua plekk pikalt aru pidada ja tõmbub kokku igas suunas. Seda kokku tõmbumist me ära kasutamegi – plekipind ei saanud küll pikkusesse paisuda, aga kokku tõmbumiseks on tal varu olemas – meie poolt õhukeseks ja pindalalt suuremaks taotud pleki arvelt. Selle tulemusel kahaneb plekipind kiirel jahutamisel igas suunas võrdselt ja meie saame oma tahtmise väljaveninud koha kokku tõmbumise näol.

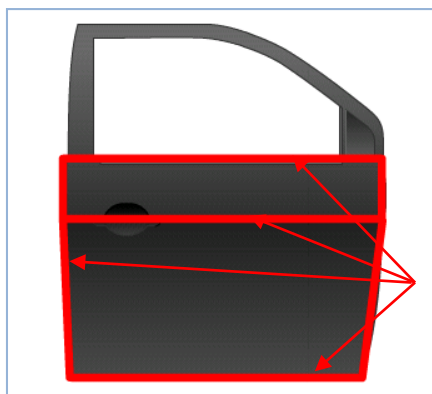


Pilt 61, 62: Metall paisub kuumutamisel paksusesse, kui pikkus on piiratud, aga kiirel jahutamisel õhuga tõmbub kokku igas suunas.

Kahjuks pole reaalse väljaveninud paneeli kahandamisel asjad sugugi nii lihtsad. Väljaveninud koht pole reeglina ühtlane ning vales kohas kahandamine tekitab paneelile hoopis lisapingeid. Seepärast tuleb kahandamisega olla väga ettevaatlik. Kahandamist kasutatakse näiteks kohtades, kus laiem plekipind „mängib“, ehk pleki ülejääk on sujuv üle laia pinna, samuti kohtades, kus plastilise deformatsiooni õgvendamiseks on plekk õhemaks pinnitud. Sellisel juhul on pleki „ülejääk“ piiratud ehk väikesel alal.

Kahandamist on võimalik teostada kuumutades väikest ala kas söepulga, vaskelektroodi, induksioonkuumutaja või gaasipõletiga. Seejärel jahutatakse ala suruõhuga kiiresti maha ja kontrollitakse, kas kokkutõmbumine oli antud koha jaoks piisav. Vajadusel protsessi korratakse.

Kuna kahandamine võib tekitada pleki sisse lisapingeid, **siis on enne kahandustöödega alustamist oluline, et kereliinid ja paneeli servad oleksid enne sirgeks õgvendatud ja ükski paneeli punkt ei asuks allpool paneeli tasapinda.** Kui detail on kuumkahanduse teel pingesse tõmmatud, siis nende kohtade õigele joonele saamine pole enam võimalik.



Pilt 63: Kuumkahandust ei tohi kasutada enne, kui kõik kereliinid ja servad on sirgeks õgvendatud.

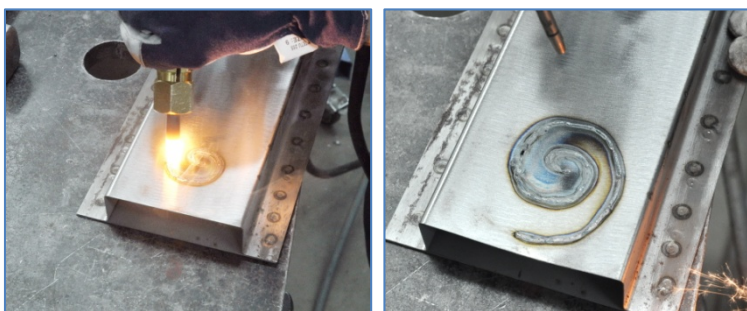
Kahandamine söepulgaga

Söepulgaga kahandamiseks kasutatakse tavaliselt spotterit, asendades tõmbevasar süsielektroodiga. Kahandatav pind puhastatakse kõigist värvkatetest halja metallini. Seejärel kinnitatakse puhastatud ala serva massikaabel ja kuumutatakse kahandamist vajavat kohta.

Kahandamistehnikaid on erinevaid: punkti kuumutamine, triipudena kuumutamine, söepulka spiraalselt liigutades ja ristitriipudena kuumutamine. Tehnika sõltub kahandamist vajava koha eripärasest. Üldised juhised võiks olla sellised: paneeli suure pinna vähesel määral pingestamiseks kuumutatakse hajusalt asetsevaid punkte üksteise järel ja vähesel määral ning peale igat kuumutamist-jahutamist kontrollitakse pleki pingsust. Vajadusel kuumutatakse järgmist punkti. Mingi väikse väljaveninud ala kahandamiseks kasutatakse söepulga spiraalset liigutamist seest väljapoole ja u. 2 cm sammuga. Kui ukseplekk on välja veninud üles-alla suunaliselt, siis kahandatakse plekki horisontaalsete triipudena kuumutades.



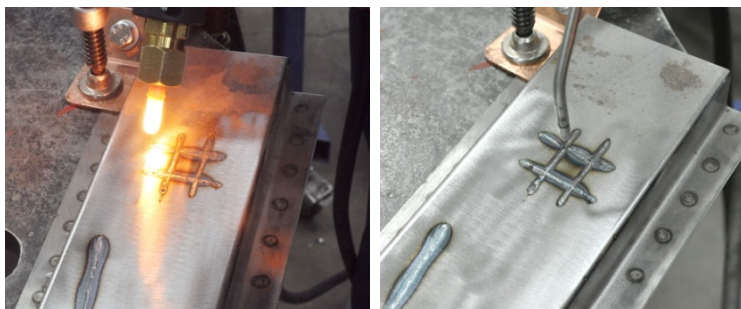
Pilt 64, 65: Pinna puhastamine enne söepulga kasutamist. Kohtkuumus söepulgaga.



Pilt 66, 67: Spiraalse liigutusega kohtkuumus ja jahutus.

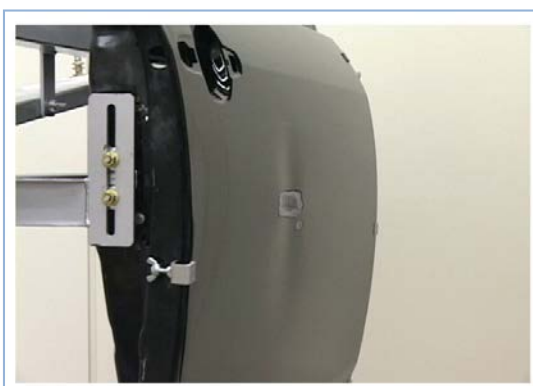


Pilt 68, 69: Kuumutamine triibuna ja jahutus.



Pilt 70, 71: Kuumutamine ristitriipudega ja jahutus.

Igal juhul tuleb kuumutamiseks olla tagasihoidlik, sest ülekahandatud pind muutub jäigaks ja kisub ka ümbritsevad pinnad pingesse.



Pilt 72: Ülekahandatud koht.

Kuumutamine vaskelektroodiga.

Vaskelektroodiga kuumutatakse reeglina väikseid pindu. Näiteks saab temaga kuumutada ja tagasi suruda spotteriga „punni“ tõmmatud kohti. Ka on temaga mugav teha hajusate punktide vähest kuumutamist, millest oli juttu eelmises lõigus.



Pilt 73: Vaskelektroodiga väikse väljaulatuva kühmu tasandamine.

Kuumutamine induksioonkuumutiga.

Induksioonkuumuti kuumutab pindu kõrgsagedusvälja abil ka kontaktivabalt ja temaga on võimalik lisaks kahandamisele kuumutada ka näiteks kinniroostetanud polte-mutreid nende lihtsamaks avamiseks, soojendada hermeetikute ja kivikaitsematerjali eemaldamise lihtsustamiseks nende all olevat metalli. Induksioonkuumutit on võimalik kasutada ka alumiiniumilt mõlkide eemaldamiseks.



Pilt 74, 75: Induksioonkuumutiga plekipinna ja kinni jäänud keermesliidete kuumutamine

Kuumutamine parema töötlemise eesmärgil.

Parema töötlemise eesmärgil kasutatakse kuumutamist vaid alumiiniumpindadel. Selleks kuumutatakse pind 160°-ni, et alumiinium muutuks pehmeks ja töödeldavaks.

Parim viis on seda teha gaasipõleti abil ja kontrollida pinna temperatuuri, kas indikaator-ribade, IR-termomeetri või indikaatormarkeri joone järgi.



Pilt 76, 77: pinna kuumutamine gaasipõletiga ja pinnatemperatuuri kontroll IR-termomeetri abil.

TÄHELEPANU! Raskesti õgvendatava ülikõrgtugeva terase „töödeldavaks“ muutmiseks kuumutamist kasutada ei tohi. Sellega kaotab teras oma tugevusomadused. Kõrgtugevast terasest detaile ei õgvendata vaid vahetatakse tervenisti välja.

5.4. Lehtmetaili vormimine ja asendusdetailide valmistamine

Lehtmetaili vormimine asendusdetailide valmistamiseks. Lehtmetaili vormimisel kasutatavad materjalid ja meetodid. Vormimisel kasutatavad tööriistad ning seadmed.

Õpiväljund: Õpilane omab autoplekksepa erialal vajalikke põhiteadmisi lehtmetailide vormimisest ning sõiduautode keredetailide remondiks vajalike asendusdetailide valmistamiseks.

5.4.1 Lehtmetailist asendusdetailide vormimine

Plekksepa elementaaroskuste hulka peaks kindlasti kuuluma oskus valmistada vajadusel lehtmetailist asendusdetaili (*i. metal fabrication*) vigastatud või rooste poolt hävitatud kereosade osaliseks asendamiseks. Tegelikult puudub selline oskus isegi paljudel töötavatel autoplekkseppadel. Olgugi, et tänapäeva autode avariiremondis on aina vähem vaja oskust ise keredetailidele asendusosi valmistada, peaks seda oskust arendama iga endast lugupidav autoplekksepp, sest just see eristab tõelist autoplekksepa nn. „detailipaigaldajatest“.

Asendusdetailide valmistamine on vajalik juhul, kui vigastada on saanud suuremõtmelisest, raskesti vahetatavast või kallist keredetailist ainult väike osa, mille asendamise teel võiks remondi aeg ja maksumus oluliselt lüheneda, samuti roostevigastuste remondil. Loomulikult on asendusdetailide valmistamise ja paigaldamise oskust vaja vanasõidukite restaureerimisel ning see oskus on kindlasti plekksepale abiks töökohta otsimisel ja palgaläbirääkimistel.

Asendusdetailide ja uute detailide valmistamist käsitöona nimetame edaspidi **pleki vormimiseks** (*i. metal shaping*).



Pildid 78, 79: Asendusdetailide valmistamine on vajalik nii autode avariiremondil, kui ka vanasõidukite restaureerimisel.

5.4.1.1 Lehtmetaili vormimisel kasutatavad materjalid ja meetodid

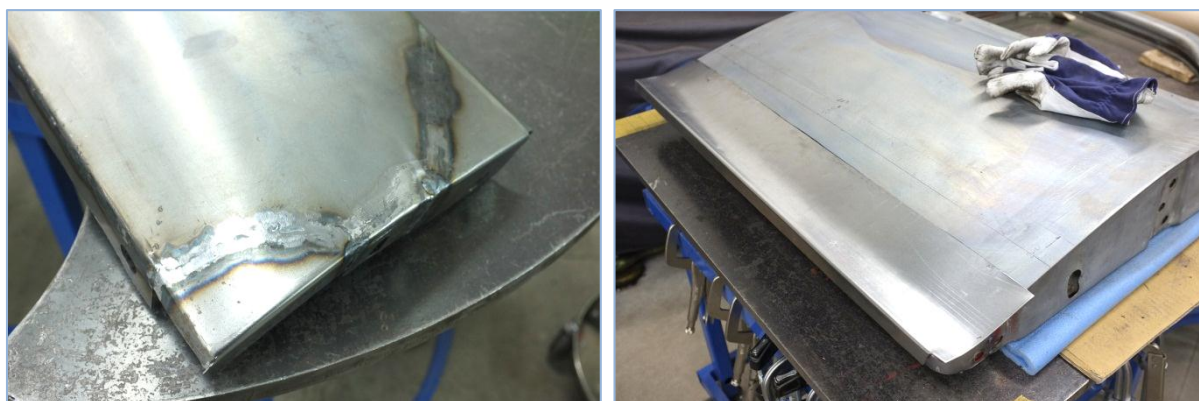
Käesolevas raamatus peatume ainult terasplekist detailide valmistamisel ja paigaldamisel. Eraldi teema on alumiiniumist detailide valmistamine ja remont, kuid selle raamatu piiratud mahu ja teema spetsiifilise iseloomu tõttu me seda teemat lähemalt ei käsitle. Niipalju siiski, et alumiiniumist detailide valmistamine on üsna sarnane terasplekist detailide valmistamisele, nende paigale keevitamine ja järeltöötlus on aga üsna erinev ja tunduvalt delikaatsem protsess.

Kuidas on võimalik plekki vormida?

Asendusdetailide valmistamiseks pleki vormimisel on tegelikult küllalt piiratud võimalused ning need võimalused piirduvad **5 erineva meetodiga**;

1. Lõikamine
2. Painutamine
3. Venitamine
4. Kahandamine (kokku surumine)
5. Liitmine e. ühendamine (keevitamine, jootmine, neetimine ja liimimine)

Kõik töövõtted, mida kasutatakse plekist detaili või detailiosade vormimiseks, liigituvad üheks viiest eespool mainitud töötlemismeetodiks, enamasti kasutatakse asendusdetaili valmistamisel kombinatsiooni kõigist eelpool mainitud meetoditest.



Pildid 80, 81: Asendusdetailide valmistamine võib tähendada nii väiksemõõduliste kui ka suurte detailide osade valmistamist.

Selleks, et valmistada näiteks rooste poolt näritud esiporitiivale tagumine alumine serv, peaks kõigepealt vajaliku suurusega tooriku plekitahvlist šablooni järgi välja lõikama, seejärel tuleks sellele anda painutamise teel õige kumerus, siis venitada tagumist serva, et tekiks vajalik „kroon“, siis jällegi kantida tagumine serv (painutamine) ja kahandada kantitud serva, et selle kuju vastaks alusraami kujule. Järgneb servade lõikamine õigesse mõõtu ja detaili keevitamine oma kohale. Kõige viimaseks viimistletakse keevitusliide vasara ja alasiga, kasutades nii venitamist kui vajadusel ka kahandamist.

Lõpuks puuritakse avad ning lihvitakse töödeldud pind ühtlaseks, neid mõlemaid protsesse võib samuti pidada lõikamiseks. Ehk nagu näete, enamasti detailide valmistamiseks on vaja kasutada kõike 5 pleki vormimise meetodit!

Lõikamine ja painutamine on suhteliselt lihtsalt omandatavad ja keevitamine on peamiselt harjutamise küsimus. Meetodid, mis tavaliselt autoplekksepele peavalu tekitavad, on venitamine ja kahandamine. Kui venitamine erinevaid tehnoloogiaid kasutades on samuti suhteliselt arusaadav protsess, siis just kahandamine on see, mis tekitab peavalu nii algajatel kui ka kogunud autoplekkseppadel!

Vaatleme pleki vormimise meetodeid veidi lähemalt,

1. Lõikamine (i. cutting)

Lõikamiseks nimetatakse teraspleki töötlemist, mille käigus antakse lehtplekile nõutud kuju ja mõõtmed. Lehtpleki lõikamine võib toimuda lõikamisena, puurimisena, avardamisena ja lihvimisena.

Tooriku lõikamiseks plekitahvlist ja detaili täpsemaks väljalõikamiseks toorikust võib kasutada plekikääre, elektrilisi või pneumaatilisi käsi-lõikeseadmeid ja mehaanilisi statsionaarseid lõikamiseadmeid.

Käsi-plekikäärid (i. aviation snips) on äärmiselt sobivad käsilõikevahendid nii tooriku väljalõikamiseks plekitahvlist kui ka detaili lõpliku kuju viimistlemiseks. Eriti hästi sobivad plekikäärid just lühikeste ja keskmise pikkusega, täpsete lõigete tegemiseks ning viimistluslõikamiseks. Käsi-plekikääre valmistatakse kolme tüüpi : paremale pöörduva - (parema käe), vasakule pöörduva -(vasaku käe) ja sirge lõike tegemiseks. Käärde käepidemed on tähistatud vastavalt rohelise, punase ja kollase värvusega, nii leiab vajalikud tööriistad kiiresti üles.



Pilt 82: Käsi-plekikäärid (vasak)



Pilt 83: Käsi-nakerdaja (i. nibbler)



Pilt 84: Elektri-plekikäärid (Makita)



Pilt 85: Akutoitel elektriline nakerdaja (Fein)



Pilt 86: Laua-plekikäärid „lõputu“ kõruga (Beverly)

Elektrilised või pneumaatilised plekikäärid on tõhusad vahendid suuremate lõigete tegemiseks. Erinevat tüüpi käärid on mõeldud erinevate (keeruka kujuga, sirgete jne.) lõigete tegemiseks.

Väga keerulise kujuga lõigete tegemisel võib kasutada spetsiaalset tööriista – nn. **nakerdajat** (i. nibbler), mis eemaldab plekist kitsa riba väikeste tükikeste kaupa ja võimaldab tänu ümara kujuga lõikepeale teha ka väga järske pööranguid.

Nakerdajat kasutades tuleb silmas pidada, et plekist eemaldatakse teatava laiusega riba, seega peab plekksepp olema veendunud, et eemaldatav osa jääks kindlasti pleki sellele poolele, mida kasutada ei kavatseta.

Lehtmetailist toorikusse avade lõikamiseks võib kasutada **avapresse**, **augustusseadmeid** (perforaatoreid) ja loomulikult ümarate avade puurimiseks spetsiaalseid, lehtmetaili puurimiseks mõeldud **puuriterasid**.

Tööstuslikuks lehtmetaili lõikamiseks kasutatakse ka CNC-pinke, mis võimaldavad veejoa, laseri, gaasi või plasma abil teha kõik vajalikud lõiked.



Pilt 87: Professionaalne giljotiinlõikaja



Pilt 88: Mehaaniline käsiajamiga avapress (e.stants)

2. Pleki painutamine (i. bending)

Painutamiseks nimetatakse teraspleki kuju muutmist nii, et ei toimu tahtlikku venitamist ega kahandamist. Painutada võib käsitsi vabalt, käsitsi vastava kujuga alusel või kummivasaraga kumeral aluspinnal plekki kujusse surudes, samuti võib pleki servasid painutada, kasutades sobiva kujuga alasit ja vasarat. Pleki painutamise alaliik on kantimine, millega tekitatakse jääv murdejoon.



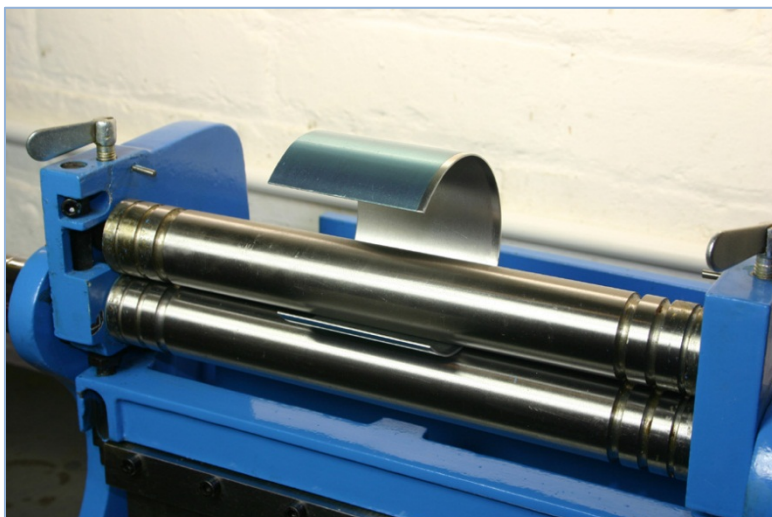
Pilt 89: Pleki painutamine käsitsi toruprofiilil



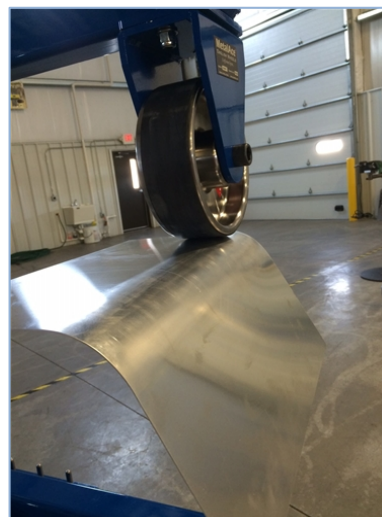
Pilt 90: Plekiserva painutamine vasara ja alasi abil

Masinaid ja eritööriistu kasutades võib terasplekki painutada kas rullmasinat, erinevat tüüpi kantmasinaid või ka „sikemasinaid“ kasutades. Ka „inglise rattaga“ on võimalik plekki painutada, ilma seda venitamata, kui suurel rullil kasutatakse kummikatet, mis elimineerib venitamise.

Lisaks eelpoolmainituile on olemas mitmeid eritööriistu, mis võimaldavad pleki servi kantida või voltida.



Pilt 91: Pleki painutamine valtsmasina abil..



Pilt 92: ...ja kummikattega Inglise rattaga

Teraspleki kantimine, nagu eespool juba mainitud, on üks painutamise alaliike, mille korral plekki painutatakse ümber kindla kujuga ja raadiusega kantimistera, kusjuures kogu painutamine koondatakse väga kitsale alale, mis ületab painutades oma plastsuspiiri ja plekk võtab uue asendi. Niimoodi on võimalik valmistada karpe, talasid ja paljusid erineva kujuga detaile.

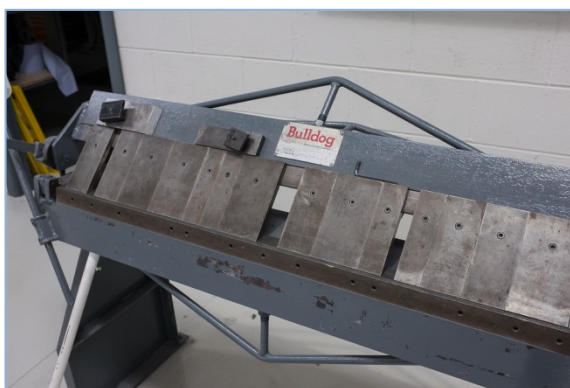
Olenevalt kantimise meetodist ja kasutatavast jõust võib kantimisel toimuda ka paikne lehtmetsalli venitamine ja kahandamine, kuna kantimisjälje sisemises osas surutakse metalli molekulid kokku (kahandamine) ja välises osas sunnitakse laiali liikuma (venitamine). Kantimisel tekkinud venitus/kahandus on siiski nii vähesel määral, et detaili moodud praktiliselt ei muutu, seetõttu on kantimisprotsess käsitletav painutamisena.

Kantimiseks kasutatakse erinevaid **kantimismasinaid**, alates väikestest kruustangide vahele paigaldatavatest käsikantijatest kuni massiivsete elektrimootori jõul toimivate kantpinkideni. Kantpingi eriliik on trapetskantpink, mis tegelikult on mehaaniline või hüdrauliline press, mille ülemisse spindlisse asetatud kindla kujuga teraga plekki alumisele lauale asetatud prisma sisse surudes on võimalik saavutada eriti täpse kuju ja nurgaga kante.

Mehaanilised kantpingid jagunevad statsionaarse teraga kantpinkideks ja segmentkantpinkideks. Segmentkantpinkide kantimistera koosneb osadest (segmentidest) mida saab lisada ja ära võtta ning segmentide asukohti saab muuta. Selline konfiguratsioon võimaldab valmistada keeruka kujuga detaile, näiteks karbikujulisi plekkdetaile.



Pilt 93: Pleki kantimiseks mõeldud professionaalne kantpink



Pilt 94: Laiemate võimalustega segment-kantpink



Pilt 95, 96: Selliste detailide ja detailikoosluste valmistamisel on kasutatud peamiselt kantpinkki ja selle eri võimalusi.



Pilt 97, 98: Selle akukasti koopia valmistamisel kasutati ainult kantmasinat, alumiiniumvasarat/alasi ning punktkeevitust.

3. Pleki venitamine (i. stretching)

Teraspleki venitamine on protsess, millega avariiremondiga tegelev autoplekksepp tavaliselt teadlikult hästi tuttav ei ole, küll aga on kõik plekksepad kogenud avarii tagajärjel tekkinud pleki paikset venimist, millest tingitud plekkdetaili pindala suurenemine on suureks probleemiks detaili endise kuju taastamisel.

Pleki venitamisel muudetakse mehaanilisel teel pleki mõõtmeid nii, et need paksussuunas vähenevad ja samas pleki pindala suureneb. Protsessi kirjeldamiseks mõelge taigna rullimisel tekkivale efektile – taignale surve avaldamisel selle paksus väheneb, kuid pikkus- ja laiusmõõt suurenevad.

Lihtsaim viis pleki venitamiseks on lüüa plekipinnale tugevalt terasest vasaraga nii, et löögikoha alla on asetatud terasest alasi. Löögi jõust tingituna sunnitakse metalli molekulid liikuma nii, et pleki paksus väheneb ja pindala suureneb. Kui täiesti sirget plekkdetaili niimoodi ühest kohast paikset töödelda, toimub paikne venitus, mille ulatus oleneb terase liigist ja materjali paksusest. Sel viisil on võimalik anda sirgele terasplekist tahvlile täpselt valitud jõu ja paiknevusega löökide abil soovitud kuju.

Venitav töötlemine vajab häid eelteadmisi lehtmetailide töötlemisest, suurepärasest koordinatsioonist ning kogemusi, kuid võimaldab eelpoolnimetatud oskuste olemasolu korral valmistada väga keerukaid detaile.



Pilt 99: Pleki venitamine puitvasaraga liivakotil



Pilt 100: Pleki venitamine (ja kahandamine) venitusvasaraga puutüvel

Peamisteks **käsivenitamise** tehnikateks on pleki venitamine eri kujuga terasvasaratega terasest aluspinnal (plaat või alasi) ning **plastne venitamine** kumera pinnaga venitusvasaraga (teras, puit, plast) kergesti deformeeruv aluspinnal (kummiplaat, liiva- või haavlikott, puitalus). Plastse venitamise korral on võimalik anda suunatud löökidega plekile kuju nii, et toimub korraga nii venitamine kui ka painutamine. Tegu on füüsiliselt suhteliselt komplektsete jõudude mõjuga, mille olemusel me selle raamatu mahus pikemalt ei peatu.

Keerukamate detailide valmistamisel kasutakse mehaanilist venitamist vastavate masinatega, tuntuimateks neist on **mehaaniline venitaja** (i. *stretcher*), **rullvalts e. Inglise ratas** (i. *English wheel*) ja **mehaanilised jõuvasarad** (i. *power hammer*). Nendel seadmetel peatume allpool veidi pikemalt.



Pilt 101: Pleki venitamine Inglise rattaga (English-wheel)



Pilt 102: Pleki venitamine Eckold-pneumovasaraga

4. Pleki kahandamine (i. *shrinking*)

Teraspleki kahandamine on keerukas ja suurt täpsust nõudev protsess, mida oleks tegelikult vaja pea alati kasutada avariiremondi korral kergelt veninud plekkdetailide algsete mõõtude taastamiseks, seda pole aga sugugi lihtne teha.

Pleki kahandamisel muudetakse mehaanilisel teel pleki mõõtmeid nii, et need paksussuunas suurenevad (plekk muutub paksemaks) ja samas pindala väheneb. Protsessi kirjeldamiseks enam taigna näitest ei piisa – taignarulliga ei õnnestu kuidagi taignatükki väiksemaks ja paksemaks muuta. Ainus võimalus on tainas uuesti käte vahel kokku muljuda ja seejärel laiaks rullida, metalliga seda kahjuks teha ei saa.

Paljud plekksepad peavad pleki kahandamist praktiliselt võimatuks, siinkohal nad aga eksivad...

Terasplekki saab kahandada küll ja selleks on kaks erinevat meetodi;

1. Külmkahandamine (*i. cold shrinking*)
2. Kuumkahandamine (*i. heat shrinking*)

Külmkahandamisel kasutatakse plekimolekulide kokkusurumiseks kas löögi jõudu (käsi-kahandamine), millega sunnitakse metalli liikuma ebaloolumilikus suunas – „enda sisse“ või spetsiaalseid kahandusseadmeid (*i. shrinkers*), mis suruvad metalli paikselts kokku spetsiaalsete kahandamislüugade abil.

Käsi-kahandamine on teraspleki korral võimalik vaid väga vähesel määral, kuna terasplekil peaaegu puudub võime löögi tagajärjel mehaaniliselt pakseneda, kahanedes samas pindalalt. Selleks on vaja sundida „üleliigselt“ metallil liikuda servade suunas nii, et venimist ei teki ja metall hoopis kahaneb. Selline meetod toimib ainult juhul kui plekksepp oskab detaili ette kujutada kolmemõõtmelisena ja teab täpselt kuidas toimida. Kasutama peab valitud tugevusega lööke terasvasaraga, toetates pinda kõvast puust või plastist alusega või ka puitvasaraga, kasutades toetamiseks terasalasit. Kergelt kumer terasplekk liigub sellisel juhul vähesel ääral „enda sisse“ ja selle pindala väheneb minimaalselt. Näiteks kumeralt pinnalt saab selle meetodiga eemaldada kergelt veninud väikese ala. Liiga tugevate löökide korral sunnitakse aga kogu kumerus liikuma sissepoole ja kühmu asemele tekib lohk.

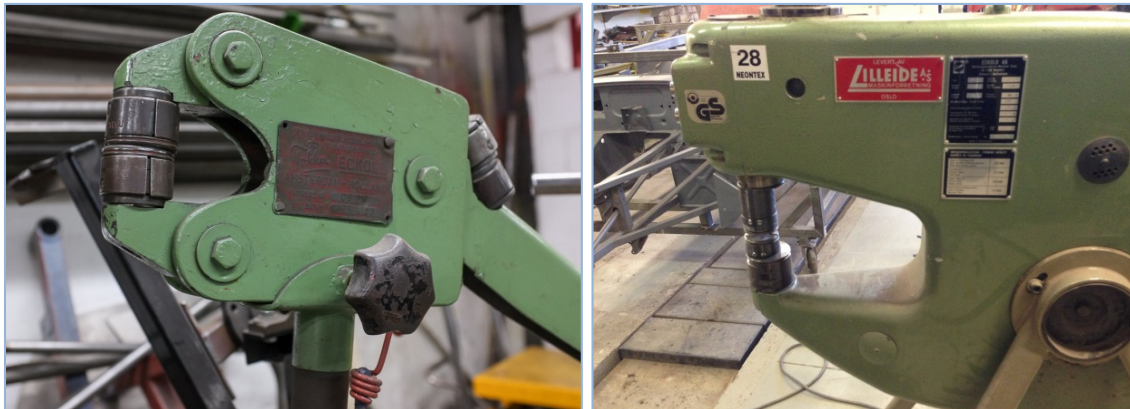
Sirgel terasplekist pinnal käsi-kahandamine vasara ja alasiga ei toimi.



Pilt 103-105: Pleki kahandamine mehaanilise kahandusseadmega (*i. shrinker*) ja erinevad kahandusseadmed.

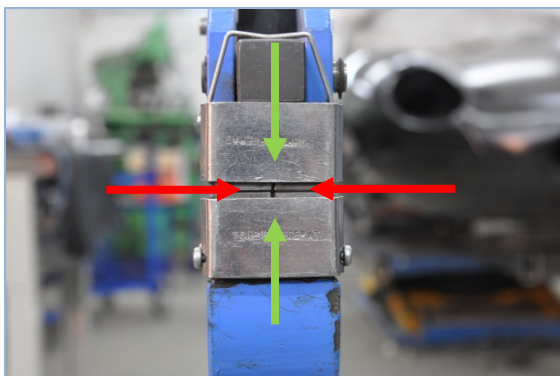
Kahandamine spetsiaalsete kahandusseadmetega on tunduvalt efektiivsem ja võimaldab kõveraks veninud terasplekist taas sirge detaili teha. Erinevad venitusseadmed toimivad veidi erinevalt, kuid peamine toimimispõhimõte on sama – käsi- või mootorajami abil surutakse kergelt sakilise pinnaga kahandamislüuad pleki mõlemal pool kokku ja need kisuvad pleki pinda selle liikumise suunas kaasa.

Lõugade keskel on pilu, kuhu plekk kokku surutakse, ning sellise tööluse tulemusena saavutatakse suhteliselt kiiresti ning kontrollitult pleki pindala vähenemine ja paksuse suurendamine – e. **plekk kahaneb**. On olemas nii radiaalsete kui ka lineaarsete lõugadega seadmeid, esimesed sobivad hästi detailide keskelt veninud alade kahandamiseks, kuna metall surutakse kokku neljast eri suunast, tesied, lineaarse toimega seadmed on aga mõeldud just servade kahandamiseks.

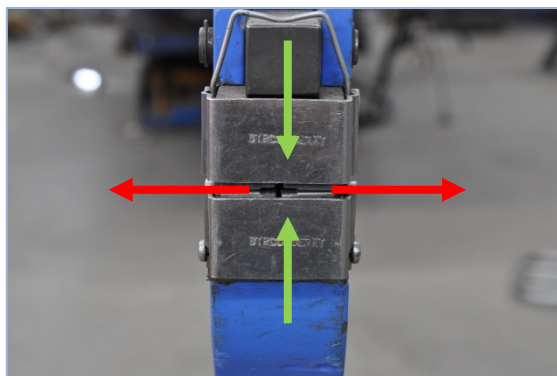


Pilt 106, 107: Eckold on Šveitsis asuv kahandus/venitusmasinate valmistaja ja nende masinaid on klass omaette. Masinaid valmistatakse nii käsiajamiga (Shrinker/Strecher) kui ka elektrijamiga (Eckold Kraffformer).

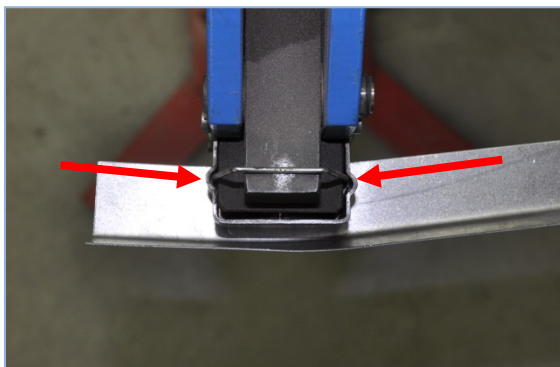
Enamuse kahandusmasinatest on nn. kombineeritud kahandajad/venitajad (*i. shrinker/stretcher*). Need masinad saab nimelt „lõugade“ vahetusega hõlpsasti muuta ka venitusmasinateks. Selliste kombineeritud masinatega on väga mugav töödeldavate detailide servade kuju muuta, neid vajadusel kahandades või venitades.



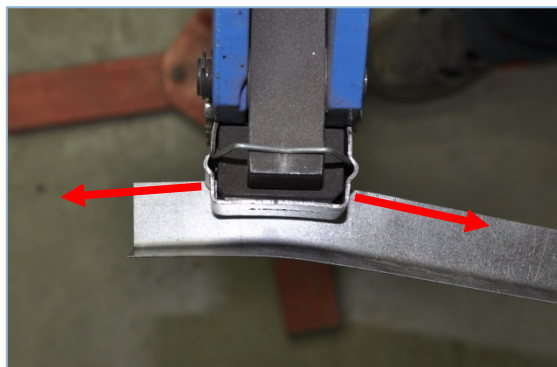
Pilt 108: Pleki kahandamine kahandaja (shrinker) abil



Pilt 109: Pleki venitamine venitusmasina (stretcher) abil



Pilt 110: Kahandaja abil surutakse plekki kokku



Pilt 111: Venitaja toimeel venitatakse plekki laiemaks

Juhul kui detail on sõiduki küljes või on tegu suure ja keeruka kujuga detailiga ning plekksepal on vaja veninud kohta kahandada, ei ole mehaaniliste kahandajate kasutamine tavaliselt võimalik, kuna detail ei ole teiselt poolt ligipääsetav või on selle mõõtmed liiga suured.

Sellisel juhul jääb ainsaks võimaluseks teraspleki **kuumkahandamine**. Kuumkahandamise teemat on selle mooduli mahus juba käsitletud kuid vaatleme seda protsessi siiski veel kord just asendusdetailide valmistamise ja paigaldamise seisukohast lähtudes.

Kuumkahandamisel kuumutatakse veninud ala keskel väike, umbes pöidlaosa suurune pind kirsipunaseks, kasutades selleks kas gaasikeevitusseadet, kuumutamist söepulga abil või kuumutamist induksioonkuumutiga. Paikse kuumutamise tagajärjel paisub kuumutatud punkt temperatuuri kiire tõusu tõttu selles kohas üles, misjärel lüüakse „üles tõusnud“ punkt paari kiire ja täpse löögiga „enda sisse“ kokku, kasutades selleks sileda põhjaga plekksepavasarat ja aluspinna kujuga sobivat terasalasit. Löögi tagajärjel koonduvad pleki kuumuse tõttu pehmenenud osas metalli molekulid ning toimub paikne deformatsiooni kahandamine. Kuna ümbritsev ala kuumenes oluliselt vähem, siis toimib see nõ. „raamina“, mis ei lase deformatsioonil kõrvalpindadele mõjuda.

Enne tulemuse lõplikku hindamist on vajalik pind kiiresti maha jahutada, kasutades selleks märga rätти või külma suruõhku, alles siis saab hinnata kas töötlust on vaja korrata. Kuumkahandamist saab läbi viia ka lihtsalt punkti kuumutades ja kiiresti jahutades, efekt jääb sel juhul siiski piiratuks.



Pilt 112: Kuumkahandamine gaasikeevitusseadme abil.



Pilt 113: Kuumkahandamine induksioonkuumuti abil.

Kuumkahandamine on meetod, mille täpseks valdamiseks on vaja aastatepikkust kogemust. Erinevad teraseliigid alluvad kuumkahandamisele erinevalt ja liigne kuumkahandamine tekitab detailile kiiresti **töötluskarastumise** (i. *work hardening*), peale mida ei ole edasine töötlemine enam praktiliselt võimalik, kuna plekk kaotab oma plastsuse pea täielikult.

TÄHELEPANU!: Teraspleki kahandamine on 10 korda keerulisem, kui venitamine!

Just seetõttu peab olema eriti ettevaatlik, et hoiduda pleki töötlemisel ja sellest asendusdetailide valmistamisel selle liigsest venimisest, kahandamine on vaevaline ja oskusi nõudev protsess.

Kokkuvõtteks pleki vormimise kõige keerulisemate meetodite, venitamise ja kahandamise kohta, võib tõdeda, et kõrge kvalifikatsiooniga autoplekksepp peaks valdama vähemalt pleki käsitsi venitamise ja kuumkahandamise töövõtteid ning olema teoreetiliselt kursis ka venitamise ning kahandamise mehaaniliste meetoditega.

Kui eesmärgiks on valmistada keerulisema kujuga asendusdetalle, näiteks uusi servasid rooste poolt näritud poritiibadele, on mehaaniliste venitus/kahandusseadmete hankimine vältimatu, ilma nendeta võtab õige kujuga asendusdetailide valmistamine liiga kaua aega ega ole pikas perspektiivis rentaabel.

Avariiremondil on põhilised pleki vormimiseks vajalikud oskused pleki painutamine, kuumkahandamine ja vähesel määral ka venitamine.

Asendusdetaili valmistamisel on vaja tunda kõiki eelpooltoodud tövõtteid, eriti aga käsitsi venitamist, mehaanilist külmkahandamist ja kuumkahandamist.



Pilt 114, 115: Keerulisema kujuga asendusdetailide korral on vaja kasutada nii venitamist kui kahandamist.

5. Lehtmetaili liitmine (i. sheetmetal joining)

Terasplekist valmistatud asendusosade valmistamisel ja valmis asendusosade paigale kinnitamisel kasutatakse peamiselt üht liiki liitmist – **keevitamist** (i. *welding*).

Terasplekist detailide keevitamine on suhteliselt lihtne protsess, mille korral metalldetailid ühendatakse kõrgel temperatuuril, nii et mõlemad ühendatavad metalloosad ühenduspinnalt sulavad ning nende sulanud osad ühinevad ja mille tagajärjel moodustub ühtne tervik. Vähesel määral kasutakse detailide ühendamisel ka vasejoodist ja neetimist.

Vaadake täpsemalt teraspleki keevitusmeetodite kohta peatükis „Lehtmetailide keevitamine“.

Kõige olulisem keevitusmeetod terasplekist asendusdetailide keevitamisel on nn. „serv-servaga“ keevitamine, mille korral peale järeltöötlust moodustub ühtne sile plekipind. Sellist pinda on lihtne järeltöödelda – venitada ja kahandada ning seetõttu saab detailist kuumuse tõttu tekkinud deformatsioonid eemaldada. Detailide keevitamisel nn. „serv serva peale“ moodustub kahekordse plekipaksusega liide ja selle järeltöötlus on praktiliselt võimatu. Siiski on teatud tüüpi asendusdetailide paigalekeevitamisel vajalik ka „serv serva peale“ ühendus, eriti juhul, kui puudub keevituskohale puudub ligipääs altpoolt ning järeltöötlus on seetõttu võimatu.



Pilt 116, 117: Asendusdetailide valmistamisel ja paigaldamisel kasutatakse peamiselt serv-servaga põkkkeevitamist.

5.4.1.2 Milliseid tööriistu on vaja pleki vormimiseks ja asendusdetailide paigaldamiseks?

Suure koguse keeruliste ja kalliste seadmete omamine pole asendusdetailide valmistamiseks ja paigaldamiseks vajalik, hakkama saab esialgu ka väikese hulga kõige vajalikumate käsitööriistadega.

Heaks näiteks on siin eelmise sajandi 50-ndatel aastatel valmistatud Itaalia autod, klassikalised Ferrarid ja Alfa-Romeod. Imeilusa kujuga autokered valmistati Itaalia meistrite poolt tegelikult elementaarseid tööriistu kasutades, kuna Itaalia tööstuse majanduslik olukord lihtsalt ei võimaldanud tol ajal hankida kalleid seadmed nagu seda olid Inglise ratas või mehaaniline jõuvasar. Seetõttu olid nende väikeseeria autode kered valmistatud, kasutades elementaarseid plekksepa käsitööriistu, paari erineva läbimõõduga tammekändu, liivakotti ja plekikääre. Tegelikult võtmeks perfektse tulemuse juurde olid aga aastatepikkune kogemus ja arusaamine sellest, kuidas plekk töötlemisel käitub. Muidugi oli selline töö võrdlemisi aeglane ja oskuste omandamine võis võtta aastakümneid.

Milliste tööriistadega võiks pleki vormimist alustada?

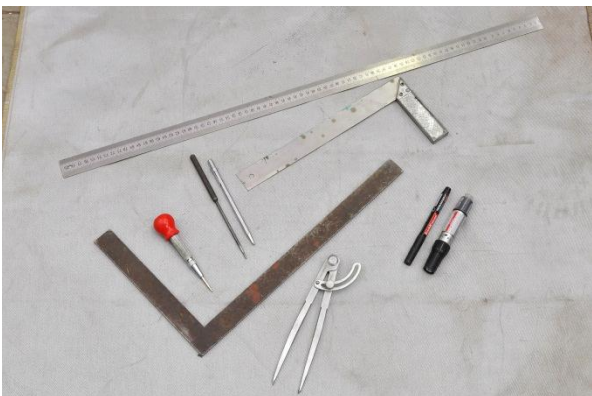
- 2-3 erinevat plekksepa kerevasarat
- 3-4 erineva kujuga plekksepa alasit
- paar erineva suurusega tilgakujulist puit- või nailonvasarat
- üks kummivasar
- parema ja vasaku käe käsi-plekikäärid
- kõvast puidust, näiteks tammest „känd“
- nahast liivakott
- erinevaid terase- ja torujuppe, millele detaile vormida
- vastupidav metallist töölaud koos kruustangidega



Pilt 118: Stardikomplekt plekksepavasaraid ja alaseid



Pilt 119: Vajalik on hankida ka liivakott ja paar venitusvasarat



Pilt 120: Mõõtmise ja märkimise vahendid on vajalikud



Pilt 121: Kasu on erineva kuju ja suurusega vormimisalustest

Lisaks on kindlasti vaja tugevat metalljoonlauda, metallnurgikut, harilikku pliatsit, paari veekindlat terava otsaga viltpliatsit, märknõela ja tugevat kartongpaberit šabloonide valmistamiseks.

Selle komplektiga alustades ja veidi fantaasiat kasutades saab valmis lihtsad ja ka veidi keerulisema kujuga detailid ning enne järgmiste tööriistade ja seadmete hankimist soovitame kindlasti omandada põhilised pleki vormimise oskused käsitööriistadega. See on hilisemate keerulisemate projektide korral kasulikuks alustamiseks ja võimaldab kiiresti edasi liikuda.

Kui pleki vormimise põhioskused on käsitööriistadega praktikas omandatud, siis **esimesteks seadmeteks**, mille võiks soetada, on väike **kantpink** (*i. sheet metal brake*), kasvõi kruustangide külge kinnitav, millega saaks teha sirgeid kante detailide valmistamisel ning mehaaniline **kahandaja** (*i. shrinker*), mis võib esialgu olla samuti väikest mõõtu ja käsiajamiga.



Pilt 122: Professionaalne segmentkantpink.



Pilt 123: Professionaalne käsikahandusmasin (Eckold)

Oskuste arenedes ja töö spetsiifika muutumisel (restaureerimine või erisõidukite ehitus) võiks soetada suurema kantpingi, lisaks mehaanilisele kahandajale ka sama tüüpi **venitaja** (*i. stretcher*) ning pleki valtsimiseadme e. **sikemasina** (*i. beadroller*), vajaliku seadme, mis võimaldab valtsida pleki sisse erineva kuju ja pikkusega valtse ning sooritada mitmeid muid kavalaid töövõtteid, mille sooritamiseks käsitööriistadega läheb kordades rohkem aega.

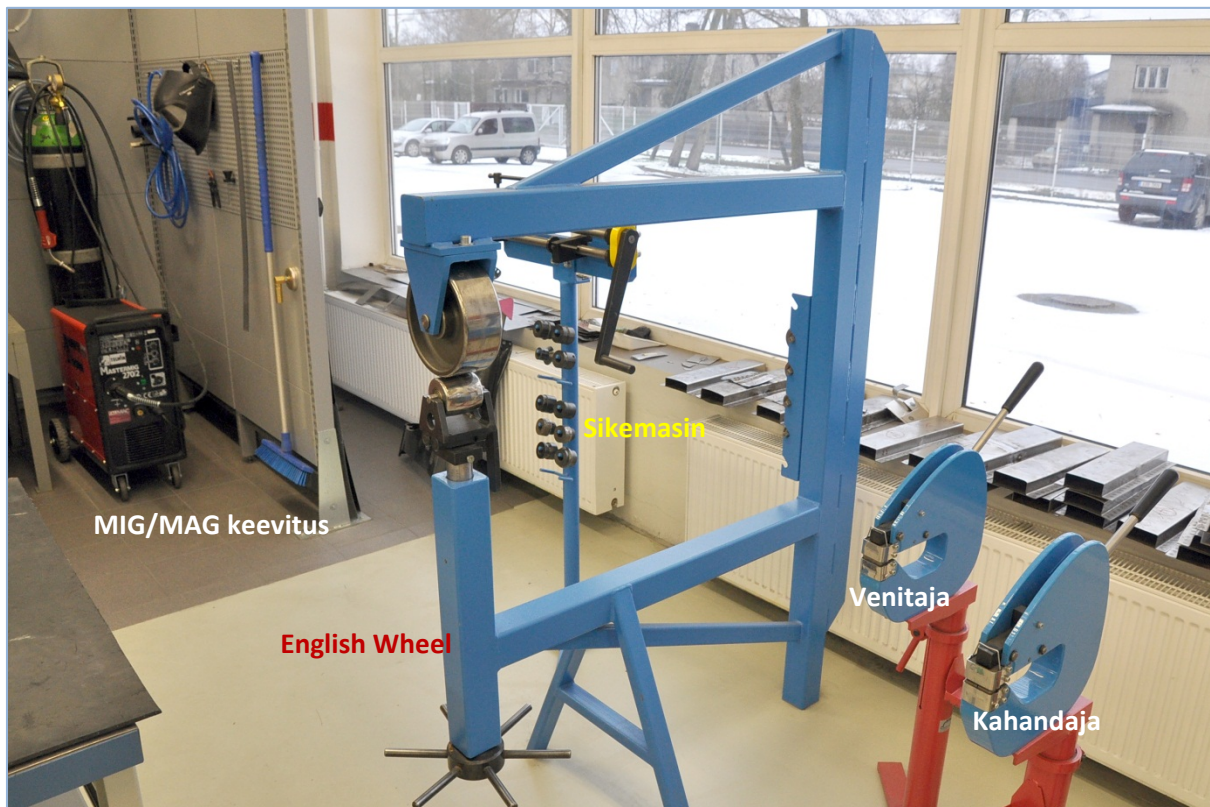


Pilt 124, 125: Sikemasin on vajalik seade keerukamate asendusdetailide valmistamiseks ja seega hea investering

Kui plekksepal on soov valmistada iseseisvalt juba suuremaid, ühtlaste kumeruste või keerulisema geomeetriaga detaile, siis seisab ees tõsisem investering – seadme hankimine, mis võimaldab pleki komplektset töötlemist, kas **rullvalts e. inglise ratas** (venitamine ja painutamine) või **mehaaniline jõuvasar** e. Power Hammer (venitamine, kahandamine ja painutamine).

Suurte seadmete hankimine on vastutusrikas samm ja seda tuleks teha läbimõeldult, vastavalt töö iseloomule, vajadustele ja rahalistele võimalustele.

NÕUANNE! Kui valida üks neist vormimiseadmetest, siis selle raamatu autorite valikuks oleks keskmise suurusega, tugeva konstruktsiooni ja kvaliteetsete rullidega Inglise ratas. Inglise ratas võimaldab vormida väga mitmesuguse kujuga detaile ning sellega on lihtne ka valmistatud detaile ning keevisõmblusi viimistleda. **Kvaliteetne inglise ratas on investeering kogu eluks.**

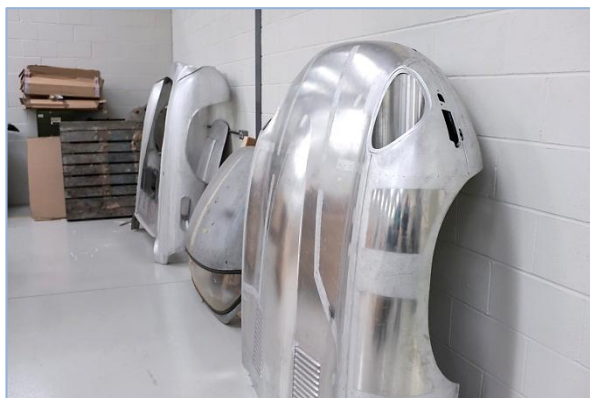


Pilt 126: Sobiv seadmete komplekt keskmisel tasemel pleki vormimiseks ja asendusdetailide valmistamiseks (lisaks kantpink).

Hästivarustatud plekitöökojas on loomulikult olemas lisaks eelpooltoodud seadmetele kantpink, plekilõikaja ning erinevad keevituseadmed. Spetsiaalsed restaureerimistöökoad omavad tavaliselt veelgi paremat varustust, mis võimaldab neil plekitahvlist terveid uusi detaile valmistada.



Pilt 127: Hästivarustatud plekitöökoda...



Pilt 128: ... võimaldab valmistada terveid uusi detaile.

Inglise ratas (*i. English Wheel*) on üle sajandi vana mehaaniline seade, mida Eesti keeles on ka rullvaltsiks nimetatud. Nagu nimetus ütleb, võeti Inglise ratas kõigepealt kasutusele Inglismaa keremeistrite poolt, kes soovisid sellega kiirendada just siledate ja kerge kumerusega detailide valmistamist ja saavutada ka kvaliteetsem pind. Algselt kasutati Inglise ratast just alumiiniumist kerepaneelide kiireks vormimiseks kuid ajapikku lisandus ka teraspleki vormimine. Nüüd on see seade levinud üle maailma.

Inglise ratas koosneb tugevast valumalmist või keevitatud terasdetailidest valmistatud raamist, mille külge on kinnitatud suur, tavaliselt ca. 300 mm läbimõõduga raske, sile ülemine rull. Raami alla, vastassuunas ülemisele, on kinnitatud väiksem metallrull. Alumise rulle on kasutusel erineva läbimõõdu ja kumerusega ning neid on tavaliselt kasutusel 5 -8. Alumised rullid paigaldatakse spetsiaalsesse rullihoidjasse, mis võimaldab rulle vajadusel kiiresti vahetada. Alumise rulli hoidja on üles-alla suunas liigutatav. Töödeldav plekileht asetatakse rullide vahele ja reguleeritakse alumise ratta kõrgus selliseks, et see avaldaks plekitahvlile kerget või keskmist survet.



Pilt 129, 130: Klassikaline English Wheel, nii nagu neid Inglismaal üle 100 aasta on kasutatud – valuraami ja keskvõlliga.

Inglise ratas toimib peamiselt venitava seadmena ja venitab lehtplekki kui seda edasi-tagasi liigutustega rullide vahelt läbi liigutatakse. Rullide poolt plekile tekitatav kahesuunaline venitus ja selle tulemusena tekkiv plekipinna kahepoolne kumerus, mida nimetatakse **krooniks** (*i. crown*) on reguleeritav, valides alumiseks rattaks erineva pinnakumerusega rullid ning muutes rullide survet plekile alumise ratta kõrgussuunalise reguleerimiskruvi abil.



Pilt 131, 132: Erinevaid moodsaid Inglise ratta lahendusi, kõigi toimimispõhimõte on täpselt sama!

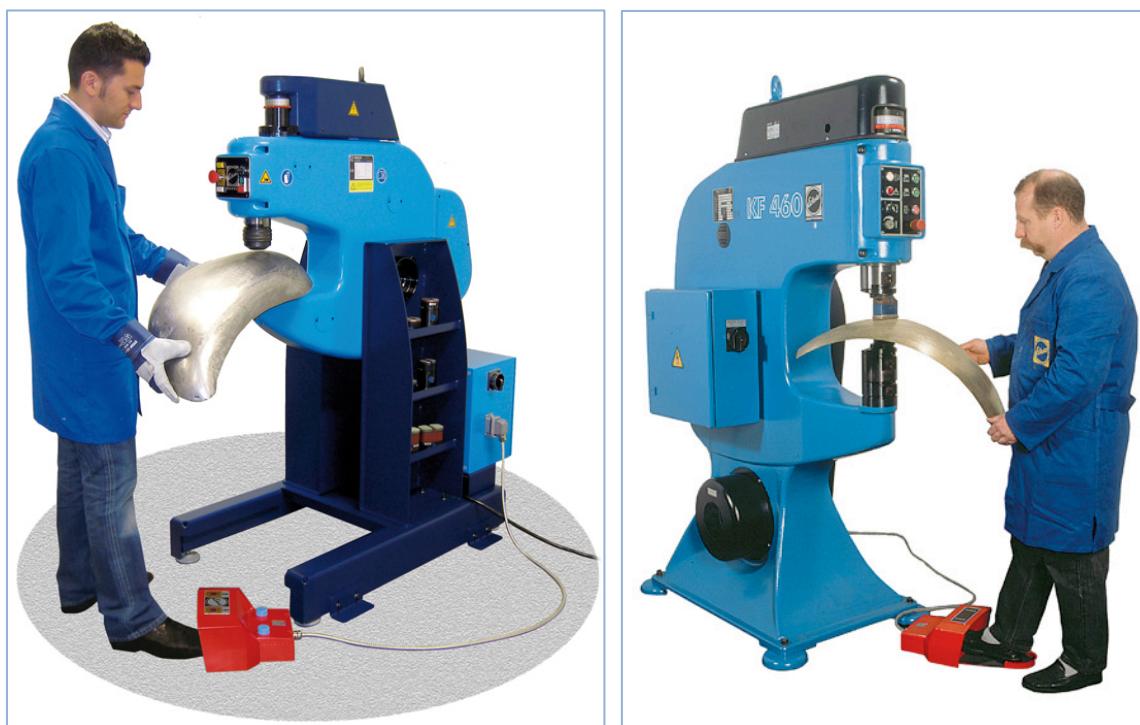
Suured pleki vormimisseadmed

Kõrgeimal tasemel plekksepad, kes on keskendunud uute detailide ja isegi tervete autokerede loomisele käsitööna (*i. fabricators*), vajavad oma töös ka tõsiseid seadmeid. Sellised seadmed on nn. mehaanilised jõuvasarad (*i. power hammers*), mis toimivad üksteisest veidi erinevalt. Kõik need seadmed võimaldavad metalli nii painutada, venitada kui ka kahandada, mõned neist lisaks sellele ka lõigata. Seadmete suured mõõdud on tingitud vajadusest valmistada suuri detaile või fragmente autokerest ning selliste mõõtudega detailide töötlemiseks peab olema seadme tööelementide vahel ja taga piisavalt ruumi.

Eckold – se on tegelikult firma, Eckold AG nimi, kuid seda nime kasutatakse ka seadmete nimetusena. Eckold on keerulise, patenteeritud ehitusega jõuvasar (saksa keeles *kraftformer*), mille eripära on tööelementide aeglane ja ühtlane liikumine ja mehaanikaosa sisse on ehitatud ülitagevast kummist puksid, mis väldivad teras-terasega lööki masina sees. Seetõttu töötab masin erakordselt suurele jõudlusele vaatamata vaikselt ja sujuvalt ning plekk vajutakse sobivasse vormi pea märkamatuks. Eckoldi kahanduspead on maailmakuulsad oma kvaliteedi ja ühtlase toimimise poolest.

Eckold valmistab seadmeid alates käsiajamiga venitajatest/kahandajatest kuni suurte seadmeteni, millega on võimalik vormida kuni 5 mm plekki (teraslehte).

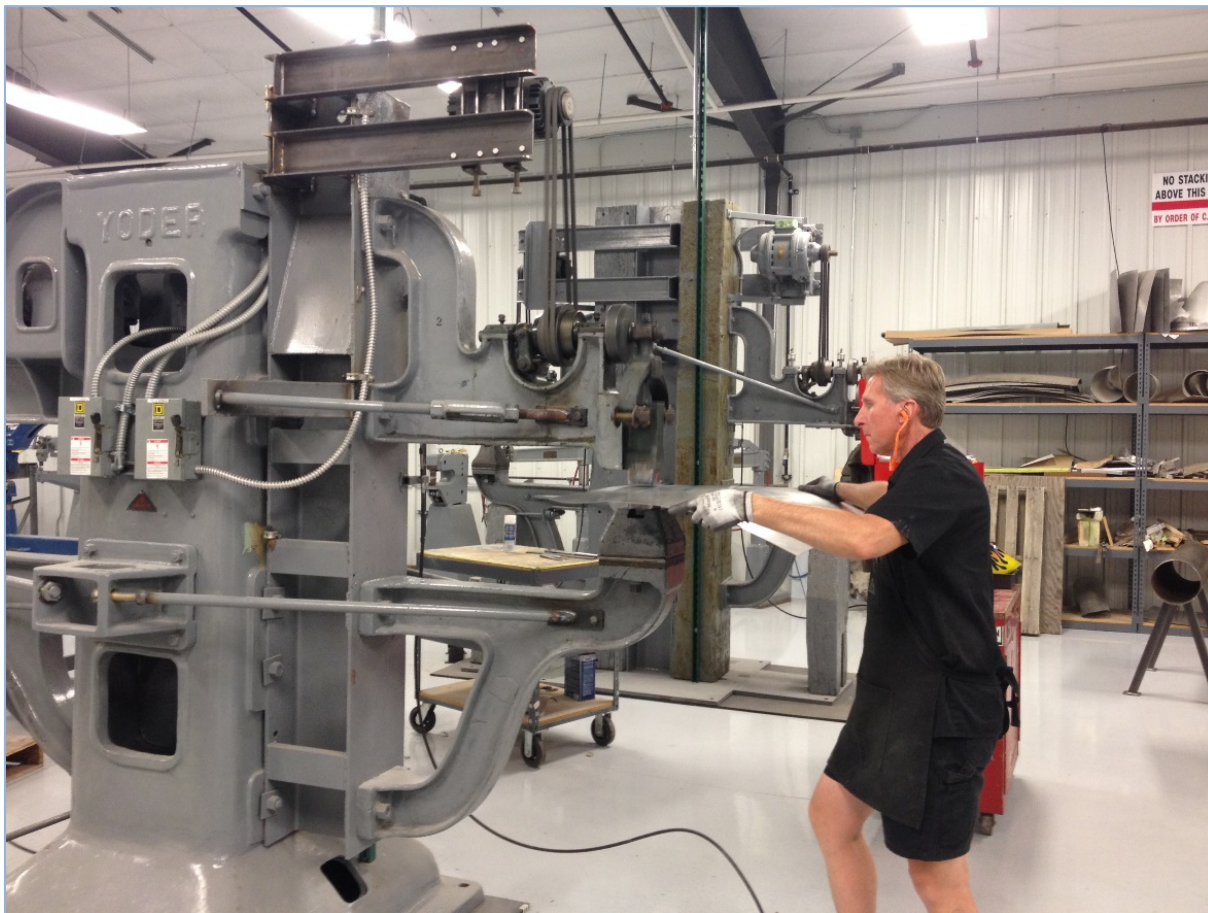
Eckoldi seadmed on kahjuks väga kallid, kuid kui sellist seadet vaja läheb, siis on selle soetamine kindlasti hea investering. Autoplekksepad ja restaureerimistökojad kasutavad tavaliselt väiksemaid Eckoldi seadmeid ja ostavad oma seadme tihti kasutatuna.



Pilt 133, 134: Eckold toodab erineva suurusega lehtmatali vormimise seadmeid, mida peetakse maailma parimateks.

Eckoldi seadmed sobivad eriti hästi ka keevisõmbuste (TIG ja gaasikeevitus) töötlemiseks ja keevitusdeformatsioonide eemaldamiseks. Unikaalsed radiaal-kahandamispead võimaldavad eemaldada kohtdeformatsioone ja veninud kohti ka täiesti siledate kerepaneelide keskelt, ilma neid kuumutamata. Ilmselt ongi Eckoldi seadmete suurim väärtus just võime toimida erakordselt hästi mitmeotstarbelise külmkahandamis seadmena tänu oma unikaalsetele liikuvate lõugadega kahandusotsikutele.

Yoder – Yoder oli Ameerika firma, kes hakkas Ameerika autotööstusele valmistama keredetailide vormimiseks võimsaid mehaanilisi jõuvasaraid juba enne II maailmasõda. Peale sõda kasutas neid masinaid peamiselt sõjatööstus lennukikerede valmistamisel. Tänapäevaks on Yoder-tüüpi seadmetest (Yoder, Petingell jt.) saanud legend, ning neid kasutavad Ameerikas maailma absoluutsesse tippu kuuluvad plekimeistrid, kes valmistavad nende seadmete abil detaile ja terveid keresid haruldastele ja sõidukitele või vormivad terveid keresid custom-autodele kunstnike joonistuste järgi.



Pilt 135: Yoder on jõuvasarate (power-hammer) esiisa ja seda hindab endiselt kõrgelt maailma autoplekkseppade koorekiht.

Yoder-seadmete valmistamine on tänapäevaks lõppenud, kuid kasutusel on endiselt tuhandeid kasutatud Yodereid, millele on ka võimalik hankida nii varuosi kui tööelemente. Tööelemendid kinnitakse lõugade vahele kalasabasiini ja kiiltapi abil ja neid saab kiirelt vahetada. Enamus Yoder-seadmeid on nn. kahepoolsed, ehk seadme mõlemal pool on töökoht ning nii on võimalik näiteks ühel pool kasutada raadius-venituspead ja teisel pool komakujulist kahanduspead.

Yoder toimib erinevalt kui Eckold. Ekstsentriku abil lööb seadme tööelement alasile läbi lehtvedru (nn. *slap-blow*) ja imiteerib kiiret ja tugevat plekksepavasara, ainult et 100 korda võimsamana. Löögi ja löögi kiirust ning tööelementide vahelise pilu suurust saab töö käigus jalgpedaaliga reguleerida. Seadmel on tohutu jõud ja selle abil saab plekki väga kiiresti vormida, kuid oskamatu kasutaja suudab valmistatavast detailist kiiresti vanaraua teha.

Yoder-tüüpi jõuvasarate abil on võimalik plekki nii venitada kui ka kahandada, kusjuures liikuvate mokaadega kahandavaid tööelemente (nagu Eckoldil) siin ei kasutata, kuna need ei peaks koormusele vastu. Selle asemel kasutatakse spetsiaalseid komakujulisi tööelemente (nn. *thumbnail dies*), mille vahelt kahandatav plekiserv läbi surutakse ja siis uuesti välja tõmmatakse. Tänu otsikute kujule on plekk sunnitud enda sisse kahanema ning seda tüüpi seadmed võimaldavad kahandada väga suurt pinda väga kiiresti.

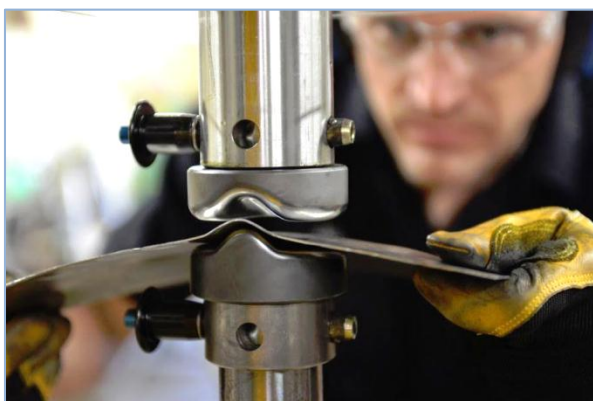
Kombineeritud jõuvasarad - viimastel aastatel, seoses tohutu huvi kasvuga vanasõidukite restaureerimise ja custom- autode ehitamise vastu, on USA firma Baileigh turule toonud seadme, mida võib pidada kõigi seni valmistatud jõuvasarate ja viimistlusvasarate kombineeritud summaks.

Tugeva ehitusega seade on mõeldud just autotöökodades ja restaureerimistöökodades kasutamiseks ja võimaldab plekki erinevalt töödelda – painutada, venitada ja kahandada. Lihtsa seadistusega saab selle seadme muuta nii Yoder-tüüpi jõuvasaraks, mis lööb alasile läbi lehtvedru kui ka otselöögiga viimistlusvasara tüüpi seadmeks. Baileigh jõuvasarale on saadaval suur hulk erinevaid tööelemente.

Seade pole odav, kuid võrreldes Eckoldi ja Yoderiga on see suhteliselt mõistliku hinnaga ja samas väga kvaliteetselt valmistatud. Tänapäeva moodsad tehnoloogiad võimaldavad korpuse valmistada laserlõigatud paksust eriterasest ja selle poltliidetega tervikuks ühendada. Valumalmist korpusest loobumine võimaldab hinnas oluliselt kokku hoida.



Pilt 136, 137: USA firma Baileigh on välja töötanud kombineeritud jõuvasara, milles on ühendatud mitme seadme omadused.



Pilt 138, 139: Ka Baileigh kasutab kahandamiseks nn. komakujulisi otsikuid. Otsikute valik on väga lai.

Kokkuvõtteks – ilmselt ei lähe enamusel selle raamatu lugejatel eelpooltoodud suuri lehtmetailide vormimiseks mõeldud masinaid kunagi vaja ning kokkupuude nende suurepärase seadmetega jääbki selle raamatu teooria tasemele. Arvame siiski, et on oluline teada ja tunda kõiki autokerede valmistamisel ja remondil kasutatavaid pleki vormimise meetodeid ja võimalusi, alates vasarast ja alalist ning lõpetades Eckold Kraffformer - seadmega. Salajas loodame aga, et mõni tulevane autoplekksepp huvitub tõsisemalt just restaureerimisest ja uute detailide vormimisest ning sellest saab tema tulevane elukutse – kas siis külmas Eestis või kuumas Californias...

Terasplekist valmistatud detail vajab enne automaalri kätte saatmist viimistlemist (*i. metal finishing*), mille käigus elimineeritakse plekipinnalt kõrgemad ja madalamad kohal, eemaldatakse töötlemisel tekkinud deformatsioonid ning muudetakse pleki pind piisavalt siledaks, et seda oleks võimalik automaalri poolt viimistleda.

Pleki viimistlemiseks vajalikud seadmed ja tööriistad oleksid;

- Viimistlusvasarad – sirge tallaga ja kerge „krooniga“ (kumerusega) vasarad ning vastavad alasid
- Viimistluslusikas – elastsest terasest „lusikas“, millega on võimalik kergete libisevate löökidega anda pinnale õige kujuga alasil lõplik siledus
- Alumiiniumvasarad – väike ja suur, viimistlemiseks, väldib terase venitamist
- Kereviil – sirge kaldhammastega viil, koos reguleeritava viialusega, kumerate pindade viimistlemiseks
- Kereviil – kerge kumerusega, kaldhammastega nn „Vixen-viil“, sirgete pindade viimistlemiseks
- Nurklihvija eri karedustega 115 mm lihvketastele – suuremate alade viimistlemiseks
- Roloc-lihvija (50 mm ketastele) – Roloc-kinnitustega ketastele sobiv lihvija keevituste viimistlemiseks
- Ekstsentriklihvija – P80 ja P120 karedustega lihvpaberitega töö lõplikuks viimistlemiseks



Pilt 140: Valik lehtmetsali viimistluseks vajalikke käsitööriistu.



Pilt 141: Peale valmistatud on vaja asendusosa viimistleda.



Pilt 142, 143: Lisaks käsitööriistadele on viimistlemisel abi erineva suurusega lihvmasinatelt. Valik plekksepa töölaualt.



Plekist valmistatud detailide ühendamiseks ja paigale kinnitamiseks on autoplekksepal vaja **keevitusseadmeid**, kindlasti on vajalik MIG/MAG poolautomaat-keevituseadme omamine, oskuste ja tööde iseloomu arenedes tasuks mõelda ka TIG-keevituse soetamise peale. Kasuks tuleb ka gaasikeevituse (atsetüleen-hapnik) seadmete tundmine ja omamine, seda nii keevitamiseks, vasejootmiseks kui ka kuumkahandamiseks. Originaalile sarnaste liidete tegemisel restaureerimistööl on vaja ka punktkeevitusseadet.



Pilt 144 – Asendusdetaili keevitamine MIG-keevitusega



Pilt 145: Lehtmetsi keevitamine, kasutades TIG-keevitust.

Keevitamine on äärmiselt oluline tööprotsess nii autokerede remondil kui ka asendusdetailide valmistamisel ja paigaldamisel. Kõrgtasemel autoplekksepp oskab kasutada nii gaasikeevitusseadmeid kui ka MIG/MAG-poolautomaatkeevitust, samuti oskab ta ühendada detaile punktkeevitusseadmeid kasutades. Autoplekksepad, kes tegelevad vanasõidukite restaureerimise või alumiiniumkerede remondiga, peaksid ennast kindlasti kurssi viima ka TIG-keevituse tehnoloogiaga. TIG (*i. Tungsten Inert Gas*) keevitus sarnaneb gaasikeevitusele selle poolest, et keevitades hoiab üks käsi põletit, milles atsetüleenileegi asemel kasutatakse inertgaasi keskkonnas toimuvat kaarlahendust ja teise käega antakse lisaks täitetraati, samuti nagu seda tehakse ka gaasikeevituse korral.

TIG-keevituse peamine eelis gaasikeevituse ees on väga kitsas kuumutusala ja seetõttu vähene pinna deformatsioon. Nii TIG- kui ka gaasikeevituse keevisõmblus on olulisemalt pehmem kui MIG/MAG keevisõmblus ning neid on seetõttu oluliselt kergem järeltöödelda ning viimistleda. Pahupooleks on TIG-keevitamise

5.4.2 Asendusdetailide valmistamise protsess

Vaatleme allpool tüüpilise autoremondil valmistatava asendusdetaili vormimist ning paigale kinnitamist ja jagame selle protsessi võimalust mööda eri tööetappideks.

Etapp 1 - Planeerimine

Kõik algab töö planeerimisest. Mõttele enne, kui hakkad tegutsema!

See, kui palju aega kulub töö planeerimisele ja ettevalmistustöödele, sõltub loomulikult töö keerukusest ja mahust. Kui ülesandeks on valmistada 4 X 10 cm suurune asendusdetail kergelt kumera esitiiva paikamiseks, on ettevalmistus- ja plaanimistööde maht küllalt tagasihoidlik, vaja on võtta paranduskohalt pabermudel, mõelda läbi, kas vormistada osa servi on vaja kahandada või keskosa venitada ning seejärel lõigata pabermudeli järgi vastav detail plekist välja, jättes servadesse piisava varu. Kui ülesandeks on aga valmistada mootorrattale uus esiporilaud, läheb juba vaja mahulist mudelit, millega valmistada detaili võrrelda ning kogu ettevalmistus võib võtta päeva, enne kui terasplekist esimene lõige tehakse.

Elementaarne töö planeerimine sisaldab:

- asendatava teraspleki paksuse mõõtmist ja vastava paksusega lehtpleki hankimist
- asendusdetailist pabermudeli joonistamist, millele suure kumerusega detaili korral tehakse lõiked, et pabermudeli üleni pinna vastu saaks suruda ning lõigete kohast kinni teipida
- paberlõike järgi vajalike tööde iseloomu määramisest – millist osa on vaja venitada ja millist kahandada, kuhu tuleb kantida serv ja kuhu puurida avad
- otsust, mitmest osast detail valmistatakse
- tööde järjekorra määramine. Kas kantida kõigepealt detaili serv või anda Inglise rattal detailile soovitud kumerus? Tavaliselt tehakse kantimistööd kõigepealt ning kumerused alles seejärel, vajadusel kantitud serva venitades või kahandades.



Pilt 146: Detaili kuju saab kopeerida kontuuršablooniga.



Pilt 147: Šablooniga abil saadud kontuur kantakse paberile.



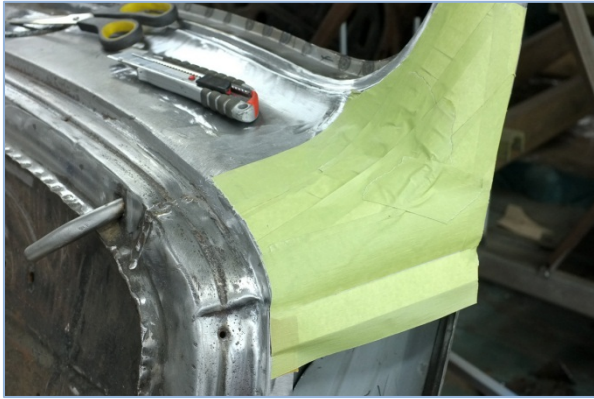
Pilt 148: Paberi järgi märgitakse kontuur metallile.



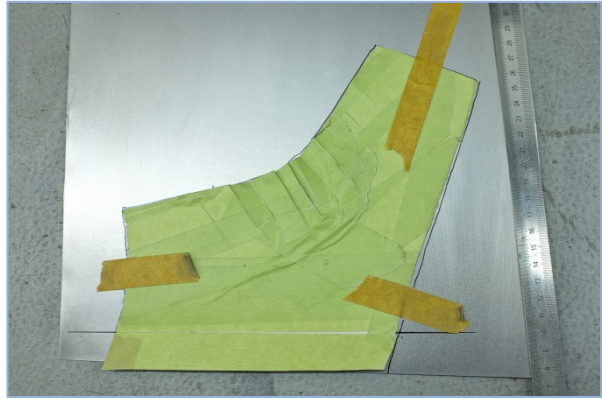
Pilt 148: Saadud metallkontuuri kasutatakse detaili valmistamisel.

Eriti oluline on oma oskusi ja võimalusi hinnates kindlaks teha, kas vajaliku detaili saab valmistada ühes tükis või on vajalik selle valmistamine mitmes osas, mis siis omavahel kokku keevitatakse ning lõpuks viimistletakse. Keevisõmbluste viimistlemine töölaual, kui detail pole veel auto küljes, on suhteliselt lihtne.

Asendusdetaili valmistamisel mängib töövõtete valimisel olulist rolli ka see, kas plekksepp tunneb ennast rohkem kodus pleki vormimisel või keevitamisel/viimistlemisel. Üldine tendents on see, et oskuste ja kogemuste arenedes hakatakse valmistama aina suuremaid detailikooslusi, ilma keevitamata.



Pilt 149: Asendusdetaili kuju määratakse paberi ja teibiga.



Pilt 150: Saadud šabloon järgi lõigatakse plekist välja toorik.

Etapp 2 – Pleki lõikamine

Vajaliku suurusega detail või detaili osad lõigatakse lehtpleki tahvlist välja, kasutades selleks elektri- või suruõhujõul töötavaid erinevat tüüpi lõikajaid või käsi-plekikääre. Pikad ja sirged lõiked saab kõige paremini teha giljotiinkääre kasutades, selliste puudumisel võib kasutada ka elektrilist või pneumaatilist käsilõikajat, mida liigutatakse mööda detaili peale pitskruvidega kinnitatud teras- või alumiiniumlatti nii, et sirge lõige sünnib plekile märgitud joone järgi.

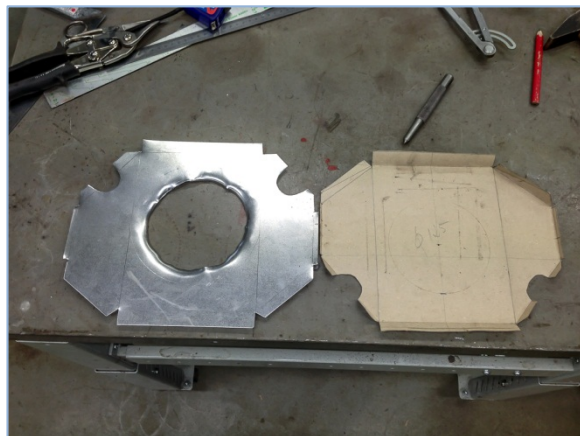
Detaili keskele suurema avause lõikamisel on vajalik kõigepealt puurida piisavalt suur ava, et läbi selle saaks alustada lõikamist plekikäärde või tikksaega. Osav plekksepp võib vajaliku avause detaili keskele lõigata ka „sikemasinale“ paigaldatud lõikerullidega.

OLULINE! Teraspleki tahvlist välja lõigatud detaili servad tuleks alati viimistleda, kas mehaanilise kraadieemaldajaga või peene hambaga viiliga töödeldes, nii väldite võimalikke käte vigastusi!

Peale servade töötlemist eemaldatakse lõikamisest jäänud defektid ja deformatsioonid ettevaatlikult viimistlusvasarat ja alasit kasutades, vajadusel suuremate detailide korral ka väikese survega inglise ratta all töödeldes.



Pilt 151: Detail lõigatakse plekist välja šabloon järgi.



Pilt 152: Paberist šabloon ja selle järgi välja lõigatud toorik.

Etapp 3 - Painutamine

Üldise kumeruse saab detailile anda ettevaatlikult käte vahel, pehmel alusel või sobiva raadiusega torul painutades. Kui on vaja vormida detaili servadesse kandid (painutamise alaliik), siis järgmise töövõttena vormitaksegi detailile kandid kas kantpingis või sikemasinat kasutades.

Sikemasina spetsiaalrullide abil saab painutada ka raadiusega serva, muul moel on selline painutamine suhteliselt vaevaline protsess.



Pilt 153, 154: Tagatiiva asendusdetaili valmistamisel painutati plekk kõigepealt kaarjaks, seejärel kanditi serv sikemasinaga

Etapp 4 - Venitamine ja kahandamine

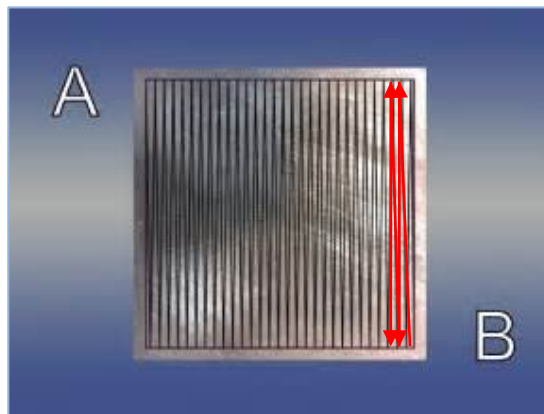
Kui originaalosal on pressimise teel valmistatud kumerused, siis üsna tõenäoliselt tuleb detailile õige vormi andmiseks plekki kas venitada või kahandada. Peatusime nendel protsessidel juba eespool, nii et nüüd aeg oma teadmised kasutusele võtta. Kanditud servaga kumerate detailide kumerust saab ettevaatlikult muuta, kui kanti servast mehaanilise seadmega vastavalt venitada või kahandada. Ka suhteliselt tugev pinna kumerus on üsna kergelt saavutatav venitusvasaraga liivakotil pinda venitades. Puitvasar venitab pinda ühtlaselt, jätmata pinnale teravaid vigastusi. Sedasi töödeldud ala võib viimistleda sobiva kumerusega vasarat ja alasit või Inglise rattaga, kasutades sobiva raadiusega rulli.

Töövõtted Inglise rattaga töötamiseks.

Kuna Inglise rattaga plekktahtliit töödeldes on eesmärk pleki keskmise osa venitamine, siis on oluline **mitte töödelda** detaili servasid. Mõelge lihtsalt – detaili servad on õiges mõõdus ja toimivad kui raam, keskmist osa venitatakse ja see paisub raamist välja. Alustage teraspleki töötlemist kõige väiksema kumerusega alumise rulliga, asetades pleki rataste vahele ja reguleerides alumise rulli pinget selliseks, et plekk oleks vabalt edasi-tagasi liigutatav, kuid et seda ei saaks külgsuunaliselt liigutada.



Pilt 155: Plekki töödeldakse edasi-tagasi liigutuste abil.



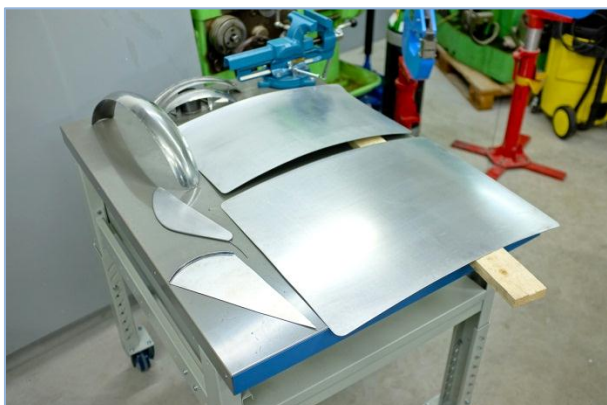
Pilt 156: Inglise ratta liikumisteedkond pleki pinnal.

Plekki liigutatakse rullide vahel edasi-tagasi, alustades ühest servast ja liikudes teise serva poole, sellise liikumistrajektoori saavutamiseks keeratakse plekitahvli peale igat pikisuunalist liikumist minimaalselt, nii et uus „rada“ ehk liikumisjalg tekiks kohe eelmise kõrvale. Tulemus peaks välja nägema nagu tihe „siksak“ jälg. Mida tihedamalt üksteise kõrvale on jäljed ja mida väiksem on surve pinnale, seda ühtlasem on tulemus. Niimoodi on võimalik valmistada veatult siledaid ukseplekke või kahe mehega töötades isegi katuseplekke!

Kui plekkdetail on külgsuunaliselt saavutanud alumise rulli kumerusega võrdse kuju ja soovite „krooni“ veel suuremaks muuta, siis tuleb vahetada alumine rull suurema kumerusega rulli vastu ja jätkata tööd sellega. Ärge kunagi alustage sileda plekkdetaili töötlemist suure kumerusega rulliga, väga kitsa puutepinnatõttu jätab selline tegevus pinnale inetud venitatud triibud, mille eemaldamine on hiljem väga aeganõudev.

ETTEVAATUST! Inglise ratas tekitab plekkdetailile kahesuunalise kumeruse väga kiiresti, seetõttu töödelge esialgu plekki ainult üks kord kogu pinna ulatuses rullides ja kontrollige seejärel tulemust, muidu võib juhtuda et kumerus saab suurem, kui olite soovinud. Liiga kumerat detaili saab õnneks soovi korral taas siledamaks muuta, kui rullite selleks ühtlaselt detaili servasid, see venitab „raami“ suuremaks ja detaili üldine kumerus väheneb..

Inglise ratta abil saab edukalt viimistleda ka keevisõmbulusi. Siiski soovitame kasutada seadet vaid TIG- või gaasikeevituse õmbluste viimistlemiseks, MIG/MAG keevituse õmblus on tänu kõrgelt legeeritud traadi lisamisele nii kõva, et võib rikkuda Inglise ratta rullid.



Pilt 157: Õpilaste poolt Inglise rattaga valmistatud detailid.



Pilt 158: Inglise ratas sobib ka keevituste viimistlemiseks.

Inglise rattaga pleki töötlemisest võiks kirjutada eraldi raamatu ja seda ongi korduvalt tehtud, siiski ei asenda siin mingi teooria praktilist harjutamist. Eriti kasulik on harjutamine meistri käe all ja tema näpunäidete järgi, kui selline võimalus avaneb, ärge jätke seda kasutamata! Ükski teooria ei suuda asendada siinkohal praktilist kogemust ja parimatel Inglise ratta kasutajatel on tavaliselt mitmekümne aasta pikkune kogemus.

Pikaajalise kogemusega ja heade kätega meistrid suudavad aga selle näiliselt lihtsa seadme abil teha plekist imelisi vorme – terved sportautode kered on valmistatud ainult Inglise ratast ja käsitööriistu kasutades!

Etap 5 – Detailide ühendamine

Lihtsama asendusdetaili korral tähendab ühendamine valmistatud osa keevitamist remonditava detaili külge. Keerulisemate asendusdetailide korral tuleb kõigepealt keevitada kokku detaili eri osad ja siis tulemus viimistleda. Alles seejärel saab detaili paika panna.

Põhimõtteliselt on siin tegu sama protsessiga. Serv-servaga keevitamisel on kõige olulisem servade täpne paika seadmine, nii et detailide servad asetuksid täpselt kokku.

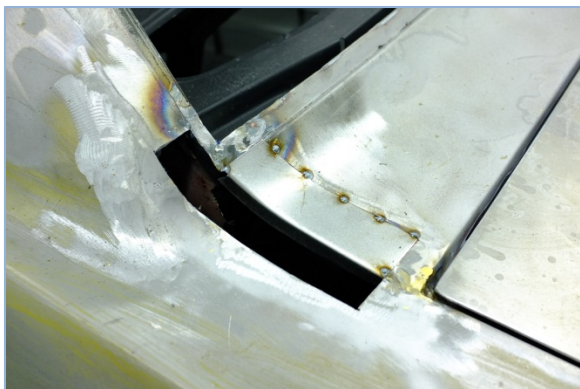
Hea ettevalmistuse korral on keevitamine suhteliselt lihtne ja näiteks TIG- või gaasikeevituse korral on siis võimalik suur osa keevitusest teha ilma lisamaterjalita, lihtsalt pleki servad „kokku sulatades“ (*i. fusion-weld*). Nii on võimalik saavutada väga ilus ja vähest järeltöötlust vajav keevisõmblus.

Kui detailide servad on sobitatud, tuleks detailid omavahel liita, kasutades selleks iga paari sentimeetri tagant keevituspunkte (*i. stitch-welding*). Püüdke punktid teha nii vähest kuumust kasutades, kui võimalik, samas siiski nii, et keevitus ulatuks mõlemast pinnast läbi. Iga paari punkti järel peaks laskma õmblusel korraks jahtuda ning seejärel kontrollima tekkinud deformatsiooni. Vajadusel sirgestage plekiservad ja eemaldage pinged punktide ümbrusest kergelt alasi/vasaraga õgvendades.

Kui detailid on kogu õmbluse pikkuses kokku punktitud, siis lihvide õmblus kergelt, kasutades väikest lihvmasinat ja sellele paigaldatud P50 karedusega 50 või 75mm läbimõõduga Roloc-lihvketast. Nii eemaldate ainult pinnast kõrgemal asetsevad keevituspunktid, tehke seda võimaluse korral ka õmbluse teisel poolel.

Kui punktid on paigas ja siledaks lihvitud, võib punktide vahed nüüd ühtlase keevisega kokku keevitada. Liikumine (järjest või siksakiliselt) oleneb keevituse liigist ja detaili kujust ning asukohast. Peale iga 3-5 cm keevitamist jahutage pind ja õgvendage vajadusel.

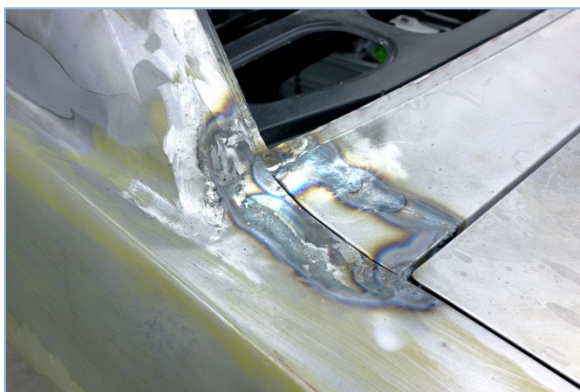
Iga keevitusmeetodi korral tekib vähemal või suuremal määral kõrgest temperatuurist tingitud pinna deformatsioon. Keevitades õmblus alguses paisub (ja see on ka põhjus miks detailid peavad olema enne keevitamist tihedalt kokku punktitud), seejärel jahtudes aga kahaneb ning see kahanemine on suurem kui ainult esialgsesse mõõtu tagasi vajumine. Keevitusõmbluse kahanemise tõttu tekib õmbluse ümbrusesse deformatsioon, kuna kahanenud õmblus „kisub“ metalli enda poole.



Pilt 159: Valmistatud asendusdetail on paika „punktitud“.



Pilt 160: Järgneb pidev keevitus TIG-keevitusseadmega.

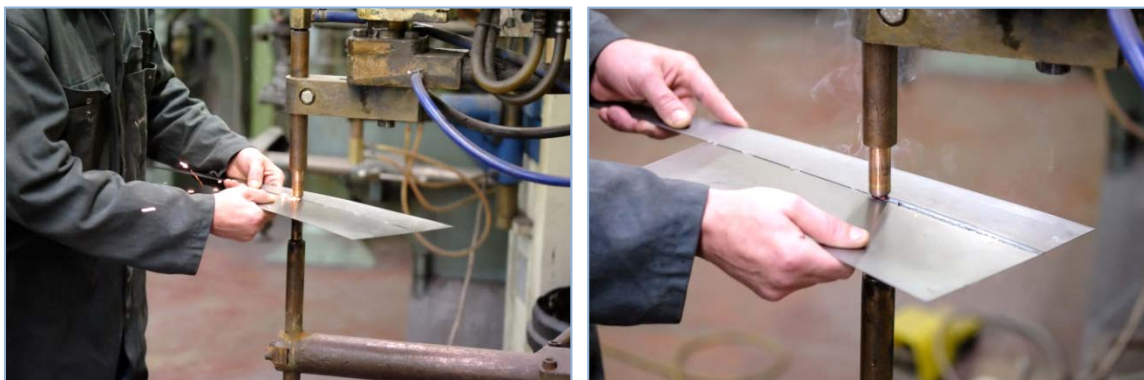


Pilt 161: Õgvendatud, kuid viimistlemata keevisõmblus.



Pilt 162: Täielikult viimistletud keevisõmblusi.

Suurte detailide pikkade siledate osade ühendamine keevituse abil on alati problemaatiline, kuna kuumusest tekivad deformatsioonid ka väga ettevaatlikul keevitamisel ning nende deformatsioonide eemaldamine on äärmiselt ajakulukas. Raamatu autorid tutvusid hiljuti Inglismaal, kuulsas restaureerimis- ja klassikaliste Jaguaride keredetailide valmistamise firmas Leaping Cats Ltd. Huvitava meetodiga, mida kasutas Jaguar tehases oma kuulsate XK-mudelite keerulise kujuga, mitmest tükist koosnevate esitiibade kokku keevitamisel ja mida Leaping Cats'i spetsialistid edukalt tänaseni kasutavad – **jadakeevitust statsionaarse punktkeevitusseadmega !**

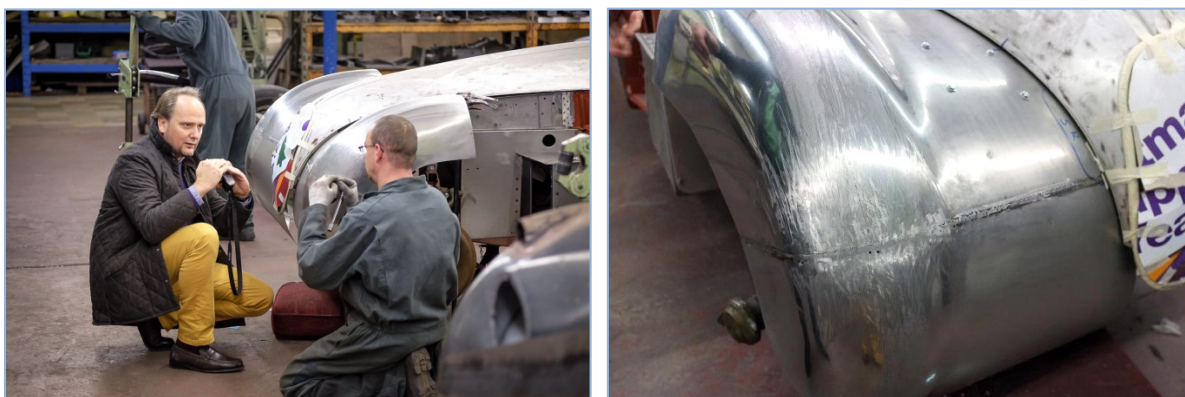


Pilt 163, 164: Plekiservad asetatakse üksteise peale 10mm ülekattega ja punktitakse ühtlase õmblusena kokku.

Tänu seadme suurele kokkusurumisjõule ja kattuvalt üksteise peale tehtavatele keevituspunktilede sulab õmblus kui nõiaväel kokku ja deformatsioon praktiliselt puudub – kerge koputamine alumiiniumvasaraga ning õmbluse siledaks viilimine „Wixen“-viiliga ja detail on ilma pahteldamiseta täiesti sile! Lihtne ja toimiv.

Etapp- 6 – Viimistlemine

Kõigepaelt on vaja keevitamisest tekkinud deformatsioon eemaldada ja detailile taas õige kuju anda. See võib olla küllalt keerukas ülesanne, eriti kui keevisõmblusele teiselt poolt ligi ei pääse, samuti puudub plekkseppadel tihti arusaam, millises ulatuses deformatsioon (kahanemine) tekib ja kuidas seda vältida. Siin võiks lähtuda olulisest reeglist – peamiselt on jäävdeformeeritud ainult keevisõmbluse ise ja sellega piirnev kitsas ala. Ülejäänud metallis tekib aga elastne deformatsioon ja need alad võtavad ise endise kuju peale seda kui otsene jäävdeformatsioon on eemaldatud. Maakeeli tähendab see, et vaja on vasarat ning alasi kasutades ettevaatlikult venitada tagasi keevisõmblust ja sellega otseselt piirnevat ala ca. 1-2 cm. laiuses ja nagu imeväel muutuvad selle tegevuse tagajärjel sirgeks ka külgnevad alad, mis enne olid inetult mõlkis.



Pilt 165, 166: Raamatu üks autoritest P.N.Sarevet ja Leaping Cats Ltd plekksepp arutavad pleki viimistlemise nüansse

Detailide keevisõmbelusi on võimalik sirgestada ka Inglise ratast või mehaanilist vasarat kasutades, siis töödeldakse ainult keevisõmbelust edasi-tagasi liigutustega, seni kuni kogu detailil on saavutatud vajalik pinnasiledus. Ettevaatust, ärge pinda üle töödelge!

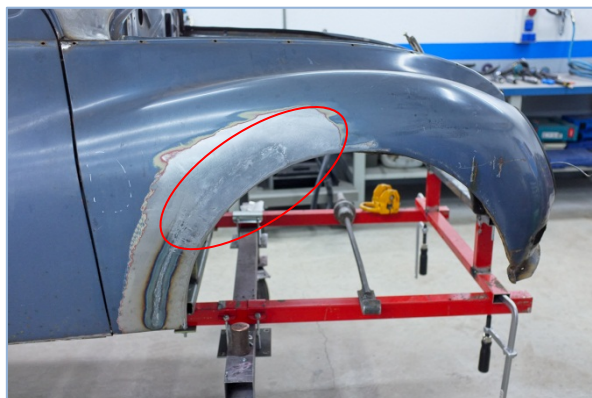
Tähelepanematust vasara ja alasiga töötlemisest tingituna võite pinda tahtmatult venitada ning nagu juba öeldud – korra veninud teraspleki tagasi kujusse kahandamine on suhteliselt keerukas. Vajadusel aitab siin paari punktiga ettevaatlik kuumkahandamine.

Lõplik pinnasiledus saavutatakse õige kujuga alasil sobiva plekksepavasarauga kergelt „pinnides“. Kogenud plekksepad kasutavad siin tihti ka alumiiniumvasarat ja isegi vedruterasest „lusikat“, mis võimaldab löögi jõudu ühtlasemalt jagada. Viimistlemisel kasutatakse pinna sileduse kontrollimisel spetsiaalset, peente kaldhammastega kereviili, millega töödeldud pinnal on hästi näha nii madalad kui kõrgemad kohad. Madalate kohtade alla asetatakse sobiva kumerusega alasi ning ettevaatlikult ringikujuliselt ümber mõlgi koputades „tõstetakse“ see üles. Kõrgemad kohad koputatakse ettevatlikult vasara või lusikaga alla, hoides plekipinna all õige kumerusega siledat alasiat. Teravad mõlgid saab sirgeks, kasutades spetsiaalset terava otsaga vasarat (*i. pick.hammer*).

Käsitsi valmistatud, kergelt ebaühtlasi detaile saab väga edukalt viimistleda, kasutades Inglise ratast koos õigesti valitud kumerusega alumise rulliga ja väga kergest survet. Sellisel juhul pinna venitamist praktiliselt ei toimu, vaid kõrgemad ja madalamad kohad surutakse keskele kokku, kaudselt on tegu painutamise, teatud liikumiskiiruse ja töövõtete puhul ka kergelt kahandava efektiga, kuna väikesel mõlgil pole võimalik rullide vahel mujale liikuda, kui enda sisse kahaneda.



Pilt 167: Inglise ratta abil õgvendatud keevisõmbelus esitiival.



Pilt 168: Osaliselt viimistletud keevisõmbelus.

Valmis detaili võib viimistleda kas Roloc-masina alla asetatud viimistluskettaga (Scotch-Brite ketas) või ekstsentrilühmasina alla paigaldatud P80-P120 karedusega lihvkettaga, siis on pind maalri jaoks edasiseks töötlemiseks valmis!

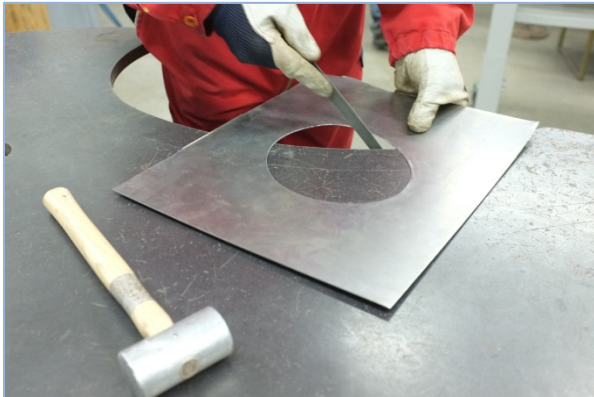
5.4.3 Praktiline näide asendusdetaili valmistamisest ja paigaldusest

Ülesanne: Sirge plekitahvli sisse lõigatud ava paikamine plekist lõigatud tükiga.

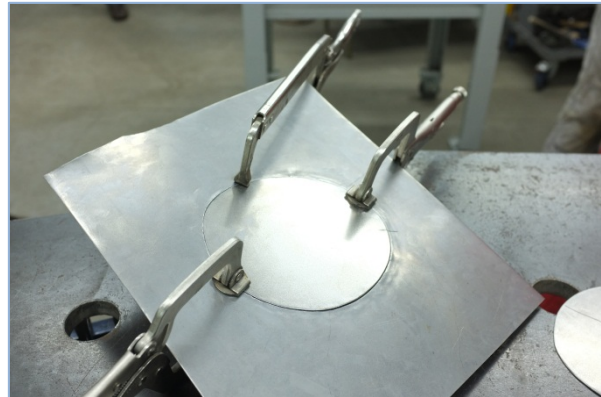
Väide: Seda pole võimalik gaasikeevituse abil nii teha, et pärast plekitahvel taas sirge on!

Tõestus: Õiged töömeetodid ja metalli käitumise mõistmine võimaldavad plekitahvlis oleva „augu“ ilma vaevata paigata ja suhteliselt kiiresti saavutada täiesti sileda plekipinna!

Ettevalmistus , lõikamine, õgvendamine ja asendusdetaili sobitamine



1. Kõigepealt tasandatakse ja viimistletakse ava servad

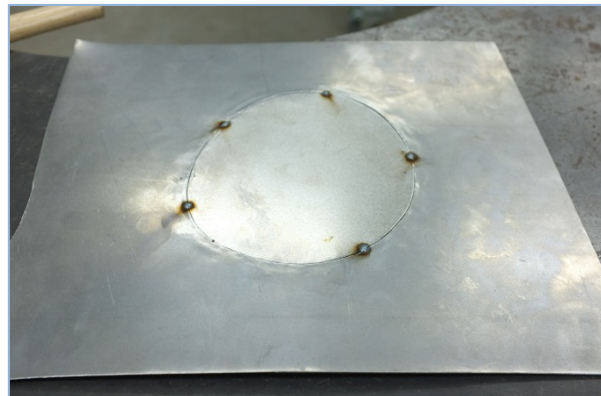


2. Seejärel kinnitatakse plekikäärdega lõigatud asendusosa

Punktimine MIG-keevituse abil

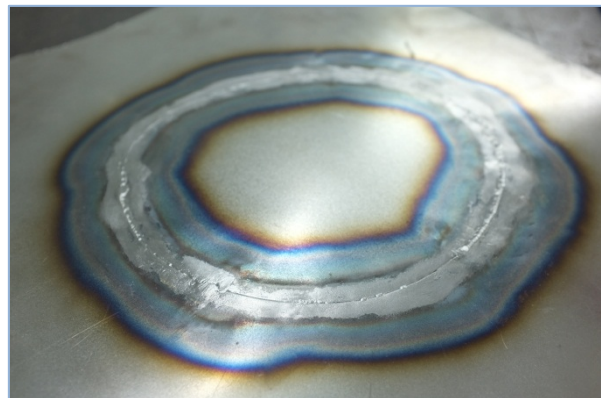


3. Asendusosa kinnitatakse MIG-keevitusega punktides



4. Punktid deformeerivad detaili kergelt ja see vajab töötlust

Asendusdetaili keevitamine serv-servaga gaasikeevituse abil



5. Peale punkitud servade sirgestamist ühendatakse detailid gaasikeevituse abil, selline näeb välja korrektne keevitusjalg.

Keevisõmbuse järeltöötlus ja esimene õgvendamine



6. Kerge töötus P50 Roloc-kettaga, et eemaldada kõrgemad alad



7. Esimene keevituse õgvendus vasaraga terasplaadil

Keevisõmbuse sirgestamine Inglise rattaga ja valmis tulemus!



8. Põhiline keevisõmbuse töötus (venitus) toimub inglise rattaga



9. Lõpptulemus on perfektselt sile plekkplaat!

Eelpooltoodud praktiline on ilmne näide sellest, et kui on olemas teoreetilised alusteadmised, õiged töövahendid ja -meetodid ning kui lisandub veel pikaajaline töökogemus, pole ükski töö liiga keeruline! Töökogemuse saab aga ainult harjutades.

Soovime Teile edukat „plekiväänamist“ !

Pildid 169-178: Raamatu autorid tänavad Saaremaa plekimeistrit Hr. Leevi Naagelit ülaltoodud „harjutuse“ eest!

MOODUL 5 - Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks:

- Milline on haamri ja alasi meetodi kasutamise eeltingimus?
- Millise raadiusega peab olema alasi töödeldava plekipinna suhtes?
- Milline on õgvendusvarraste ja liimtõmbaja kasutamise põhimõtteline erinevus?

MOODUL 5 - Praktilised ülesanded

- Võta kätte haamer ja alasi ning õgvendada mõnda väikest mõlki. Püüa hääle järgi eristada, vastu alasit ja alasist mööda lööke. Võid paluda sõbral hoida alasit teisel pool plekipinda ning ise üritada lüüa vasaraga täpselt kohale kus on alasi. Peaksid koha ära tundma muutunud löögikõla järgi. Kas õnnestus?
- Võta sile alasi ja kumera pinnaga haamer ning töötle plekipinda. Kas plekk paindub alasi või haamri poole?
- Võta 1 mm terasplekist riba pikkusega 30 cm ja laiussega 3 cm ja painutage see keskelt kokku nii et tekiks volt. Nüüd püüdke riba uuesti kätega sirgeks vajutada. Seletage mis juhtus ja miks te saite/ei saanud riba sirgeks suruda)

MOODUL 5 - Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Margus Raud, pildid – 1-26, 28, 29, 30, 32, 34, 41, 47-52, 55, 56, 57, 58, 60, 64-73, 76, 77, 108, 109, 110, 111, 118, 119, 120, 121, 122, 140, 144

Peeter N. Sarevet, pildid – 44, 45, 78, 79, 80, 81, 82, 87-98, 101, 103, 104, 105, 107, 114, 115, 116, 117, 124, 127-132, 136, 139, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 149-155, 157-162, 164, 166, 167, 168, 169-178

Sulev Narusk, pildid – 163, 165

Peeter N. Sarevet arhiiv, pildid – 86, 125

Toyota õppematerjalid, pildid – 27, 31, 59, 61, 62, 63, 72

Car-O-Liner AB (Rootsi), pildid – 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 74, 75, 113

MOODUL 5 - Kasutatud kirjandus ja materjalid

Car-O-Liner Academy (Rootsi) õppematerjalid

Toyota ja VW kereremondi õppematerjalid

Metal Bumping. Frank T.Sargent, USA

MIG Hitsaus. Osmo Perälä ja Rae Perälä. Soome

Automotive Bodywork and Rust repair. Matt Joseph. USA

Classic Car Restorers Handbook. Jim Richardson. USA

Oldtimer Restaurierungshandbuch. Lionel Baxter. Saksamaa

Advanced Sheet Metal Fabrication. Timothy Remus. USA

Sheet Metal Bible. Timothy Remus. USA

Sheet Metal Handbook: How to Form and Shape Sheet Metal for Competition, Custom and Restoration Use. Ron Fournier, Sue Fournier. USA

Baleigh, USA tehnilised materjalid

Eckold AG, Šveits tehnilised 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: AUTOKERE STRUKTUURSETE OSADE DEFORMATSIOON NING ÕGVENDAMINE

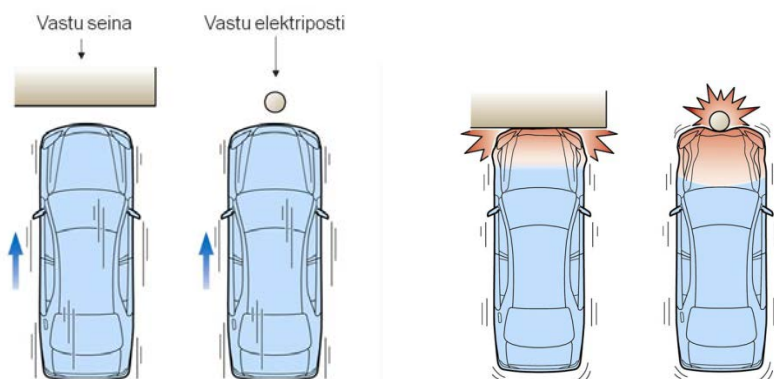
6.1. Autokere deformatsioon avarii korral.

Deformatsiooni ulatuse sõltuvus avariijõu suunast, tugevusest ja kontakti pindalast. Vigastuste liigid.

Õpiväljund: Õpilane oskab hinnata deformatsiooni ulatuse sõltuvust jõu suunast, tugevusest ja kontakti pindalast. Eristab vigastuste liike ja nende põhjusi. Tunneb kere õgvendamise põhimõtteid ja oskab kasutada mõõtesüsteemi õgvendustööde paremaks läbiviimiseks ja kontrolliks.

Moodulis1 oli pikemalt juttu autokere konstruktsioonidest ja avarienergia summutavatest piirkondadest. Nüüd vaatleme lähemalt, mis autokerega avariisituatsioonis juhtub, millised jõud talle mõjuvad ja kuidas mõjutavad erinevad avariisituatsioonid autokere deformeermist.

Toome kõigepealt lihtsa näite: kaks autot sõidavad ühesuguse kiirusega vastu taksitust, üks vastu sina ja teine vastu posti. Kumma vigastused on suuremad?

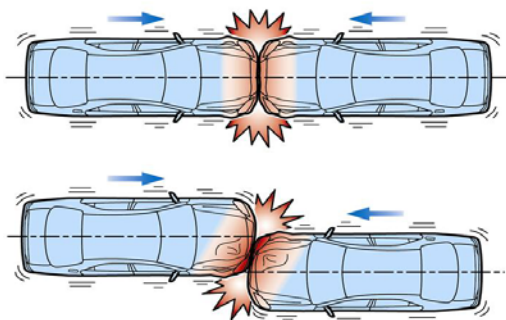


Pilt 1: Vigastuste erinevused kokkupõrkel seinaga ja postiga.

Nagu pildilt näha, on vigastused suuremad postile otsasõidu korral. Selle põhjuseks on löögienergia jagunemine pindalale, mida see jõud konkreetselt tabab.

Sellist jõudude jagunemist kirjeldab jõudude jagunemise valem: $f = F/A$, kus f on löögijõud pinnaühiku kohta, F on löögienergia ja A on löögi pindala. Seega, mida väiksem on jagaja A (ehk pindala) väärtus, seda suurem on löögijõud pinnaühiku kohta.

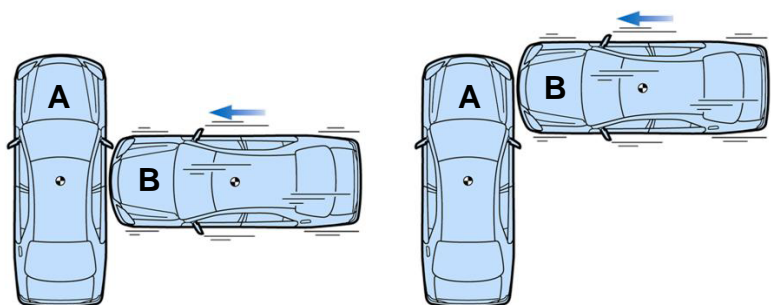
Sama juhtub autodega, kui nad omavahel kokku põrkuvad – sama kiiruses juures on täislaiuses laupkokkupõrke korral auto vigastused väiksemad, kui osalise ülekattega kokkupõrke puhul. Seda tasuks silmas pidada ka ise avariisituatsiooni sattudes – püüd rooli kõrvale keerates avariid vältida võib mõnikord tuua suuremat kahju, kui laupkokkupõrge, mille puhul saab kogu turvavarustus maksimaalselt oma tööd teha. Autod on võimalik ära parandada või uus osta, kuid inimeste vigastused võivad olla mittetaastuvad.



Pilt 2: Auto vigastused osalise ülekattega kokkupõrke korral on suuremad kui laupkokkupõrke puhul.

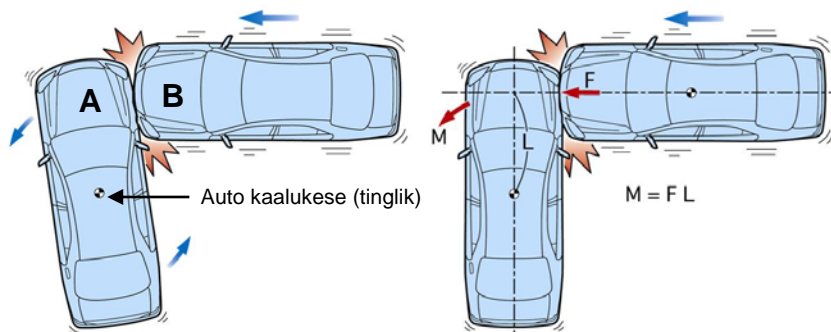
Jõudude jagunemine küljelt otsasõidu korral

Küljelt otsasõidu korral tuleb jõudude jagunemisel mängu veel üks aspekt - milleks on löögienergiast põhjustatud auto nihkumine. Võtame näiteks seisva auto A, mille küljeposti pihta sõidab auto B ja võrdleme seda teise avariiga, kus samad autod põrkuvad selliselt, et auto B tabab autot A esiosa pihta.

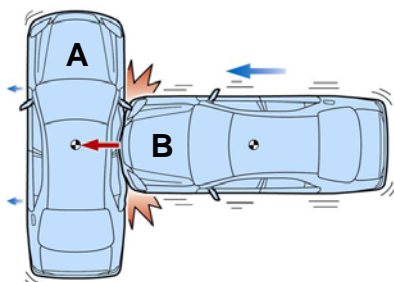


Vigastusi võrreldes selgub, et kuigi kokkupõrke kiirus ja kontakti pindala olid võrdsed, on küljeposti tabatud auto vigastused suuremad. Miks on see nii?

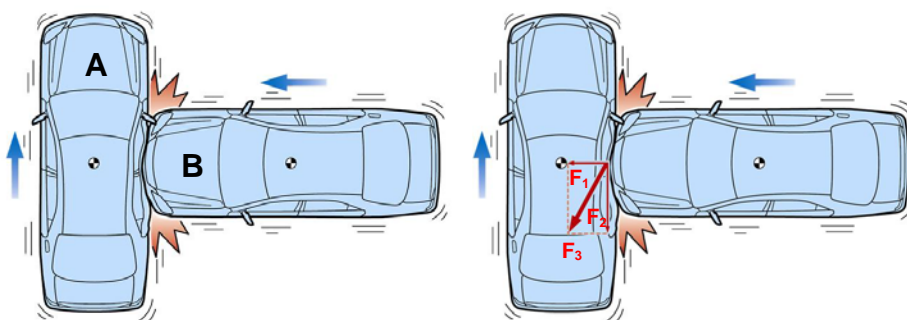
Selle põhjuseks on löögijõu sumbumine läbi auto nihkumise. Kui autot A rammida esiosa pihta, mis asub auto kaalukeskmest eemal, siis hakkab auto A pöörama ümber oma kaalukeskme ja osa energiast sumbub sellele liikumisele. Jõud M , mis pöörab autot, võrdub löögijõu F ning auto kaalukeskme ja löögijõu tsentri vahele jääva jõuõla pikkuse L korrutisega $M = F \times L$. Mida pikem on jõuõlg, seda suurem osa energiast läheb auto A pööramisele. NB! See jõu hulk tuleb maha lahutada deformeerimiseks kuluvast löögijõust. See on ka põhjus, miks esiosa tabamuse korral on vigastused väiksemad.



Aga vaatleme ka teist situatsiooni, kui löök tabab autot A raskuskeskme pihta. Ka sellisel juhul kulub muist energiast auto nihutamise peale, kuid rehvide takistus on suur ja auto nihkub vähem kui esiosa avarii korral.



Kujutame nüüd situatsiooni, et auto A ei seisa paigal vaid sõidab ja auto B tabab teda küljeposti pihta. Sellisel juhul lisandub pilti veel üks jõud, milleks on kahe auto vaheline hõõrdejõud F_2 . Seega moodustab avarii kogu löögijõud F_3 kahe löögijõu - küljelt otsasõidu löögijõu F_1 ja hõõrdejõu F_2 summast $F_3 = F_1 + F_2$.



Seda kõike tuleb arvesse võtta avariikahjude hindamisel ja remonttööde kalkuleerimisel.

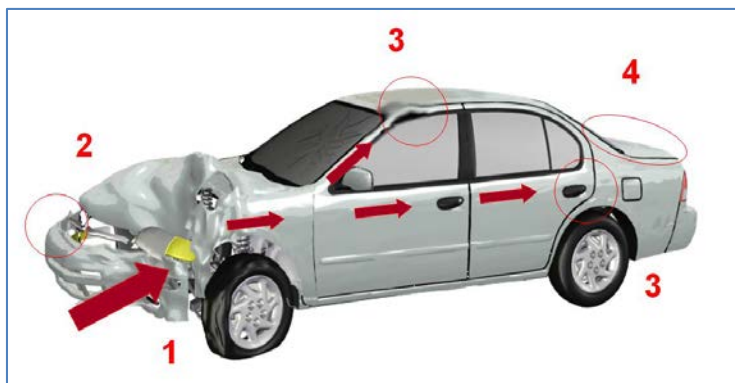
Vigastuste liigid

Avarii käigus tekivad autokerele väga erinevad vigastused: näiteks sõidab auto suurel kiirusel nurgaga vastu teepiiret, üks auto nurk deformeerub kiskudes teise poole ka kaasa. Samal ajal lendab kaasreisija peaga vastu tuuleklaasi. Kui autojuht lõpuks avariist toibub ja autost väljub, siis avastab ta, et lisaks esiosa vigastustele ja esiklaasi purunemisele on pagasiruumi luugis terav väljapoole ulatuv mõlk – ilmselt pagasiruumis olnud suur tööriistakast on lennanud vastu luuki. Lisaks avastab ta, et katusesse on tekkinud volt.

Neid kõik vigastusi saab liigitada nelja gruppi:

1. Esmased vigastused – need on vigastused, mis tekkisid vahetust kokkupuutest teise objektiga. Antud näites auto esinurk, mis põrkus vastu teepiiret.
2. Deformatsioonipinge vigastus – vigastused, mis on seotud esmase vigastuse deformatsiooniga ja selleks on tema poolt põhjustatud paindumised ja pinged teistes kereosades. Esmase vigastuse likvideerimisel need vigastused suures osas taanduvad. Antud näites auto teine nurk.

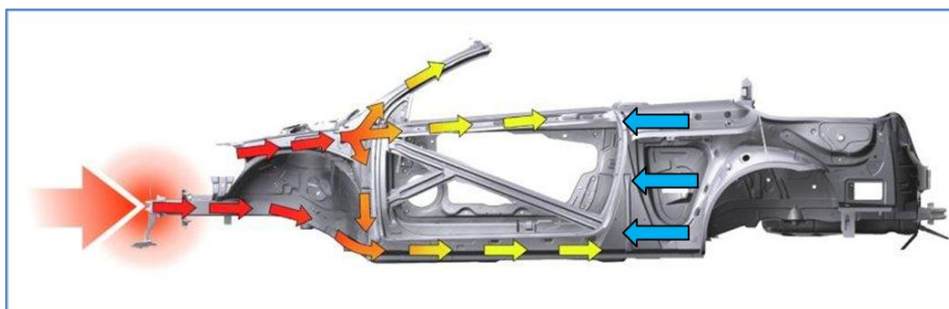
3. Lööklaine põhjustatud vigastused – need on avarienergia edasikandumise ja autokerele vastupidises suunas mõjuva inertsiooni kokkusaamiskohas tekkinud vigastused. Näites volt auto katuses.
4. Teisesed vigastused – need on asjade või inimeste poolt avarii ajal autole tekitatud vigastused. Näites katkine esiklaas ja pagasiruumi luugi vigastused.



Pilt 3: Avariivigastuste liigid.

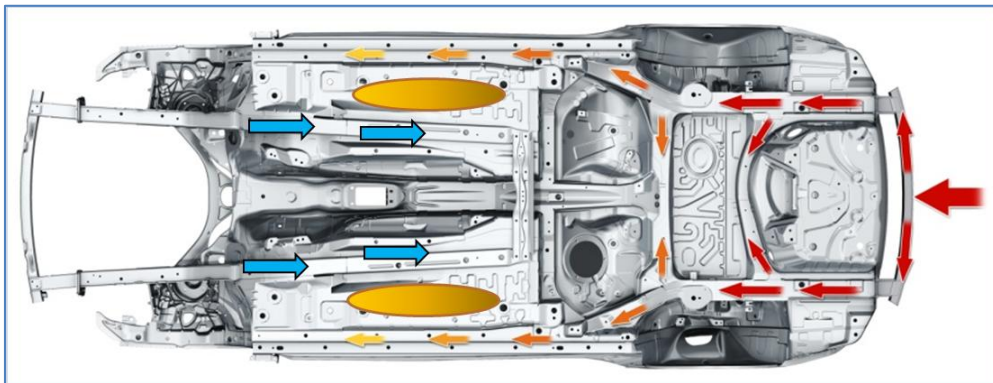
Avarii lööklaine poolt põhjustatud vigastused

Kui olete internetist juhtunud vaatama crash-testide aegluubis videoid, siis olete ehk märganud, kuidas peale kokkupõrget seinaga hakkab auto esiotsast tahapoole liikuma laine – eriti hästi on seda näha katusepleki pealt. Seda avarii löögenergia edasikandumist autokeres nimetame lööklaineks. Millised on aga lööklaine poolt põhjustatud vigastused? Avarii ajal, kui lööklaine liigub mööda autokeret ühest auto osast teise, hakkab talle vastu mõjuma teine jõud, milleks on auto enda inerts. Vastavalt jõudude suuruste vahekorrale saavad nad auto mingis piirkonnas kokku ja „põrkuvad“ üksteise vastu. Sellises kohas tekivad nn. lööklaine poolt põhjustatud vigastused, milleks on voldid, murdekohad jne.

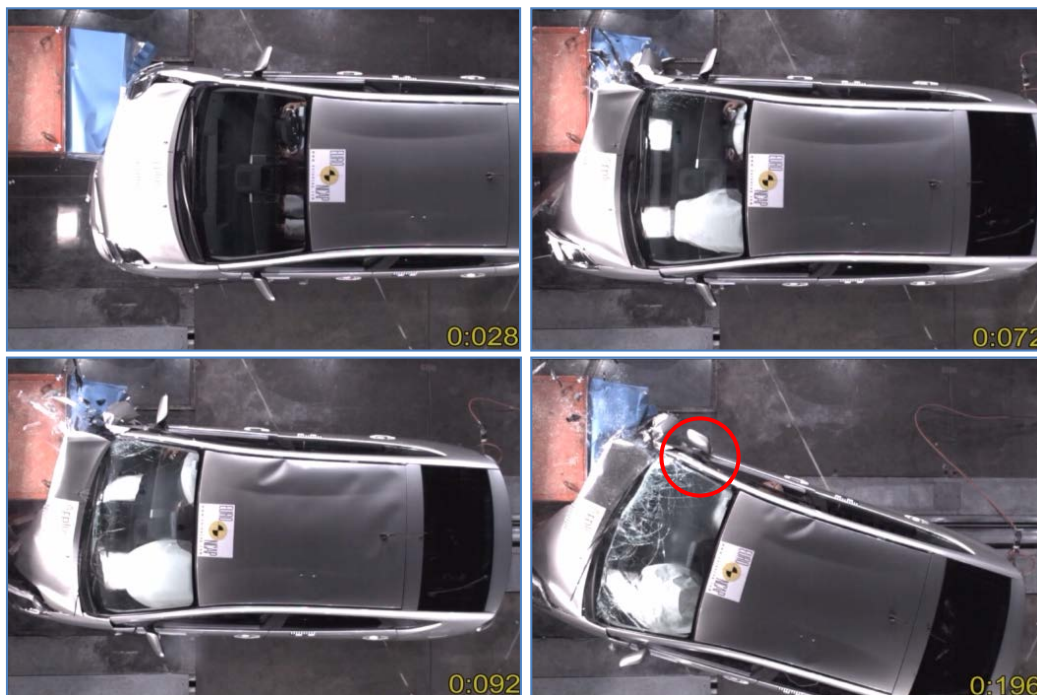


Pilt 4: Lööklaine edasikandumine autokeres ja talle vastu liikuv inerts (sinised nooled).

Autokered on ehitatud tugevatest materjalidest ja ehitatud selliselt, et autos viibijatel oleks turvaline sõita ja avariiolukorras saaksid nad võimalikult vähe vigastada. Siiski peab kogu löögenergia kuskile sumbuma. Nagu auto kereehituse osas juba juttu oli, on tänapäevaste autokere konstruktsioonidesse sisse ehitatud talastikud, mida mööda löögenergia mööda autokeret laiali kantakse, et löögijõud paljude komponentide vahel laiali jagada. Ka sellele jõule mõjub vastujõud inertsiooni näol ning kui vaadata talastike asetusi, siis liiguvad need eest taha ja tagant ette, kuid need talastikke pole omavahel liiga järgalt seotud. Nii tekib lisapiirkond löögenergia summutamiseks kahe talastiku vahepeal – joonisel kollase ovaaliga märgitud piirkonnad. Seega võivad ka nendesse piirkondadesse tekkida lööklaine vigastused.

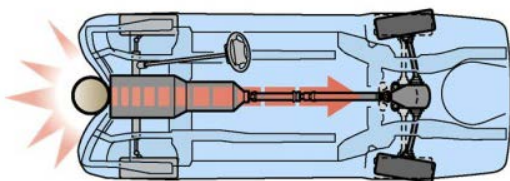


Pilt 5: Lööklaine liikumine tagant ette, mootori ja auto esiosa inertsjõu liikumine eest taha (sinised nooled) ning energiat absorbeerivad piirkonnad, kuhu võivad tekkida lööklaine vigastused (kollased ovaalid).



Pilt 6: Ekraanitõmmised crash-testist, millel on näha lööklaine liikumist auto katusel, viimasel pildil on lööklaine vigastus märgitud punase ringiga.

Löögienergia võib edasi kanduda ka teisi teid mööda, näiteks tagaveolise auto puhul mööda kardaaani tagasillani. Sellisel juhul võivad esiosa avarii puhul kannatada saada tagasilla kinnituskohad ja läbi nende ka auto kere.



Pilt 7: Esiosa avarii löögienergia edasikandumine mööda kardaaani.

Löögijõu mõju autokerele

Kahe auto kokkupõrkes jõudude omavahelist jagunemist juba vaatlemise, aga sama jõudude jagunemine toimub ka auto enda sees. Pole kunagi avariid, mis mõjuks autokerele 100% ainult ühes suunas. Mis iganes suunast avariit autot tabab, osa sellest jõust surub autot tagasi, osa küljele ja osa nt. allapoole. Seega ei lähe kogu löögienergia ainult näiteks auto pikisuunas deformeerimisele. Mingi osa sellest jaguneb auto külg- ja/või kõrgussuunas deformeerimisele, seega võrdub kogu löögijõud erinevates suundades kerele mõjuvate jõudude summaga. Vastupidiselt vaadates jaguneb avariit käigus autot tabanud löögienergia auto keret mööda laiali ja tänu sellele on deformatsioonid väiksemad, kui muidu löögienergia täies mahus võiks põhjustada.

6.2. Õgvendusmeetodid.

Avariivigastuste kindlakstegemine. Struktuursete osade õgvendamine. Mõõtesüsteemi kasutamine auto kereremondil.

Õpiväljund: Õpilane oskab leida ja hinnata avariit vigastusi, omab ülevaadet struktuursete osade õgvenduse põhimõtetest ja oskab rakendada mõõtesüsteemi autokere struktuursete osade remondil.

6.2.1 Vigastuste kindlakstegemine

Õgvendustööde mahu hindamiseks ja selle abil remondikalkulatsiooni koostamiseks on kõigepealt vaja kindlaks teha, millised on autokere vigastused. Kui kosmeetiliste osade vigastuste hindamisel olid abiks silm, käsi ja joonlaud, siis struktuursetel osadel olevate vigastuste täpseks hindamiseks sellest reeglina ei piisa. Alustada saab loomulikult visuaalsest hindamisest: millised on otsesed kahjustused ning millistes osades võib esineda sekundaarseid vigastusi.

Vigastuste visuaalne hindamine

Esimese asjana saame me avariilise auto väljastpoolt üle vaadata ja tuvastada kas paneelid on terved ja siledad või on tekkinud voldid, kas uste ja luukide vahed on paigas ja ühtlased.



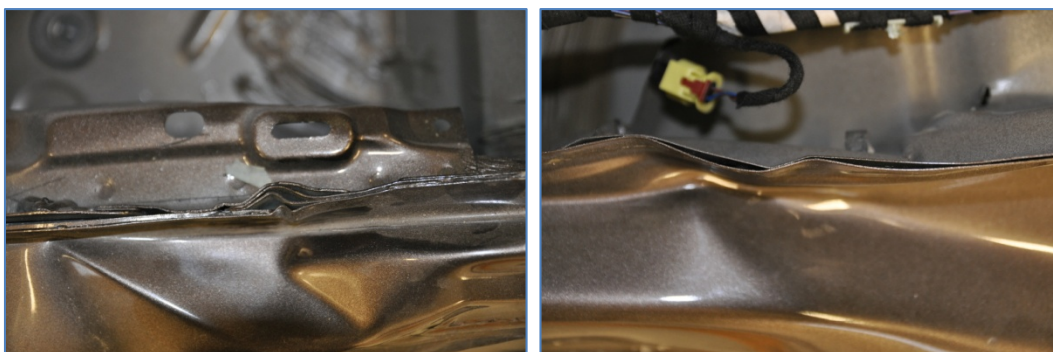
Pilt 8: Uste ja luukide vahede kontroll.



Pilt 9: Tagatiivale tekkinud volt.

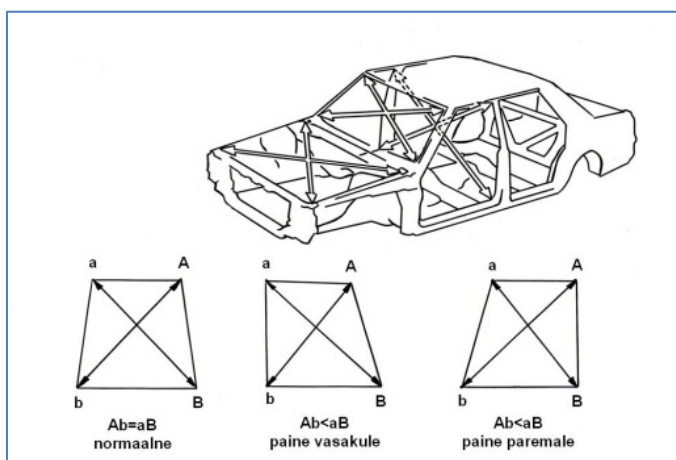
Varjatud vigastuste otsimine

Lööklaine poolt tekitatud vigastused võivad autokerel asuda kohtades, mida esmapilgul on raske märgata. Seepärast on soovitatav ka keskmise suurusega avarii korral vaadata põrandamattide ja pagasiruumi katte alla. Hoolikalt üle vaadata auto põhi, et avastada varjatud vigastusi, mille tunnuseks võib olla pilu punktkeevituskohtade vahel, pinnalt eemaldunud hermeetik või kivikaitsemastiks, kerged lohud või mõlgid pinnal, mõrad keevitusõmblustes jne.



Pilt 10 ja 11: Pilud keevituspunktide vahel.

Kui väline vaatlus on tehtud, siis tuleb kindlaks teha kas auto kere struktuur on viga saanud ning kui, siis millisel määral. Esimese, kõige lihtsama asjana, saab üle mõõta ja võrrelda autokere tähtsamate punktide omavahelisi diagonaale.

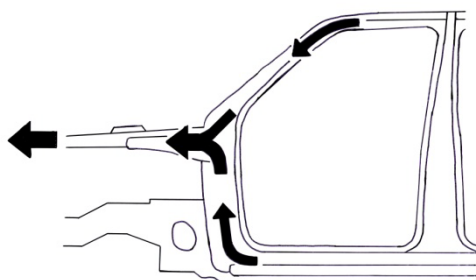


Kui diagonaalide mõõtmine annab tulemuseks tolerantsi piirist (mõõdu maksimaalne lubatud erinevus nõutavast) suurema numbriga, siis tuleb autokeret tõsisemalt mõõtma hakata, et välja selgitada millises osas on vigastused ning kust jookseb piir, millest alates vigastused lõppevad.

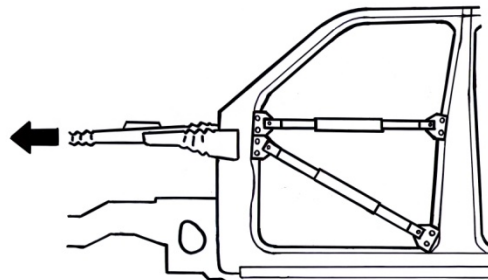
6.2.2 Struktuursete osade õgvendamine

Kui struktuursete osade vigastused ja nende ulatus on kindlaks tehtud, siis saab hakata remondiplaani koostama. Õgvendamisest struktuursete detailide juures saame rääkida vaid piiratud mahus, sest reegel ütleb: **struktuursetel osadel on lubatud õgvendada ainult laugeid mõlke ja kergeid paindeid. Kui on tegemist voldi või murdekohaga, siis kuulub detail tervenisti väljavahetamisele.**

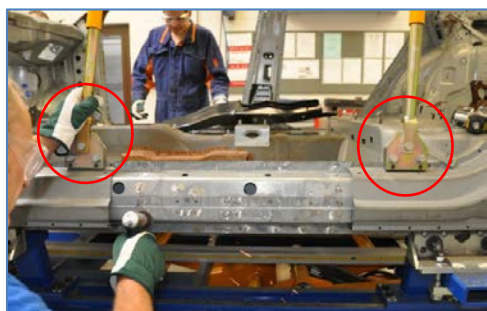
Siiski on õgvendamine lubatud tema eemaldamiseks – tihti on osad sedavõrd deformeerunud, et neid pole võimalik vajalikust kohast lahti puurida või lõigata. Kuid enne struktuursete kereosade õgvendustöödega alustamist tuleb kriitilise pilguga üle vaadata, kuhu meie poolt rakendatavad jõud veel mõjuda võivad. Sarnaselt avarii löögienergia edasikandumisele autokeres mõjuvad samasugused jõud autokerele ka õgvendustööde teostamisel – sel juhul vastupidises suunas. Seda on mõistlik arvesse võtta, et mitte tekitada venitustöödega autokerele lisakahjustusi. Näiteks tiivakanduri pikisuunalise venituse korral kandub jõud ka ukseavasse ja võib selle geomeetriat muuta. Soovitav on sellisel juhul paigutada ukseavasse uste tugirist. Samuti tuleb tugiristi kasutada külje struktuurielementide (B-piilar) väljavahetamisel ukseava ja katuse toetamiseks.



Pilt 12: Venitusjõu edasikandumine autokeres.

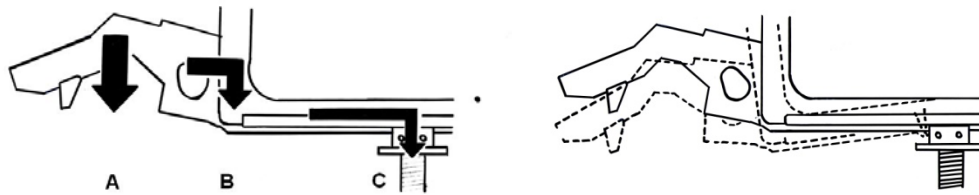


Pilt 13: Toetatud ukseava venitustööde teostamiseks.



Pilt 14: Toetatud ukseava B-piilari vahetamisel.

Esiotsa vigastuste korral on tüüpiliseks vigastuseks esipikitalade väändumine või keskosast mingis suunas murdumine. Kui auto on õgvenduspinki kinnitatud vaid standardsetest kinnituskohadest lävekarbi alumisel serval, siis on suur oht, et venituse jõud ei mõju mitte deformeerunud kohale, mis tänu oma plastsele deformatsioonile võib olla muutunud jäigemaks, vaid kandub edasi esimese jäigalt fikseeritud kohani, milleks on karbikinnitus. Selle tulemusel tekitame autokerele lisadeformatsiooni, mida võib olla hoopis keeruline või mõistlike kuludega võimatu taastada.



Pilt 15: Vigastusteta punkti B toestamata jätmisel kandub punktile A avaldatav allatõmbe jõud autokeres edasi kuni karbikinnituseni punktis C.

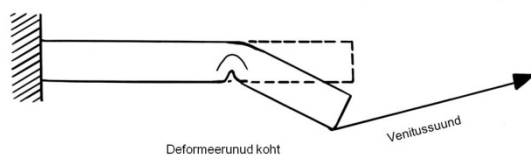


Pilt 16: Vigastamata kohast toetatud esipikitala allatõmbe teostamiseks.

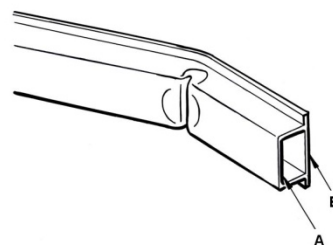
Venitusrakiste kasutamine

Järgnevalt pisut sellest, kuidas venitusrakiseid kõige paremini ära kasutada ja vältida tüüpilisi vigu, mida nende kinnitamisel või venitamisel tehakse.

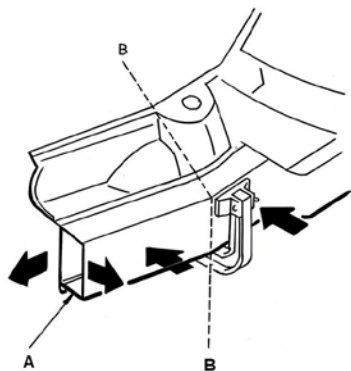
Toome näite: esipikitala vajab külgsuunalise venituse puhul murdekohast toestamist, venitusrakis tuleb kinnitada selle deformeerunud külje poolele. Sellisel juhul õgvendab venitamine tekkinud volti. Vastasküljele kinnitatud venitusrakis tekitab tala vastasküljele lisadeformatsiooni, sest deformeerunud osa jäikus võib olla suurem, kui tala originaalkuju oma ning deformeerunud volt ei anna järele.



Pilt 17: Külgsuunalise venituse suund.

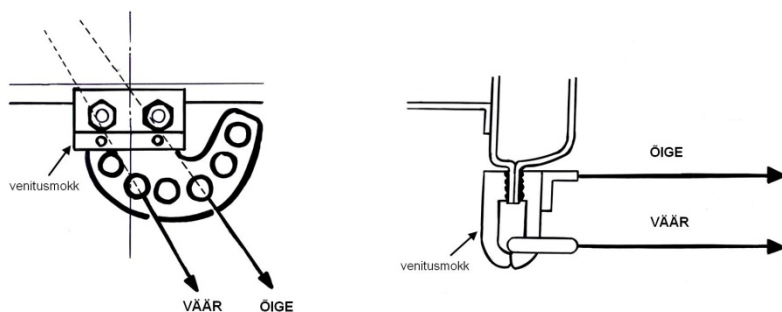


Pilt 18: venitusrakise kinnituskoht - A õige, B väär

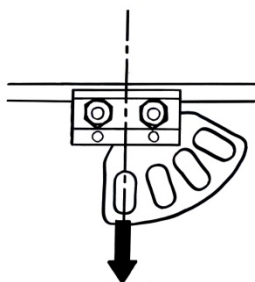


Pilt 19: Punkti A venitamiseks küljele või ette tuleb toetada murdejoonest B tahapoole jääv struktuuriosa.

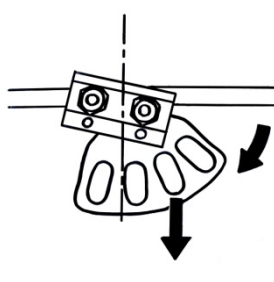
Oluline on ka venitusrakise kinnitusviis ja venitussuund. Paljudel rakistel on erinevates suundades venitamiseks vastavad avad. Nende avade kasutamisel tuleb järgida üht olulist põhimõtet – venitussuund peab alati läbima venitusrakise kinnituse keset, ehk ketiga samal teljel oleva vektori pikendus peab läbima keti kinnitusava rakises ja rakise kinnituskoha keskpunkti autokerel. Selle põhimõtte eiramisel hakkab venitusrakis murdma kinnituskoha autokerel, tekitades sinna lisadeformatsioone.



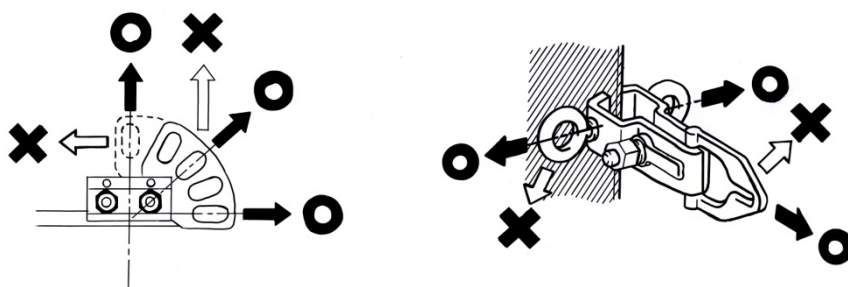
Pilt 20: Venitussuund peab läbima venitusrakise kinnituse keset.



Pilt 21: Korrektnen venitussuund.



Pilt 22: Väär venitussuund.



Pilt 23: Lubatud venitussuunad – O, ebasobivad venitussuunad X.

Kuigi avariiremondil räägitakse peamiselt venitamisest, siis mõnikord on tarvis vigastatudkohta hoopis suruda - ka seda on võimalik kerevenituspingis teha kas poomi endaga või poomi toetuspinnana kasutades. Viimasel juhul pingestatakse poom koos ketiga pingi külge ning tema ja kere vahele asetatakse hüdrocilinder koos pikendustega ning surumise võimalus on loodud.



Pilt 24: Õgvendamine surumise teel.

6.2.3 Mõõtesüsteemi kasutamine auto kereremondil

Struktuursete osade õgvendamiseks on vaja väga täpselt teada, milliseid punkte on tarvis õgvendada, millises suunas ja millisel määral. Kõige täpsem ja kiirem on selleks kasutada mõõtesüsteemi abi. Elektroonilised 3D mõõtesüsteemid kuvavad iga mõõdetud punkti kohta numbrilise väärtusena 3 mõõtu (laius, pikkus ja kõrgus) ja lisaks infot punkti nihkumissuuna kohta kas miinuste-plusside või noolekeste näol.

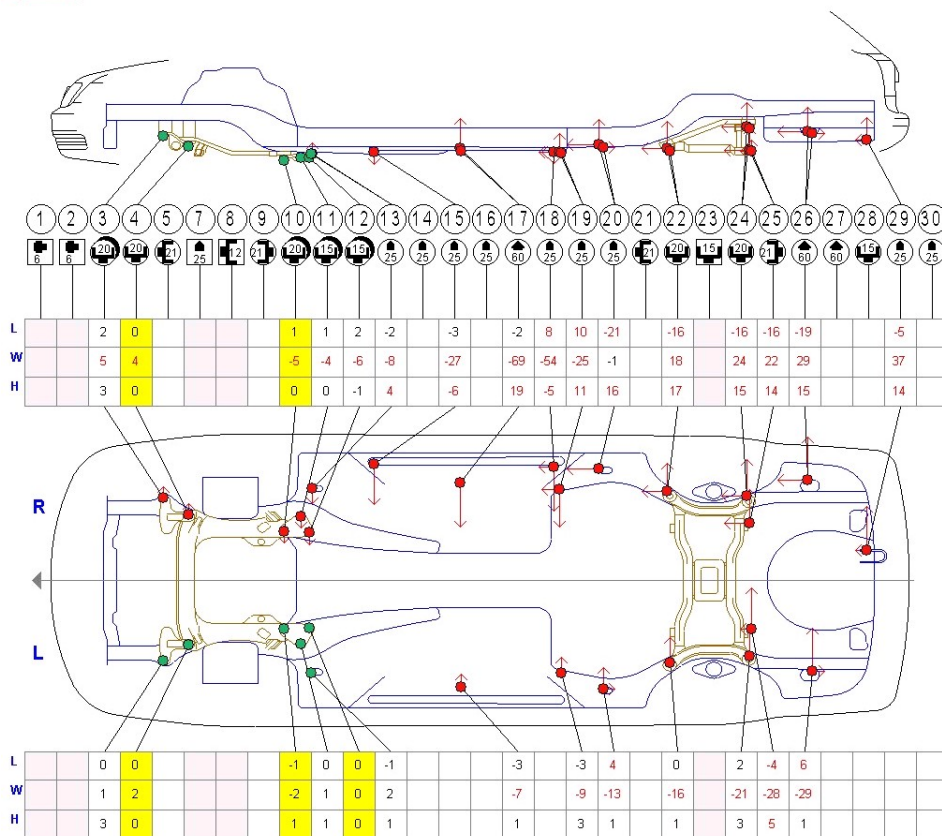
Vaatame ühte näidet:

Auto on sõitnud suurel kiirusel küljega vastu posti ning silmaga on näha, et tegemist on nn. „banaanikujulise“ vigastusega.

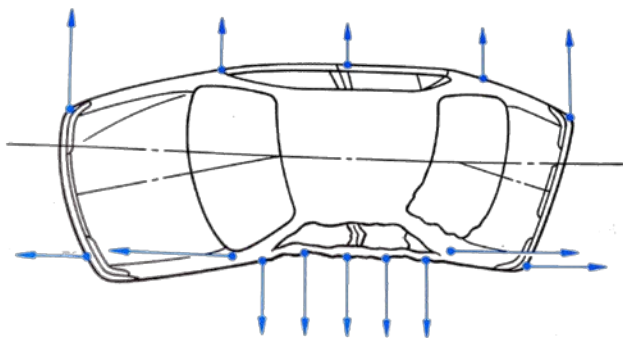


Pilt 25: Külvgigastusega Audi A6 Quattro.

Peale auto ülemõtmist andis mõotesüsteem välja alljärgneva raporti. Punasega on tähistatud mõõdutolerantsist väljas olevad punktid ja noolekesed näitavad millises suunas on punkt nihkunud.



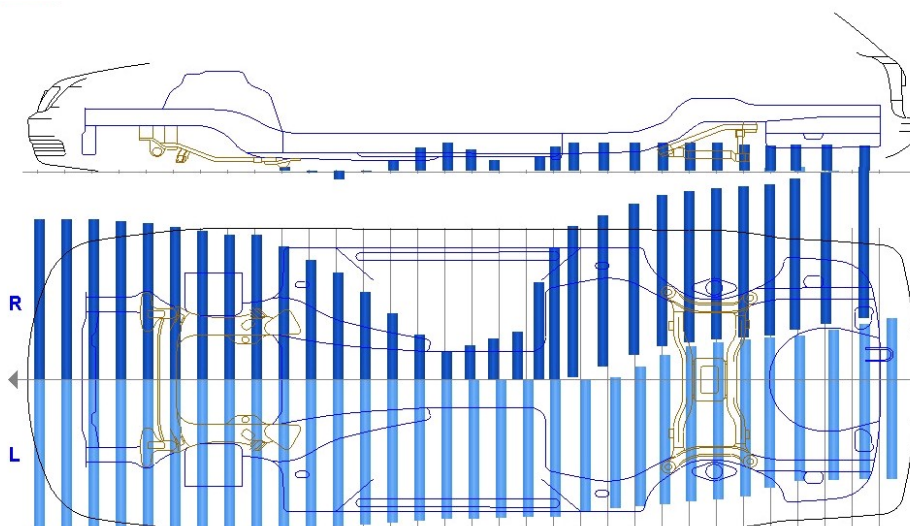
Esmapilgul on numbrite hulk suur ja nendest „pildi“ kokkupanek on küllalt mõtlemapanev – millisest piirkonnast tuleks tööga alustada, millises järjekorras peaks tõmbed sooritama jne. Lihtne loogika ütleb, et kõik mis on „sisse“ surutud tuleb sama jõudu rakendades ja vastupidises suunas ka välja tõmmata. Kuna tegemist on banaanikujulise avariiga, siis tuleks kasutada selle õgvendamiseks alljärgnevat skeemi:



Pilt 26: Banaanikujulise vigastuse õgvendamise skeem.

Kuid – tark ei torma vaid kontrollib asjad üle. Õnneks on näiteks Car-O-Liner X3 mõõtesüsteemil võimalik kuvada kõik mõõdetud punktid graafilise diagrammina (nihkediagramm), mis annab piltliku ülevaate sellest, mis on autoga avarii käigus juhtunud.

Näites toodud auto nihkediagramm näeb välja selline:



Nagu juuresolev pilt näitab, on löögijõud olnud sedavõrd suur, et auto tagumine osa on väändunud teljest paremale. Seega ei saa kasutada klassikalist banaanikujulise deformatsiooni meetodikat vaid kõigepealt on tarvis auto tagumine osa tagasi keskteljele saada ja alles siis saab küljevigastustega tegelema hakata. (NB! Pildil olev auto taastamisele ei kuulunud)

Mõõtesüsteem on abiks ka kere õgvendamisel. Selleks asetatakse mõõteseadet venitamist vajava koha läheduses olevale mõõtepunktile ning jälgitakse venitamise käigus punkti liikumist 3D-s. Mõõtesüsteem näitab valitud vektori suuna õigsust – kas punkt hakkab liikuma õiges suunas või peab vektorit muutma ning samuti saab venituse lõpetada, kui soovitud punkti asukoht on saavutatud.



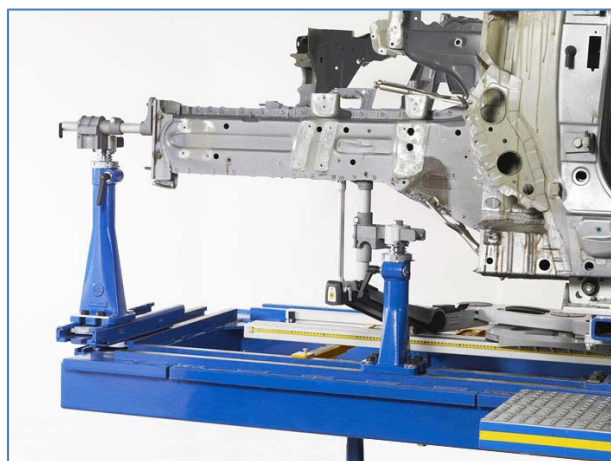
Pilt 27: Mõõtesüsteemi „märklaud“, mis näitab mõõtepunkti liikumist reaajas ja kolmes suunas samaaegselt. Antud näites on punkt vaja venitada 10 mm ülespoole, pikkus- ja külgsuuna mõõt on tolerantsi (+/- 3 mm) piires.

Struktuursete osade asendamine

Struktuursete osade väljavahetamisel tuleb kindlasti järgida remondijuhendis toodud ettekirjutusi. Remondijuhendis on toodud kohad, kust ja kas tohib teostada löikeid või on nõutav kogu detaili väljavahetamine. Remondijuhendi puudumisel peab silmas pidama järgmisi üldisi põhimõtteid:

1. Struktuurielementide õgvendamine tema säilitamise eesmärgil on lubatud vaid kerge painde või sujuva mõlgi puhul;
2. Struktuurielementil oleva voldi või terava mõlgi puhul tuleb see detail kindlasti välja vahetada;
3. HSS terasest detaile ei õgvendata ja neil ei tohi kasutada kuumtöötlust;
4. Struktuurielementide löikeid ei tohi teostada detaili kumeratel ja tugevdusi sisaldavatel aladel.

Struktuursete osade asendamisel on palju abi mõõtesüsteemist ja universaalsetest konduktoritest, mille abil saab asendusdetaili fikseerida millimeetri pealt õigesse asendisse auto suhtes.



Pilt 28: Asendusdetailide paigaldamisel on abiks universaalsed konduktorid, nt. Car-O-Liner EVO3 süsteem.

Järgnevalt näide reaalsest tööst:



Pilt 29: Esipikitala paigaldamine autokere suhtes täpsesse kohta konduktorite ja mõõtesüsteemi abil.

Seejärel saab rattakoopa asendusdetailid fikseerida keevitustööde teostamiseks fiksaatorangidega:



Pilt 30: Esimese rattakoopa asendusdetailide paigaldamine ja fikseerimine esipikitala külge.

Peale seda ühendatakse detailid nõutud ühendusviisiga (neetimine, keevitamine jne)

MOODUL 6 - Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks:

- Millistest teguritest sõltub avariivigastuste suurus küljelt otsasõidu puhul?
- Nimeta avariivigastuste liigid.
- Millest tekivad avarii lööklaine vigastused?
- Millised on autokere varjatud vigastuste tunnused? Nimeta vähemalt kolme.
- Millele tuleb tähelepanu pöörata enne struktuursete vigastuste õgvendamist?
- Milline on venitusrakise ja keti kasutamise kõige olulisem põhimõte?
- Kas struktuurseid detaile tohib õgvendada?
- Kuidas kasutaksid mõõtesüsteemi autokere struktuursete osade õgvendamisel ja väljavahetamisel?

MOODUL 6 - Praktilised ülesanded

- Vaadeldes keskmise avariiga autokeret ning märkige üles tema vigastused, liigitage vigastused nende tekkepõhjuse järgi.
- Koostage mõõtesüsteemi raporti järgi venitustööde järjekord ning hinnake struktuursete osade lisatoestuse vajadust kere õgvendustööde läbiviimiseks.

MOODUL 6 - Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Car-O-Liner AB, Rootsi pildid – 1, 2, 3, 6, 7, 8, 24, 28.

Margus Raud pildid – 9, 10, 11, 14, 16, 25, 27, 29, 30.

Ann Liisbel Petter pildid – 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26.

VW-AUDI õppematerjalid, pildid – 4, 5.

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

MOODUL 8 - Kasutatud kirjandus ja materjalid

Car-O-Liner Academy (Rootsi) õppematerjalid

Volkswagen AG õppematerjalid

„Toyota Body Repair Training Manual“, Jaapan 2003

„Toyota Fundamental Body Repair Procedures“, 1999

„Tehnikaleksikon“, Tallinn 1981

Autorite isiklikud märkmed, kogemused ja läbitud koolitustelt ning seminaridelt saadud materjalid.

ÕPPEMOODUL 7: KLAASITÖÖD

Klaase on auto keredele vaja olnud kinnitada autoehituse algusaegadest saadik. Seda sõitjate nii tuule kui ka vihma eest kaitsmiseks. Kui esimestel autodel kinnitati klaas lihtsalt klambritega vastu kummist tihendit, siis hiljem võeti kasutusele juba täiuslikumad lahendused, nagu soonega kummitihend ja liimimine. Käesolevas peatükis keskendumegi tänapäevastel autodel kasutatavate klaaside liikidele ja kinnitusviisidele.

7.1. Klaaside liigitus ja kinnitusviisid.

Lamineeritud ja karastatud klaas. Tihendiga ja liimitavad klaasid.

Õpiväljund: Õpilane tunneb autodel kasutatavaid klaasitüüpe ja nende kasutuskohi.

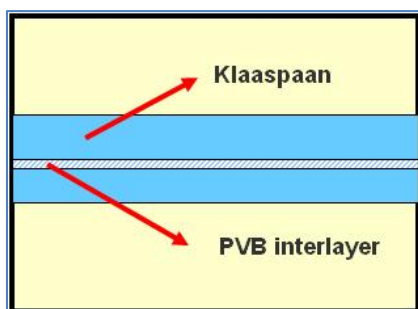
Ohutuse huvides ei tohi autode klaasimisel kasutada samasugust klaasi nagu näiteks maja akende klaasimisel. Avariisse sattudes võivad klaasid puruneda ja purunenud klaasi teravad servad võivad sõitjatele tekitada väga tõsiseid vigastusi.

Sellepärast, tagamaks sõitjate ohutust, kasutataksegi autodel erinevaid nn. „ohutuid“ klaase.

Lamineeritud turvaklaas

Lamineeritud turvaklaasi valmistamisel liimitakse kaks klaasipaani kokku polüvinüül-buturaalvaigu (PVB) või polüetüleen (PET) kihilega.

Lamineeritud klaas tagab auto avariisse sattumisel sõitjate ohutuse, sest klaasi purunedes ei lenda ega kuku tükid laiali vaid jäävad, tänu plastist PVB või PET vahekihile, oma kohale. Löögi saanud koht sarnaneb ämblikuvõrgule, mille mustri moodustavad väikesed klaasitükikesed.



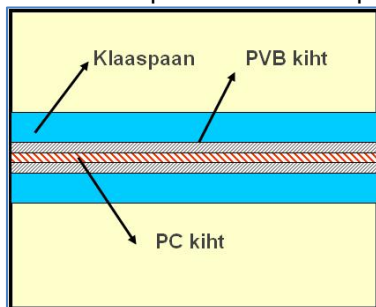
Lamineeritud turvaklaasi kasutatakse esi- ja tagaklaaside valmistamiseks.

Komposiitklaas

on edasiarendus lamineeritud klaasist, millel lisaks PVB kihile on lisatud PC (polükarbonaat) kiht. Võrreldes eelkirjeldatud lamineeritud klaasiga on komposiitklaasil järgmised eeliseid:

- sama paksuse juures on komposiitklaas 50% kergem
- omab tunduvalt suuremat tugevust
- PC kiht hoiab ära UV-kiirte läbitungimise (tähtis teada klaasiliimi krundi valiku tegemisel)

- komposiitklaas omab paremaid soojusisoleerimise omadusi



Komposiitklaasi kasutatakse luksuslikematel sõiduautodel nii esi-, taga- kui ka küljeklaaside valmistamiseks.

Karastatud klaas

Karastatud klaasi tootmisel jahutatakse 600°C-ni kuumutatud klaas kiirelt 300°C -ni. Niimoodi tekitatakse klaasi sise- ja väliskihtides erinevad pinged.

Karastatud klaas omab, võrreldes tavalise klaasiga, suuremat purunemiskindlust ja purunemise korral, laguneb ta pisikesteks kuubikukujulisteks tükikesteks. Selliselt purunenud väikesed klaasi tükid ei ole teravate servadega ega hambulised. Seega vähendab karastatud kokkupõrkel purunedes oluliselt sõitjate võimalikke vigastusi.

Karastatud klaasi kasutatakse küljeklaaside ja tagaklaaside valmistamiseks.

7.2 KLAASIDE KINNITUSVIISID

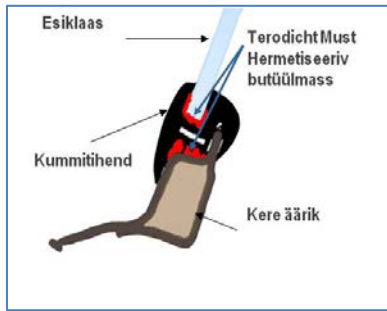
Õpiväljund: Õpilane tunneb autodel kasutatavaid klaaside kinnitusviise ja nende kasutuskohhti.

Kummitihendiga paigaldatud klaasid

Kummitihendiga klaasi paigaldamine või demonteerimine on lihtne ja kiire. Auto on koheselt peale tihendiga klaasi paigaldamist sõiduvalmis ega vaja ooteaega, nagu liimiga klaasi paigaldamisel. Sõiduautodel kasutatakse kummitihendiga klaase tänapäeval harva. See meetod oli aga väga levinud aastakümneid tagasi, mistõttu vanematel sõiduautodel tuleb seda ikka ette. Tänapäeval kasutatakse kummitihendiga klaase veel laialdaselt busside ja veoautode klaaside paigaldamisel.

Negatiivsed omadused, miks kummitihendiga klaaside paigaldamist harvem kasutatakse:

- kummitihendiga paigaldatud autodel ei saa kasutada õhkturvapatju, väheneb auto ohutus
- kummitihendiga paigaldatud klaasi abil ei saa suurendada autokere jäikust- ja tugevusomadusi
- aerodünaamiliselt ja välimuselt ei sobi kaasaegsete autode kujundusse
- kummi vananedes suureneb lekkeoht



Pilt 1: Kummitihendiga klaasikinnituse läbilõige.

Butüülmassiga liimitud klaasid

Selle meetodi juures kasutatakse ära butüülist riba kleepuvaid omadusi, millega klaas kleebitakse auto kere külge.

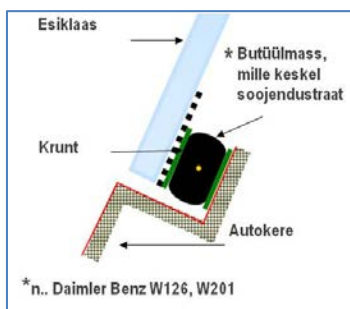
Butüülmassiga paigaldatud klaasidel on võrreldes tihendiga paigaldatud klaasidele järgmised eelised:

- paremad isoleeromadused, suurem lekkekindlus
- paremad aerodünaamilised omadused
- head termoomadused
- lihtne ja kiire eemaldus, kui liimimassi sisse on paigaldatud soojendustraati. Ühendades soojendustraadi klemmid vooluga, kuumutatakse butüülmass üles ja pehmeks muutunud liimühenduselt saab klaasi kergesti kätte.

NB! Butüülmassiga paigaldamise meetodit tänapäevastel tarbesõidukitel enam ei kasutata, sest:

- ei saa kasutada õhkturvapatjadega autode esiklaaside paigaldamiseks
- ei saa kasutada autokere jäikuse ja tugevusomaduste parandamiseks

Selline meetod leiab aga kasutamist ralliautodel, mille turvakere on spetsiaalselt jäigastatud ja mille klaasi vahetuseks võistluste ajal on väga vähe aega.



Pilt 2: Butüülmassiga klaasi kinnituse läbilõige.

PUR liimiga paigaldatud klaasid

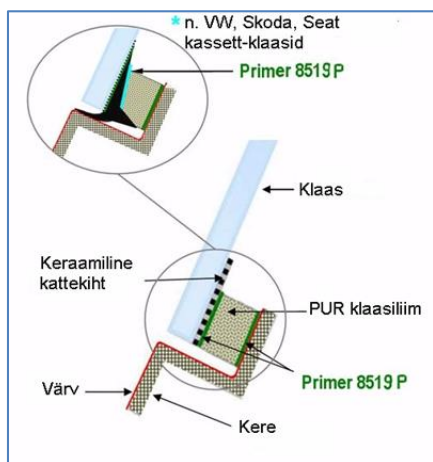
Seoses PUR (polüuretaan, edaspidi nimetusega PUR) liimi kasutuselevõtuga sõiduauto klaaside paigaldamisel toimusid autotööstuses järgmised tehnoloogilised muudatused:

- sõiduautode tootmisel sai klaaside paigaldamist hakata teostama robotitega
- sai hakata projekteerima kergemaid, õhemast plekist autokeresid. Samas auto tugevus- ja jäikusomadused paranesid
- sai disainida autosid, millel on paremad aerodünaamilised omadused ja kaasaegse kujunduse/vormidega väljanägemine

PUR liimiga liimitud klaasidega sõiduautod on avariiisre sattudes ohutumad juhul, kui on tagatud piisavalt tugev, mittekatkev liimühendus esiklaasi ja kere vahel ning seeläbi:

- suureneb passiivne ohutus, autokere on jäigem ja seega sõiduk paremini juhitud. Autokere jäikusest ligi 40% saavutatakse kere külge PUR liimiga liimitud esiklaasiga.
- suureneb aktiivne ohutus, avanenud turvapadi toetub klaasipinnale.
- sattudes laupkokkupõrkesse absorbeerib liimitud klaas löögienergiat

Esiklaas on koos teda kerele kinnitava PUR liimiga üks osa terviklikust, tugevast, jäigast ja ohutust sõiduautokerest, seega on ka äärmiselt tähtis, et klaasivahetuse protsessis seda terviklikkust ei rikutaks. Valed töövõtted või materjalid muudavad auto peale klaasivahetust ohtlikuks sõiduvahendiks.



Pilt 3: PUR liimiga klaasi kinnituse läbilõige.

käepidemest lõiketera edasi ning lõigatakse niiviisi klaasiliim läbi. See on palju kasutust leidev lahendus, mida harva klaase vahetav töökoda saab endale lubada.

Parempoolsel pildil on lõiketraat koos käepidemetega. Klaasi lõikamiseks lükatakse spetsiaalne traadinõel seestpoolt läbi liimi klaasi välimise serva alt välja, seejärel haagitakse nõela taha lõiketraat ning tõmmatakse traat sissepoole. Seejärel ühendatakse mõlemasse otsa käepidemed ning klaasiliimi läbilõikamine saab alata. Lõike traati on mitut moodi, sellist, mida kutsutakse klaverikeeletraadiks ning ka lihtsat neljakandilist. Klaverikeelega liimi lõikamisel on tarvis kahte inimest, kes üks ühelt ja teine teiselt poolt vaheldumisi tõmmates liimi läbi „saevad“. Neljakandilise traadiga on lihtsam, sest terav serv lõikab liimi kergelt läbi.

Traadiga lõikamist on võimalik ka „mehhaniseerida“ ja selline lahendus on näites Roll-Out 2004, mille puhul paigaldatakse traat klaasi väliskülje ümber liimi peale, seejärel viiakse traadiotsad sissepoole. Klaasile kinnitatakse iminappadega tööriist, mille peal on poolid ja vänt ning seejärel kinnitatakse traadi otsad poolile. Vändaga keredes ja kaitseekraaniga traadi liikumist juhtides lõigatakse sel viisil liim klaasi ümber läbi. S



Pilt 7: Roll-Out 2004 klaasieemaldussüsteem.

Klaasiliimi mahalõikamiseks võib kasutada ka pika teraga suruõhu nuga, mille tera liigub edasi-tagasi ja on oma mittetöötaval pinnal kaitstud metallist sukaga.



Pilt 8: Equalizer Excalibur klaasieemaldusnuga.

Klaasi maha tõstmiseks ja paigalduseks on tarvis veel iminappadega käepidesid ning alust, mille peale klaasi liimimise ajaks toetada ning liimipüstoleid klaasiliimi pinnalekandmiseks:



Pilt 9, 10, 11: Iminappadega käepidemed, klaasipukk, käsi-liimipüstol.

7.4 Klaasimisel kasutatavad materjalid.

Liimid, krundid, aktivaatorid, klambrid, tihendusmaterjalid.

Õpiväljund: Õpilane tunneb klaaside liimimiseks kasutatavaid materjale ja nende ülesannet.

Eelnevalt punktis 1.1 kirjeldasime erinevaid viise klaaside paigalduseks autokerele. Kõige kaasaegsem meetod on klaaside paigaldamine PUR baasainel põhinevate spetsiaalsete klaasiliimidega. Järgnevalt teeme juttu lisamaterjalidest, mida klaaside liimimisel vaja läheb.

Edukaks klaasivahetuseks on soovitat läheneda komplekselt, see tähendab, et kasutada kõiki tooteid ühelt tootjalt, alates puhastusvahenditest, kruntidest ja lõpetades liimidega. Ja teha seda vastavalt tootjapoolsele tööjuhendile ja tingimustele. Siis on võimalik omada tehtud tööle ka garantii. Läbisegi erinevate tootjate tooteid läbisegi kasutades on võimaliku probleemi puhul põhjust väga raske välja selgitada.

Eelpuhastusvahendid

Kvaliteetseks liimi nakkumiseks klaasiga tuleb klaasi ja autokere pind korralikult eelpuhastusvahendiga puhastada. Eelpuhastusvahend on läbipaistev, 100% lahustisisaldusega puhastusaine, mis aurustub puhastatavalt pinnal kiiresti, jätmata sinna nähtavaid jälgi.

Eelpuhastusvahendiga puhastamiseks kasutatakse spetsiaalseid puhastuslappe, mis ei jäta puhastatavale pinnale ebemeid ega mikrokiude. Lapi asemel ei tohi kasutada näiteks tavalist paberrätikut.

Eelpuhastamise käigus eemaldatakse pindadelt tootmistolm, rasvad ja õlid, mis muidu takistaksid krundi ja liimi nakkumist.

Eelpuhastusvahendi valikul tuleb lähtuda liimitootja soovitustest.

Klaasipinda, millele hiljem kantakse krunt ja klaasiliim ei ole soovitat eelpuhastada üldotstarbelise klaasipuhastusvahu ega majapidamistoodetega. Need sisaldavad ensüüme ja lisandeid, mis tekitavad negatiivse reaktsiooni krundiga või jätavad puhastatud pinnale nähtamatu „jälje“ mille külge krunt ja liim ei naku.



Pilt 12: Teroson FL+ on sobiv eelpuhastusvahend kõikidele Teroson liimidele.

Krunt ja aktivaator

Krunt ja aktivaator on liimitavate pindade eeltötlusvahendid, mida kasutatakse liimi nakkumise parendamiseks klaaspinna, „vana“ liimiriba või värvitud kerepinnaga. Üldlevinud PUR baasil klaasiliimid ei nakku klaaspinna piisava tugevusega kui pind on alt kruntimata. On olemas spetsiaalseid klaasiliime, mille kasutamisel eelnevalt kruntimist pole vaja, aga need on erandid.

Krunt on kiirelt kuivav, musta värvi vedelik, mida kantakse klaasile või autokerele spetsiaalse villast krundipintsliga.

Krundi eesmärk on ka kaitse UV-kiirguse eest, sest PUR baasil klaasiliimid kahjustuvad päikesepeaistest tuleneva UV-kiirguse toimetel. Nii et mõne aja pärast, olenevalt päikese intensiivsusest, liimi tugevusomadused kaovad.

Samuti aitab krunt ära hoida metalli roostetamise, kui seda kantakse pinnale, mille värvkate on klaasi mahalõikamise käigus viga saanud ja haljas metall paljastunud.

Aktivaator on läbipaistev vedelik, mis peale kuivamist jätab pinnale, vastupidiselt krundile, elastse kihi. Aktivaator on vajalik, et parandada naket klaasiliimi kihiga, mis jääb kerele peale klaasi mahalõikamist. Või kui liimitakse nn. kassett-klaase, millele on juba tehases peale kantud PUR riba, n. VW esi- või tagaklaasid.

Aktivaatorit ei ole vaja kasutada, kui liim kantakse värskest (maks. 3 tundi) mahalõigatud klaasiliimikihile. Ka pole aktivaator vajalik, kui õnnestub enne liimimist lõigata vanalt liimiribalt maha kiht liimi ja eemaldada sellega nn. oksiidikiht.

Kaasaegseim vahend eeltötluseks on segu aktivaatorist ja krundist. Niinimetatud All-In-One ehk kõik ühes krundid omavad nii nakkumist parandavaid, UV-kiirguse vastast, korrodeerumist ärahoidvat toimet kui ka aktivaatorile omast elastsust. Seega võib seda universaalset eeltötlusvahendit kanda nii klaasile kui ka kerele- nii värvitud kui ka mahalõigatud klaasiliimi kihi pinnale.



Pilt 13: Aktivaator ja villast krundipintsel.

Klaasiliim

Nagu eelnevalt mainitud, kasutatakse tehastes siiani autode tootmisel klaasiliime, mis on toodetud polüuretaani e. PUR baasil. PUR baasil klaasiliimid on suure rebenemis-, tõmbe- ja nihketugevusega, et vastu pidada ka ränkadele jõududele, näiteks avarii puhul. Samas on PUR piisavalt elastne, et mikroliikumised klaasi ja kere vahel kompenseerida, vastasel juhul klaas puruneks.

PUR liimi miinuseks on kesised nakkumisomadused ja UV-kindlus, mida parandatakse eelnimetatud kruntide kasutamisega. Auto järelturule on ilmunud ka MS-Polümeeri baasil klaasiliimid, millel on head nakkeomadused puhta klaaspinna ja suurepärase UV-kaitse, aga nende kasutamist esiklaasi

liimimiseks ei saa soovitada. MS-Polümeeri baasil klaasiliim ei ole piisava rebenemistugevusega ja peale kuivamist jääb liiga pehme, mis ei taga vajalikku sõiduauto jäikust ja väändetugevust. Samuti võib osutada probleemiks halb MS-Polümeeri nakkumine varem kasutatud PUR klaasiliimikihiga.

Uue põlvkonna klaasiliimid

Aastaid tagasi toimus muudatus klaasiliimide valdkonnas – autode ehituses hakati kasutama **HM - High Modulus** (kõrgmodulaarset) klaasiliime. Võrreldes eelmise põlvkonna (*Low Modulus või All Modulus*) klaasiliimidega on HM klaasiliimide tehnilised omadused tunduvalt paremad: ca. 2 korda suurem tõmbetugevus ja 2 korda suurem jäikus. **Nihkeelastsusmoodul HM klaasiliimidel on > 2,5 MPa, vs. standard klaasiliimil 1,2 MPa.**

HM klaasiliimide kasutuselevõtuga suurendati autokere jäikust ja saavutati turvalisem auto avarisituatsioonis.

Suurem autokere jäikus tagab ka auto parema juhitavuse ning kere ei vändu kurvides.

Suurendatud tugevusega HM klaasiliimid peab tagama, et ka suurel kiirusel toimuva laupkokkupõrke korral, ei lendaks esiklaas eest. Eest lennanud esiklaasiga autol paindub A-piilar kokkupõrkejõudude toimel sissepoole, moodustades niimoodi surmava löögirusika eessõitja pea suunas. Samuti ei ole ilma esiklaasita jäänud autos kaasreisija avanenud turvapadjal millelegi toetuda, nii et kaitset ta sellisel juhul ei paku.

Seega, on lubamatu, et avarii korral esiklaas eest lendaks – tagajärjed võivad olla fataalsed!



Pilt 14, 15: Vasakul avarii eraldunud esiklaas, mis ei paku turvalisust autos viibijatele. Paremal Teroson HM liimiga liimitud esiklaasiga auto kokkupõrke test.

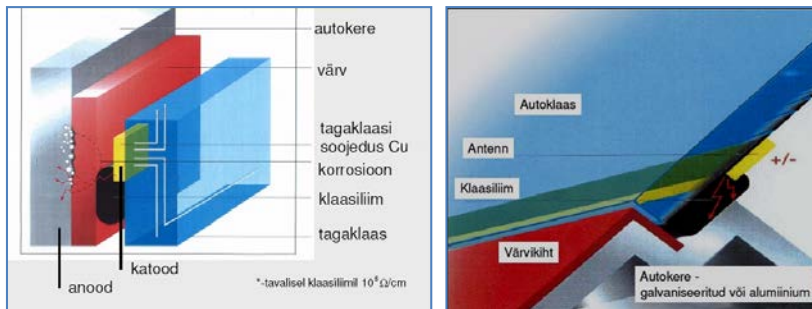
Lisaks kõrgmodulaarsusele on klaasiliimide omadustes veel üks uuendus.

Autoklaasidesse, eriti tagaklaasi, on hakatud integreerima väga erinevaid elektroonilisi lisasid, alates klaasisoojendusest, lõpetades raadio ja GPS-seadmete antennidega.

Et vältida elektrilist ühendust kere ja elektroonilise seadme vahel, tuleb kasutada klaasiliimi, millel on märge **LC – Low Conductivity** (madal elektriline juhtivus). **Võrreldes standardse klaasiliimiga on LC klaasiliimil 100 000 korda suurem elektriline takistus.**

Tavaliselt on klaasisoojenduse elektrikontaktid viidud läbi klaasiliimimassi, seepärast on tähtis, et liimimass oleks võimalikult suure takistusega. Juhul kui liimi elektriline takistus pole piisav, on tagaklaasisoojenduse toitevool pidevalt ühenduses auto kerega, mis põhjustab aku tühjenemist ja elektrokeemilist korrosiooni akna raami äärel (vt. illustatsiooni).

Olukorras, kus antenn on kokkupuutes liimimassiga, võivad tekkida radiohäired või olla häiritud GPS-i töö juhul, kui pole kasutatud suurendatud elektritakistusega klaasiliimi.



Pilt 16, 17: Elektrokeemilise korrosiooni teke madala takistusega klaasiliimi kasutamisel.

Kokkuvõtteks:

- et tagada sõitjate ohutus, peavad tänapäevastel autodel esiklaasid olema paigaldatud klaasiliimiga, mille märgises on tähistus - **HM**
- et oleks tagatud radioseadmete häireteta töö, peavad tagaklaasid olema paigaldatud klaasiliimiga, mille märgistuses on tähistus - **LC**

Valiku lihtsustamiseks on kaasaegsetele nõuetele vastaval klaasiliimil mõlemad omadused kokku pandud ja see ära märgitud tähistusega - **HMLC**. HMLC tähistusega klaasiliimi võib seega julgelt kasutada nii esi- kui ka tagaklaaside paigaldamisel, kartmata, et rikutakse auto tehasepoolseid omadusi.



Pilt 18, 19: Teroson HMLC liimid sobivad elektriliste lisadega klaasidele.

7.5 Klaasimisel kasutatavad töövõtted.

Klaasi eemaldus, uue klaasi sobitamine, liistude eemaldamine ja paigaldus.

Õpiväljund: Õpilane oskab eemaldada ja paigaldada liimitavaid klaase ja vältida ümbritsevate pindade vigastamist tööde käigus.

Ettevalmistus klaasimistöodeks

Klaasi paigaldamisel tuleb jälgida, et auto asetseks, nii liimimise kui ka järelkuivamise ajal tasasel pinnal. Vastasel juhul võib juhtuda, et klaas kuivab ette paindes autole ja hoiab teda selles asendis ka peale kuivamist.

Auto küljeaknad tuleb alla keerata, et vältida värsket klaasiliimi ühenduse lõhkumist õhurõhu poolt, mis tekitatakse ukse „kogemata“ kinni löömisel kohe peale klaasimistöe lõppu.

Töökoja sisekliima (niiskus, temperatuur, ventilatsioon) peab vastama tootjapoolsetele nõudmistele.

Panna valmis vajaminevad töövahendid ja kulumaterjalid, eelpuhasti, krunt ja klaasiliim. Veenduda, et kasutatavad keemiatooted ei oleks ületanud „kõlblik kuni“ tähtaega.

Töövahendid, nii paigaldus- kui klaasi mahalõikamisvahendid, klaasipukk ja platvorm, juhul kui on tegemist kõrgel asetseva klaasiga.

Alati peab valmis olema ka varuliim, juhuks kui ühest liimituubist ei jätku. Olles juba alustanud klaasi liimimist peab tegutsema kiirelt, et esmalt pealekantud liimikiht ei moodustuks nahakihti enne kui klaas on jõutud ette panna.

Klaasi eemaldamine

Enne klaasi eemaldamist tuleb eemaldada klaasi mahalõikamist takistada võivad iluliistud, tihendid või polster. Eemaldatakse ka klaasisoojenduse elektri juhtmed ja tahavaatepeegel.

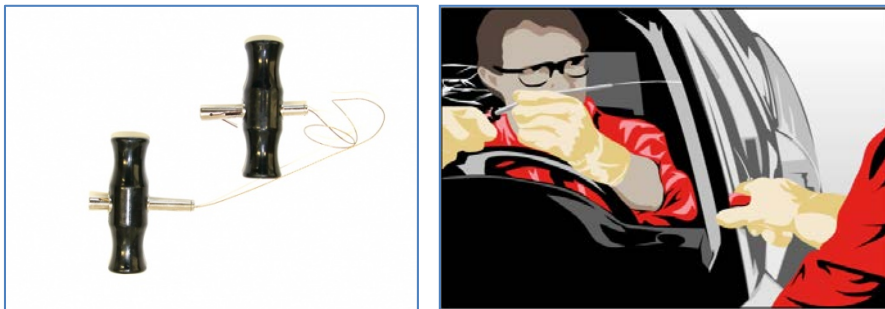
Klaasi mahalõikamiseks saab kasutada erinevaid töövahendeid, nii pneumaatilisi kui elektrilisi nuge, lõiketraati kui ka täisnurkset käsinuga. Valik oleneb sellest kuidas antud tööd antud olukorras kõige kiiremini, mugavamalt ja kere kahjustusteta õnnestub teha.

Järgnevalt näide lõiketraadiga lõikamise kohta (laialt levinud mahalõikamise meetod).

OHUTUSE tagamiseks kanna mahalõikamisel alati kaitsekindaid ja kaitseprille!

Lõiketraadiga mahalõikamiseks kasutatakse spetsiaalset lõiketraati (spiraalne või teravate lõikeservadega nelikant lõiketraat), käepidemeid ja spetsiaalset nõela traadi juhtimiseks läbi liimimassi. Nõel torgatakse seestpoolt läbi liimimassi kuni selle ots ulatub väljastpoolt liimimassist välja. Läbi nõela juhitakse seestpoolt lõiketraat, nii et selle otsast saaks väljastpoolt näpitsatega kinni haarata ja traati 30...40 cm välja tõmmata. Soovituslik lõiketraadi pikkus võiks olla 40...70 cm. Nõel eemaldatakse ja parajaks lõigatud pikkusega lõiketraadi otstesse, (nii sisse- kui väljapoole) ühendatakse käepidemed.

Traadiga mahalõikamise meetodi kasutamisel on üks lõikajatest seespool ja teine väljaspool. Koostöös, kas edasi tagasi „saagides“ (spiraalse lõiketraadiga) või ühele poole tõmmates (nelikant lõiketraadiga) lõigatakse klaasi hoidev klaasiliim läbi.



Pilt 20, 21: Klaasieemaldustraata ja selle kasutamine.

Ettevaatust - tuleb jälgida, et lõiketraat ei lõikaks läbi elektrijuhtmeid ega tungiks armatuurlaua sisse! Samuti tuleb hoiduda kere värvikihi vigastamisest - seda võib kogemata juhtuda näiteks ülestõstetud kapoti servadel.

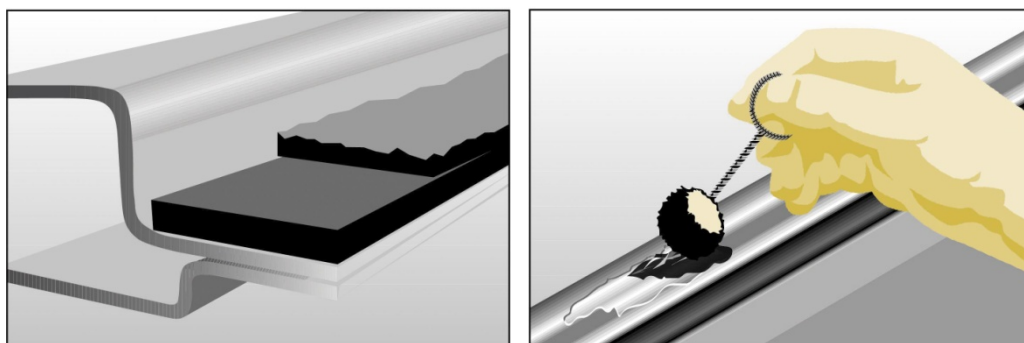
Vertikaalselt asetseva klaasi võib ajutiselt fikseerida spetsiaalse teibiga, mis ei lase klaasil alla kukkuda.

Peale liimikihi läbilõikamist saab klaasi eemaldada, kasutades selleks iminappadega klaasi tõstevahendeid.

Raam, millest klaas eemaldati tuleb nüüd korralikult puhastada. Kõigepealt eemaldatakse suurem tolm ja mustus tolmuimejaga. Seejärel puhastatakse pind eelpuhastusvahendis immutatud lapiga.

Enne raamile jäänud liimikihi täielikku mahalõikamist peab olema veendunud, et ümbritsev raam oleks puhas. Vastasel juhul viime mahalõikamise käigus mustust lõikejäljele, mis hiljem võib tekitada probleeme klaasiliimi nakkumisel vana liimikihiga. Vana liimikiht lõigatakse tasaseks nii, et alles jääv kiht oleks paksusega 1...2mm. Selleks kasutatakse kas spetsiaalset nuga või peitlit. Vältida kere värvikihi vigastamist!

Juhul kui värvikiht saab vigastatud, tuleb kahjustatud pinda töödelda krundiga. Krunt lisab nakketugevust ja moodustab haljal metallil tugeva kaitsva katte, mis ei lase töödeldud pinnale roostet tekkida.



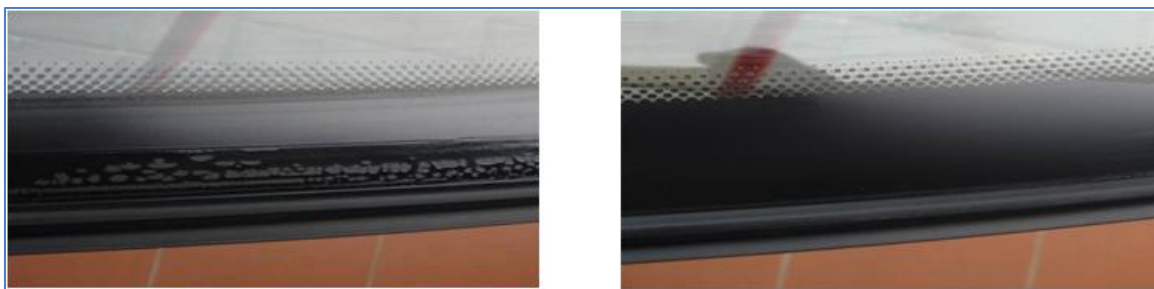
Pilt 22, 23: Vana klaasiliimi mahalõikmine ja kahjustatud pindade krundimine.

Ettevalmistused klaasi paigaldamiseks

Kiledest eemaldatud klaas asetatakse pukile, tehakse eelpuhastamine tootmis- ja transporditolmust. NB! Puhastusvahuga puhastades vältida selle sattumist krunditavale-liimitavale alale.

Peale puhastamist kinnitatakse klaasile iminapad, millega saab klaasi ette tõsta. Seejärel asetatakse klaas ilma liimita paigaldatavasse kohta ning kontrollitakse selle sobivust antud avasse. Hilisema paigalduse lihtsustamiseks sobitatakse klaas õigele kõrgusele, vajadusel paigaldatakse klaasi alumise serva toestamiseks distantskiilud, jälgitakse, et klaasi ja autokere vahele jääks igast küljest võrdne distants. Seejärel märgistatakse klaasi asend autokere suhtes mitmest erinevast kohast risti üle klaasiserva autokerele tõmmatud maalriteibiga, mis seejärel läbi lõigatakse. Hiljem, paigalduse käigus, tuleb läbilõigatud teibi otsad kohakuti asetada ning selles asendis klaas raamile suruda.

Klaasi äär, millele kantakse krunt ja liim, puhastatakse klaasiliimi eelpuhastusvahendiga. Immutatud lapiga pühitakse ainult ühes suunas ringi ümber klaasi, et vältida lapi pinnale koguneva mustuse laialimäärimist puhastatavale alale. Silikooniefekti (vt. foto) vältimiseks on soovitatud töödelda keraamikaga kaetud klaasi pinda lisaks abrasiivse lapiga. Sellega eemaldatakse silikoonijäägid, mis võivad olla tekkinud tootmise eripärast või sattunud sinna transpordil kasutatavalt vahtplastist kaitseäärikult.



Pilt 24, 25: Vasakul silikooniefektiga klaasiserv ja paremal korrektne klaasiserv.

Peale mehhaanilist töötlust puhastada pinnad jälle eelpuhastusvahendiga.



Pilt 26: Klaasi serva puhastamine eelpuhastusvahendiga.

Klaasi kruntimine

Enne krundi kasutamist tuleb krundi tugevalt loksutada. Krundi pudelis on klaasist muna, mida peab loksutama 1...3 minutit.

NB! Avatud pudelis säilib krunt, olenemata pudeli suurusest, ainult 3...10 päeva!

Soovitatav on valida krundi pakend, mis avamise hetkest kuni kasutamise lõpuni, oleks selle aja jooksul ära tarvitatud.

Krunt kantakse liimitavale klaasi pinnale spetsiaalse vill-pintsliga ja seda ainult ühes suunas liikudes. Krundi kiht peab olema ühekordne, st. vältida tuleb ülekatteid.



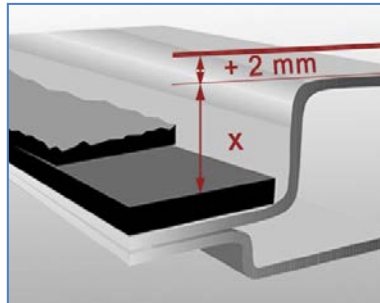
Pilt 27: Klaasi serva kruntimine.

Liimi pealekandmine

Kui krunt on kuivanud (kuivamise aega vaata tootja tehnilisest andmestikust), saab asuda liimi peale kandma. Eelnevalt on vaja selgeks teha, kui kõrge peab liimivuuk olema. Tootjate lõikes on nõuded erinevad, seetõttu tuleb tutvuda konkreetse tootja nõuetega. Järgnevas näites, kus kasutatakse spetsiaalset reguleeritava kõrgusega otsikut, reguleeritakse see kõrgusele, mis vastab raami kõrgusele alates põhjast kuni katuse servani ning sellele on liidetud veel 2 mm. Tavaliselt kujuneb selleks kõrguseks sõiduautodel 14...16 mm. Reguleeritaval otsikul on peal mõõtude skaala, mis aitab sättida otsikut õige vuugikõrguse saavutamiseks.



Pilt 28: Reguleeritava kõrgusega otsik.



Pilt 29: Liimivuugi kõrguse arvutamine.

Et vuugi kõrgus oleks õige, tuleb liim peale kanda nii, et püstol ja otsik liiguksid pealekandmise ajal vertikaalses asendis, 90° nurga all klaasi/kere pinnaga.



Pilt 30: Liimpüstoli hoidmine 90° nurga all klaasi/kere pinnaga.

Kvaliteetseima tulemuse saab, kui liim kantakse klaasi pinnale. Erandjuhtudel tuleb eelistada ka liimi kandmist raami pinnale, seda juhul kui ei ole täpselt teada, millises kohas klaasiliim klaasil paikneb (n. klaasi alumine serv).

Kandes liimi klaasi pinnale, pole ohtu vuugi katkestusele, sest klaasile saab ringi peale teha nii, et tekib ainult üks liimivuugi ühenduskoht. See on soovitatav jätta alumise ääre keskele.



Pilt 31, 32: Klaasile kandes on lihtne hoida püstolit 90° nurga all ja teha katkematu vuuk ühe ühenduskohaga.

Kuna pealekantud liimile hakkab moodustuma nahakiht (olenevalt tootjast 10...25 min. jooksul), siis tuleb klaas oma kohale paigaldada enne selle moodustumist. Hiljaks jäädes ei nakku moodustunud nahakiht enam teise liimitava pinnaga.

Klaasi paigaldamine

Klaas ettetöstmiseks on vaja kahte kätepaari. Klaas tuleks paigaldada kohe võimalikult täpselt õigesse asendisse, järgides eelnevalt paigaldatud märgistusi. Hilisem kohendamine on võimalik, aga väga väikeses ulatuses.



Pilt 33: Klaasi paigaldamiseks on tarvis kahte inimest.

Klaasi kõrguse asendit katuse suhtes saab muuta, kui suruda käega kergelt klaasi allapoole. Vastupidine kohendamine pole võimalik.

Kvaliteetsetel klaasiliimidel distantspukse, mis väldivad klaasi läbi liimi vajumist ja raamiga kontakti sattumist, vaja ei ole. Seda põhjusel, et selliste klaasiliimide hoidevõime ja tihedus on piisavalt hea ja see hoiab ära klaasi iseenesliku vajumise vastu raami. Küll võib distantspukse vajadusel kasutada klaasi alumise serva toetamiseks, et vältida klaasi allapoole vajumist.

Vertikaalselt asetsevate või suurte/raskete klaaside puhul kinnitatakse klaas liimi kuivamise ajaks teibi ribadega üle klaasi ülemise serva katusele. See takistab klaasi iseeneslikku allapoole nihkumist.

Peale klaasi paigaldamist võib hakata kohe tagasi paigaldama tahavaatepeeglit, juhtmestikku, polstrit jm. seesugust, mis eelnevalt eemaldati. Jätkuvalt tuleb jälgida, et küljeaknad oleksid endiselt allalastud asendis ja auto asetseks tasasel pinnal kuni sõiduki väljasõiduni.

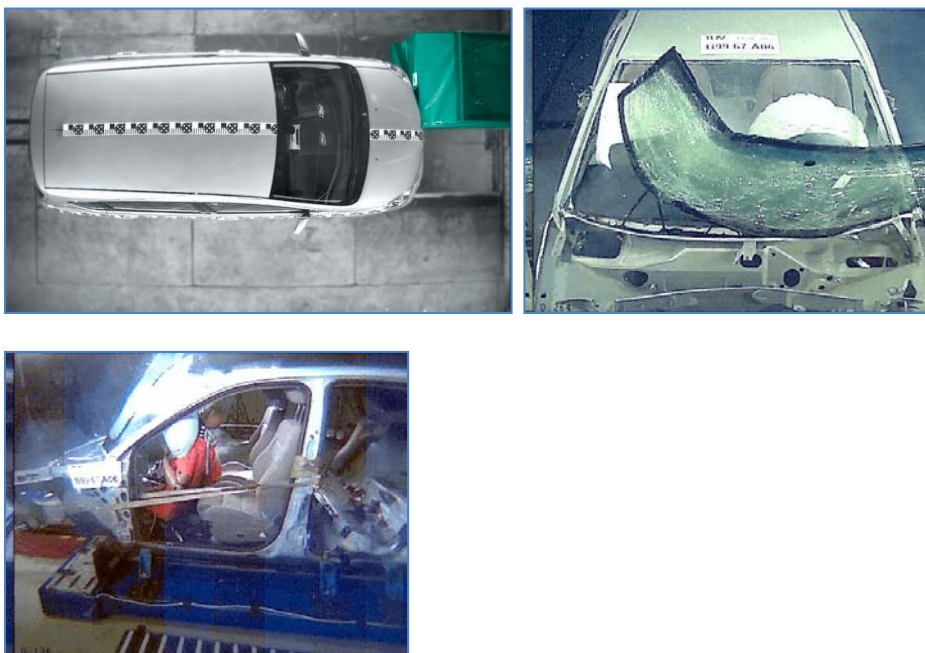
Väljasõiduaeg

Väljasõiduaeg on aeg, mille jooksul klaasiliim on piisavalt kuivanud/tahkestunud, et tagada auto ohutus liiklusesituatsioonidesse sattumisel.

Väljasõiduaeg sõltub otseselt kasutatud liimi omadustest. Märgitud ajatähis liimituubil on tavaliselt ohutu väljasõiduaeg, mis vastab US standardile FMVSS 208. See tähendab, et kiirusel 50 km/h 100% laupkokkupõrkesse sattunud autol ei tohi klaas eest paiskuda peale väljasõidu aja möödumist. Selleks, et liim suudaks vastu pidada sellisele kokkupõrkejõule, ei pea ta olema täielikult läbi kuivanud. Piisab liimi enda viskoossusest ja õhukesest nahakihist, mis hoiab klaasi eest paiskumast.

Euroopas kasutatavad ohutusstandardid on tunduvalt karmimad, seepärast peaks ohutuse tagamiseks auto tegelik väljasõiduaeg, peale klaasi paigaldamist, olema tunduvalt pikem kui pakendil märgitud US standard.

Täna on tootma hakatud ka klaasiliime, millel märgitud ohutu väljasõiduaeg vastab Euroopa ohutusstandardile. Kasutades selliseid klaasiliime ja vastavat kuivamisega arvesse võttes, võib olla kindel, et tänavale väljuv auto on turvaline.



Pilt 34-36: Klaasi eest paiskumine crash-testi käigus.

NB! Klaasi eest paiskumine avariilukorras on lubamatu!!!

7.6 Klaaside hooldus ja kahjustuste töötlemine.

Õpiväljund: Õpilane oskab hooldada klaase ja parandada kivitäkkeid esiklaasil.

Klaasidele tekitavad kahjustusi peamiselt teiste autode rataste alt ülespaiskuvad kivid ja liiv.

Kui kivilöök tekitab koheselt nähtava kahjustuse, siis liiv kahjustab klaasi aeglaselt ja järjepidevalt. Pannes klaasipühkija tööle liivasel klaasil, on kahjustuste tekkimise intensiivsus veelgi suurem. Seda eriti siis, kui klaasipühkija pühib ilma pesuveeta. Mõne aja pärast on klaasi pind peenikeste kriimudega kaetud, mis hakkab tõsiselt häirima juhi nägemisvälja. Eriti kui madal päike paistab otse eest, siis võib läbinähtavus esiklaasist olla pea olematu, mistõttu sõitmine muutub ohtlikuks. Juhul, kui klaasi pind on nii palju kahjustunud, tuleks klaas välja vahetada. Klaasi kriimude peenlihvimine pole lubatud, sest pind võib jääda ebaühtlane ning sellest tekkida optilised moonutused, mis pole samuti ohutu.

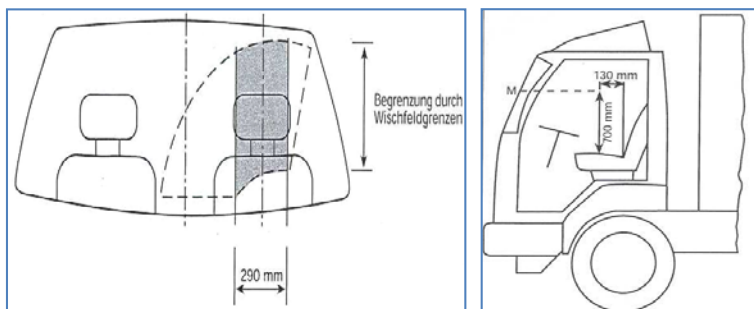
Klaasi mikrokriimustuste vähendamiseks tuleb esiklaasi ja klaasipühkija harjasid käsitsi tihedalt pesta, kulunud klaasipühkija harjad aegsasti välja vahetada ning klaasipühkijaga klaase puhastades kasutada ohtrasti klaasipesuvedelikku.



Pilt 37: Klaasi puhastamine klaasipesuvahendiga. **Pilt 38:** Klaasipühkija harjade puhastamine mikrokiudlapiga.

Esiklaasile tekkinud kivitäkkeid on võimalik parandada. Selleks kasutatakse spetsiaalset UV-vaiku (s.o. ultravioletse kiirguse toimel kivistuv vaik). Esiklaasil asuvaid kivitäkke kahjustusi saab parandada, kui:

- kahjustus jääb väljapoole nn. kriitilist nägemispiirkonda (vt. juurdelisatud pilti)
- kui kivilöök ei ole kahjustanud klaasi sees asuvat lamineeritud plastikkilet,
- kui täkke kraater ei ole laiem kui 5 mm,
- kui täkkest alguse saav murdepragu ei ole pikem kui 50mm ja see ei lõpe klaasi serval,
- kui täkke ei ole liiga vana ja parandamisel saavutatakse selge, moonutustevaba läbinähtavus.

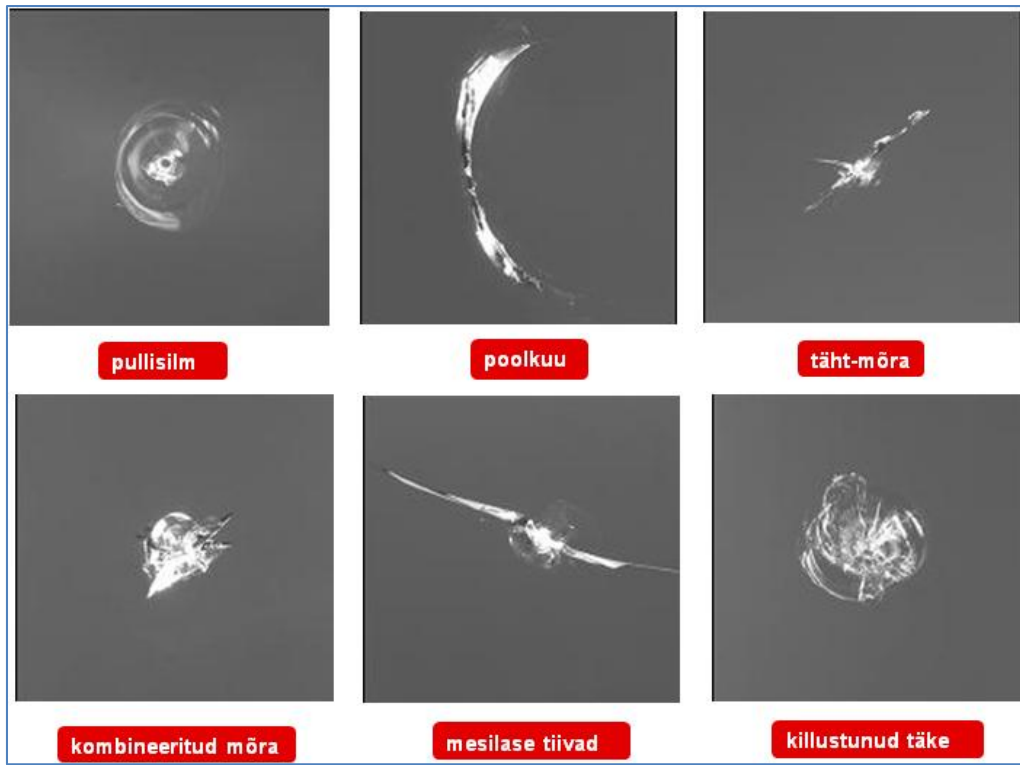


Pilt 39: Klaasitäkkete parandamiseks mittersobiv ala.

Parim tulemus täkke parandamisel saadakse siis, kui täkke parandatakse võimalikult ruttu alates tema tekkimisest. Kui koheselt pole võimalik täket parandada, siis võiks kahjustatud pinnale ajutiselt

kleepida läbipaistva teibi, mis hoiab ära pragude levimise ja mustuse sattumise sügavamatesse kihtidesse.

Esiklaasi välispinnal on võimalik parandada järgmisi tükkeid (vt. järgmisi pilte).



Pilt 40: Klaasitäkete liigitus.

Klaasitäkete parandamisega taastatakse täielikult klaasi struktuurne tugevus. Kivitäkke parandus vähendab oluliselt võimalust, et tükkest alguse saav pragu mööda klaasi edasi levib.

Klaasi tükete parandamiseks kasutatakse spetsiaalset komplekti, mis sisaldab järgmist:

- iminapaga statiiv
- täitev UV-vaik
- viimistlus UV-vaik
- dosaator
- klaasifrees
- iminapaga kontroll peegel
- UV lamp
- puhastuslapp
- iminapa želee
- viimistlus poleeraine
- kaabits, kaabitsa terad
- foolium



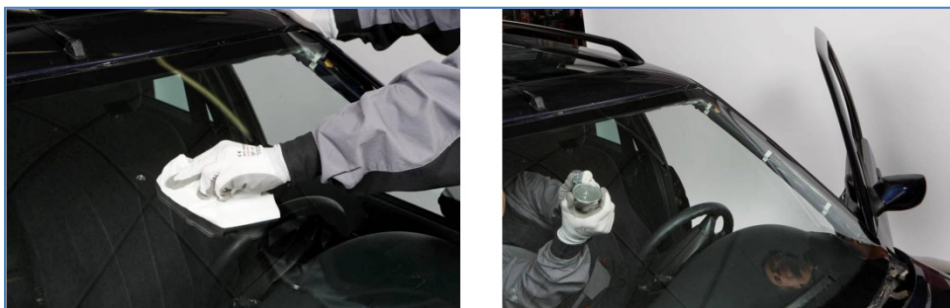
Pilt 41: Klaasitäkete parandamise komplekt.

Kivitäkete parandamise tööprotsess.

Eelpuhastamisel kasutada lahusti baasil eelpuhastusvahendit ja lappi, millega eemaldatakse mustus kahjustatud piirkonnast.

Keerutades klaasifreesi edasi-tagasi, eemaldatakse tükkes olevad lahtised klaasikillud ja suurem mustus. Hoiduda vigastamast lamineeritud kilet kahe klaaspinna vahel. Auk klaasis ei pea olema puuritud eelnimetatud kileni.

Et täke oleks paremini jälgitav, kinnitatakse klaasi sisepinnale, tükke kohale iminapaga peegel. Iminapa paremaks toimimiseks võib töödelda selle pinda iminapa želeega.



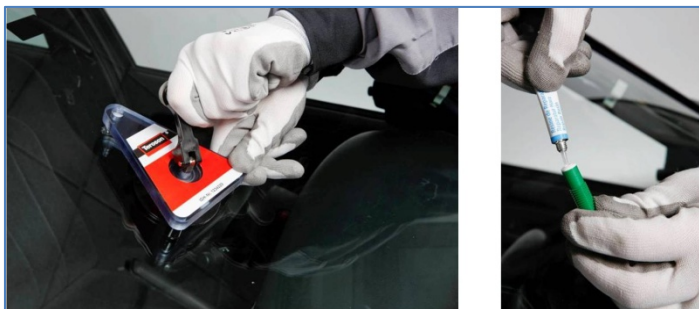
Pilt 42: Klaasitükke puhastamine

Pilt 43: Peegli kinnitamine kivitükke alla.

Klaasi välispinnale, asetatakse iminapaga statiiv, nii et keermestatud ava oleks täpselt tükke kohal. Jällegi võib iminapa paremaks toimimiseks teda määrada iminapa želeega.

Järgnevalt täidetakse injektor täitva UV vaiguga. Selleks keeratakse dosaatoris olev keermestatud surukolb 4...5mm silindrist sissepoole ja täidetakse silinder vedela UV vaiguga. Veendu, et silindris olev vaak ei sisaldaks õhumulle.

UV-vaigu tuub tuleb kasutamist koheselt sulgeda ja hoida teda päikesekiirte eest varjatud kohas.



Pilt 44: Iminapaga statiivi paigaldamine.

Pilt 45: Injektori täitmine UV-vaiguga.

Keerates dosaatorit läbi statiivi keermestatud ava viiakse dosaatori tihendiga otsik vastu klaasi pinda. Keeratakse niikaua kuni dosaatori elastne otsiku tihend liubub tihedalt vastu klaasi. Peeglist saab jälgida, et dosaatori otsik asetseks parandatava tükke kohal.

Dosaatori keermestatud kolbi päripäeva keerates surutakse silindris olev UV-vaik survega tükkesse ja seda ümbritsevatesse mikropragudesse. Tekkivast survest annab märku dosaatori tihendi veidike laienev ava (ca. 1mm). Peeglist saab jälgida, kuidas UV-vaik tungib pragudesse ja täidab tükke.

Keerates dosaatori kolbi vastupidises suunas, tekitatakse kolbi hõrendus, mis hakkab imema õhumulle, nii tükkest kui pragudest, välja. Kolbi ei tohi keerata täielikult välja, sest hõrendus ei tohi katkeda.

Nii surve- kui imemisfaasi tuleb korrata tsükliliselt. Esimese tsükli kestus nii surve- kui imemisfaasis on 10 sekundit. Surve- ja imemistsükli ooteaega pikendatakse iga korraga 50%, st. et tsüklid kujunevad intervalliga 10s, 15s, 20s, 30s, 45s, 1min, 1,5min, 2 min, 3 min jne.

Tükke täitmise protsess on valmis siis, kui parandatav koht on täiesti selgelt läbinähtav - mullid puuduvad. Kontrollima peab imemisfaasi ajal.

Enne statiivi ja täitevaigu eemaldamist, lõika valmis 4...5 cm pikkune fooliumiriba. Dosaatori kolb keerata 5 mm silindri sisse ja siis eemaldada koos statiiviga klaasi pinnalt.

Asetada parandatavale kohale valmislõigatud fooliumiriba, survet mitte kasutada.

Kergitades fooliumiriba ülemist otsa kuni tükke kraater on avatud, lisatakse tükkesse mõni tilk viimistlusvaiku. Viimistlusvaik erineb täitvast vaigust viskoossuse poolest. Kui täitev vaik on väga vedel, siis viimistlusvaik on geeljas.

Kui tükke kraater on täidetud, asetatakse fooliumi ülemine serv tagasi klaasi pinnale. Fooliumi alla jäävate õhumullide eemaldamiseks suruda kergelt pöidlaga ja libistada üle fooliumi.



Pilt 46-48: Fooliumi ja viimistlusvaigu paigaldamine klaasitükke kraatrile.

Vaigu kuivatamiseks kinnitatakse parandatavale kohale iminappadega varustatud UV lamp. Sisselülitatud lamp kuivatab vaigu 10 minuti jooksul ultraviolettkiirguse toimel, misjärel võib lambi klaasilt eemaldada.

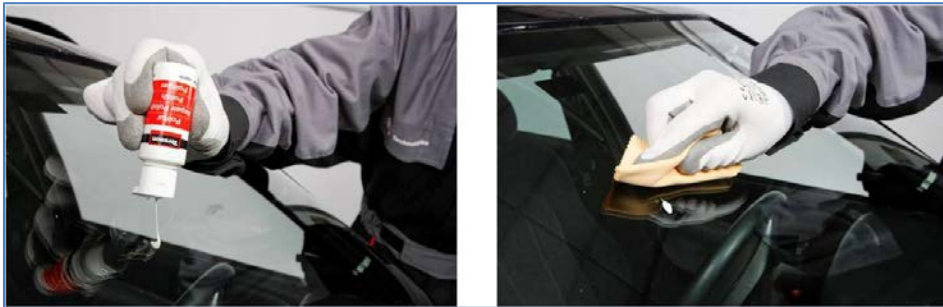
Eemalda foolium ja hoides kaabitsat risti klaasiga, liigutades risti-rästi, eemaldatakse üleliigne tahkestunud vaik, mis on klaasi pinnast kõrgemal. Vaigu pind, mis on puutunud kokku kaabitsa teraga, muutub tuhniks. Lääkiv pind annab tunnistust, et see osa jääb allapoole klaasi pinda. Kasutades fooliumit ja viimistlusvaiku, korrata protsessi kuni saavutatakse klaasi pinnaga sama kõrgus.



Pilt 49: UV- lambiga vaigu kuivatamine.

Pilt 50: Kuivanud vaigu pinnaga tasalõikamine kaabitsa abil.

Parandatud täkketkoha viimistluseks doseerida tuhmile pinnale mõned tilgad poleerainet ja kasutades poleerlappi ja kergel survet, poleerida tuhm pind läikima.



Pilt 51: Poleeraine doseerimine.

Pilt 52: Remonditud koha poleerimine.

Aseta puhastatud töövahendid tagasi paranduskohvrisesse.

Lõpetuseks puhasta klaas klaasipuhastusvahendiga täies ulatuses.

MOODUL 7 - Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks:

- Millistest klaasi liikudest valmistatakse sõiduauto esiklaase?
- Mis on krundi ja aktivaatori ülesanne klaasi liimimisel?
- Millist klaasiliimi tohib kasutada lisaseadmetega (soojendus, antennid jms) klaaside liimimiseks?
- Millises esiklaasi piirkonnas ja kui suurt täket on lubatud parandada?

MOODUL 7 - Praktilised ülesanded

- Kanna pinnale umbes 20 cm pikkused ribad erinevaid klaasiliime, lase neil kuivada ja tee liimiribasse sisselõige 15 min. 1 tunni ja 24 tunni möödudes ning vaatle kuivanud liiminaha paksust ja liimiriba läbikuivamist. Põhjenda erinevusi.

MOODUL 7 - Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Henkel Balti OÜ, pildid – 1, 2, 3, 4, 11-19, 21-37, 39, 40, 42-52

Taavi Luts, pildid – 5, 6, 20, 41

Margus Raud pilt – 38

Wieländer&Schill (Saksamaa), pildid – 7, 8

www.equalizer.com , pildid – 8, 10

MOODUL 7 - Kasutatud kirjandus ja materjalid

Henkel Balti OÜ õppematerjalid

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 8: PLASTDETAILIDE TÖÖTLEMINE

8.1. 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 automaarily.

Näiteks 6-seeria BMW-l on lisaks pörkeraudadele erinevatest plastidest valmistatud ka olulised keredetailid - esitiivad ja tagaluuk.



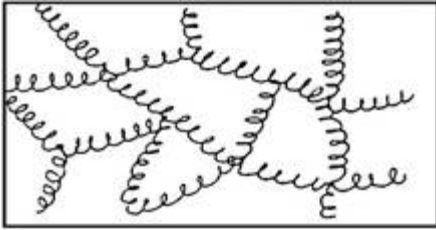
Pilt 1 – 6-seeria BMW esitiivad ja tagaluuk on valmistatud plastist

Plastideks (orgaaniliseks polümeeriks) nimetatakse materjale, mida valmistatakse sünteetiliselt või poolsünteetiliselt 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 molekulaiahelaid kui ka ristsidemetega hargnenud ahelaid.

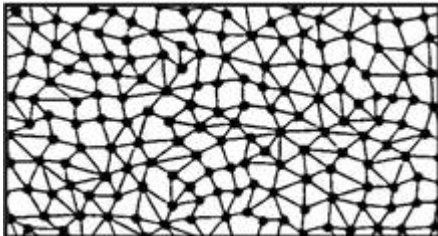
Plastide tehnilisi omadusi (kõvadus, elastsus, purunemiskindlus, temperatuuritaluvus, termiline stabiilsus, keemiline vastupidavus) on võimalik laiades piirides varieerida vastavalt valitud toorainetele ja tootmisprotsessile ning kasutades erinevaid lisandeid. Plastide tooraine pärineb üldjuhul toornafta krakkimissaadustest ja maagaasist.

Plastid jagunevad, lähtuvalt oma molekulaarstruktuurist ja molekulide vaheliste ristsidemete hulgast, kolme põhirühma:

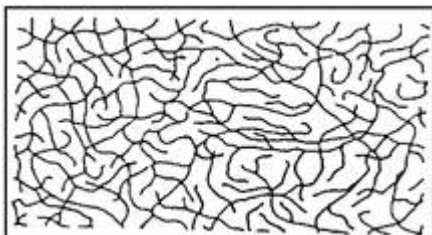
1. **Elastomeerid** (*i. elastomers*) - on plastid, mida iseloomustab väheste ristsidemetega ehk suure võrgusilmaga pikad molekulaarahelad. Seda tüüpi ristsidemetega materjalid on stabiilsete mõõtudega, kuid elastsed. Rakendades neile koormust nad painduvad või deformeeruvad, kuid jõu lakkades võtavad 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 peamiselt 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 ülekuumutamise rikutud. Termoplastidest valmistatakse kaitseraudu, auto sisustust, iluliiste jne.



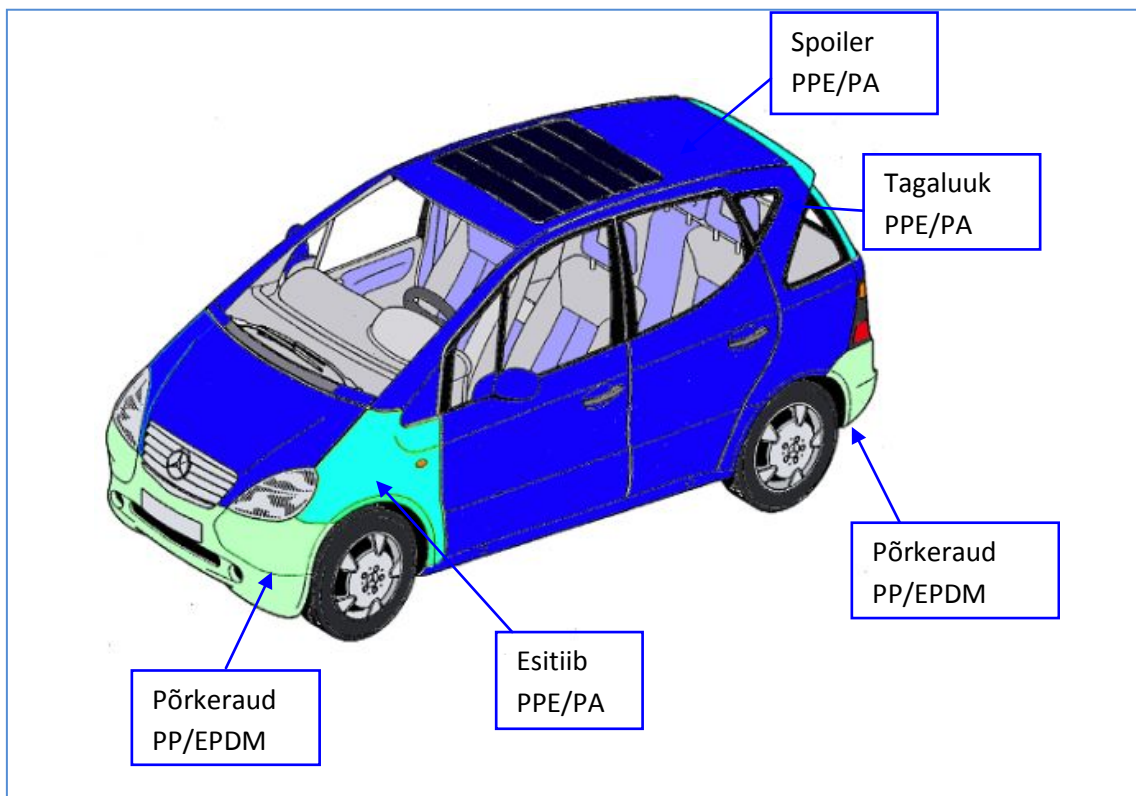
Peamised autoehituses kasutatavad plastid ja nende tähistused on alljärgnevad (DIN 7728 kohaselt):

ABS	- akrüülnitriid butadien 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 polüuretaanvaht
PPO	- polüfenüleen oksiid
PBT	- polübutüleen tereftalaat

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:



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 sõiduaudodel 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% kaltsiumkarbonaati, 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 klaaskiud erinevate vaikude ja kõvendiga ning lastakse tarduda.

Klaaskiudplastist valmistatakse samuti tuulesuunajaid ja kerepaneele.

8.2. 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:



Pilt 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 polüesterpahtlile 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 toimele pehmeks ja sulab üles, mida on võimalik lihtsalt küüne abil kontrollida.

Tänapäeval kasutatakse plastide valmistamisel palju ka taaskasutatavat tooret, mida segatakse värsket 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 löigata noaga plasti küljest õhuke laast ning proovida seda veeklaasis uputada. Termoplastid jäävad pinnale ujuma, kuid ABS ja sellega sarnased plastid vajuvad veeklaasi põhja.

8.3 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.

8.3.1. 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 kergelt painutamist. Kuna PUR liimid ei naku 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), ilulüüside täiendavaks kinnitamiseks.



Pilt 3



Pilt 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.



Pilt 5



Pilt 6



Pilt 7



Pilt 8

8.3.2. Plastide keevitamine

Plastide keevitamist saab kasutada termoplastidel, mida on võimalik sulatada. Selleks kuumutatakse plast sulamispini ja ühendatakse enne kui ta jõuab jahtuda. Kevitamisel 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 aarud 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 plastidetaili tagumisele pinnale, mõra armeerimiseks, roostevabast terasest võrk ning seejärel täidetakse esikülje mõra universaalse plastipulga abil. Selline plastipulg sisaldab lisaks plastile ka armeerivaid osakesi, nt. klaaskiudu. Silumistalla abil tasandatakse liimitud vuuk väljastpoolt ühetasaseks. Peale jahtumist on keevisõmblus valmis järeltöötamiseks.

Näide: Steinel plastikeevitamise komplekt:



Pildid 9,10 - Plasti keevitamise komplekt ja õpetus DVD (Steinel)

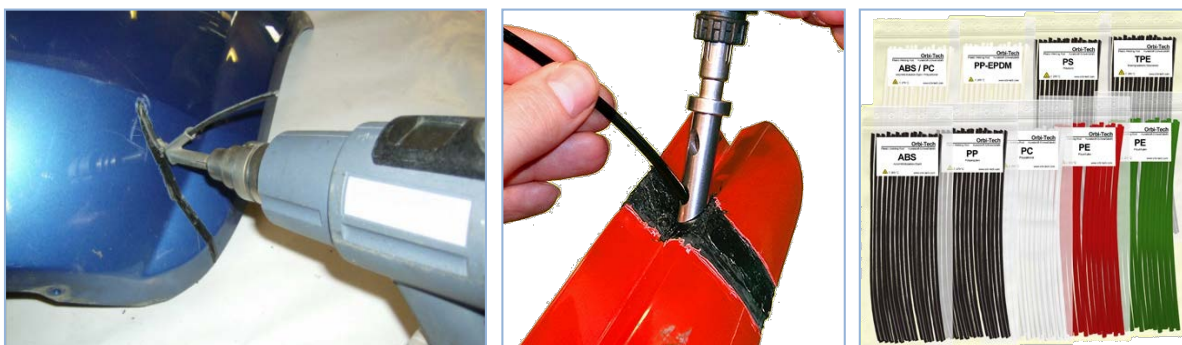
Variant 2: Keevitamine samast plastist pulkade abil.

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



Pildid 11, 12, 13 – Plasti keevitamine erinevate meetoditega

8.4. 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 plastidetaili remontida, valides ja kasutades selleks sobivat tehnoloogiat.

Plastdetailide remont hõlmab endas plasti kuju taastamist, mõrade likvideerimist ja purunenud osade taastamist. Vigastatud plastidetaili 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 plastidetail, 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 plastidetailid kaitseraudade remonditakse. Remondi valimine uue detaili asemel on ka tunduvalt keskkonnasäästlikum, sest nii vähendame plastijäätet 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 plastidetailide kütusepaakide parandamine!

Enne tule kinnituskõrvade liimimist kontrolli, kas sõiduki remondijuhis lubab antud operatsiooni või mitte. Liimitud tulekõrv võib osutada jäigemaks, kui originaal ning mittemurdunud kõrva tõttu võib esituli jalakäijaga kokkupõrkel vigastada inimest.

8.4.1. 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. mälu efekt.

PP/EPDM plastidetailide kaitseraudade suuremate avariiliste mõrkude taastamiseks kasutatakse tööstuslikku kuumaõhufööni. Selleks kuumutatakse kuju muutunud kaitserauda seestpoolt ettevaatlikult kuumaõhufööni, 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.

8.4.2. Plastide remont plastiparandusliimiga

Plastiparandusliimiga (edaspidi **plastiliim**) saab edukalt parandada kaitseraudades olevaid auke ($d \leq 7\text{cm}$) ja rebendeid ($L \leq 10\text{cm}$). Plastiliimiga saab kinnitada kaitseraudade kinnituskõrvasid ja parandada plastidetailide 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

Töötapid 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.



Pilt 14



Pilt 15

2. Pindade eeltöötlus

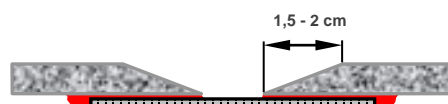
- Tekitage rebendi servale V-kujuline faas laiusega 1,5...2 cm, Kasutades lintlihvijat või otsfreesi.
- Soovitav on puurida rebendi lõppu auk (d= 4-6mm), et rebend töö käigus ei suureneks. Ka tehtud augu servad tuleb sellisel juhul faasida.



Pilt 16



Pilt 17



- Karestage pinnad liimi parima nakkuvuse saavutamiseks. Optimaalse tulemuse annab lihvimine P120 lihvpaberiga. Karestage pind nii väljast kui ka seest.
- Eemaldage lihvimistolm.



Pilt 18



Pilt 19

3. Puhastamine

- Puhastage liimitav ala mõlemalt poolt sobiva puhastusainega – näit. Teroson Cleaner FL-ga.
- Laske lahustiaurudel aurustuda vähemalt 5 min.



Pilt 20

4. Kruntimine

- Pihustage õhuke kiht plastikkrunti Terokal-150 pinna mõlemale poolele.
- Laske plastikrundil kuivada ca. 10 min.



Pilt 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



Pilt 22



Pilt 23

- Suuremate aukude korral laske tagumisele pinnale kantud liimikihil kuivatada ja alles siis asuge välispinna liimimise juurde. Kiiremaks kuivatamiseks saab kasutada soojuskiirguri temperatuuril 60...70°C kuni 15 min .



Pilt 24

6. Esikülje liimimine

- 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.



Pilt 25

7. Kuivatamine

- Kiireim läbikuivamine toimub soojuskiirguri abil temperatuuril 60...70°C 15 minuti jooksul.
- Enne järgmisi tööetappe laske kuumutatud pindadel jahtuda toatemperatuurini.



Pilt 26

8. Viimistlemine

- Tasandage üleliigne liimikiht lihvpaberiga, alustades karedusest P150 ja lõpetades peenema karedusega P360.



Pilt 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.



Pilt 28



Pilt 29

8.4.3. Abivahendid plastis olevate mõrade fikseerimiseks enne liimimist

Plastide liimimisel on üks keerukam etapp mõranenud kohtade omavaheline fikseerimine, et liimimise käigus ei sopesuks üks plasti servadest teisest sisse- või väljapoole.

Lühemate mõrade korral piisab plasti serval mõra alguskoha haaramisest fiksaatorangide vahele, kuid pikemate ja keerulisema kujuga mõrade korral võib fiksaatorangide 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 soovitatav teda plasti sees veidi nihutada, et tekkiv vall takistaks tema väljatulemist. Seejärel lastakse kolvi päästik lahti ja hoitakse kolbi koos klambri mõned sekundid paigal, et plast jõuaks piisavalt tahkuda ja klamber jääks plasti sisse kinni. Seejärel tõmmatakse kolb klambri küljest lahti ja löigatakse klambri väljaulatuvad otsad löiketangidega maha.

OLULINE! Selle operatsiooni juures on oluline kanda kaitseprille ja kindaid, sest ärälõigatavad otsad paiskuvad pinnalt eemale ja võivad vigastada nahka ja silmi.

Klambreid sulatatakse ainult plasti sisepinnale, sest klambrite ärälõigatud otsad jäävad reeglina plastipinnast kõrgemad ning välispinnal segaksid need pinna viimistlemist.



Pilt 30 – Plasti pindade fikseerimine klambrikolviga



Pilt 31 - Plastide remontimiseks mõeldud seade(Uniplast)

8.4.4. 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.

MOODUL 8 - 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 löömutamist?
- Kas plastide remondil tuleks keevitamist eelistada liimimisele?
- Millised on riskid plastide keevitamisel?

MOODUL 8 - 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-tikkaaagi. 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.

MOODUL 8 - Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Standex GmbH. (Axalta Coatings), Wuppertal, Saksa, pildid - 1, 32, 33, 34, 35, 36, 37

Margus Raud pildid – 2, 9, 10, 30

Henkel Balti, pildid – 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 pildid – 31

www.vbsa.fr/en-item-141-welding-plastic-repair, pilt - 11

www.orbi-tech.de/seiten_englisch/plastic_repair_set_G-80.htm pilt – 12

www.orbi-tech.de/seiten_englisch/plastic_repair_set_G-80.htm pilt - 13

MOODUL 8 - Kasutatud kirjandus ja materjalid

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

Glaurit (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.

ÕPPEMOODUL 9: MOOTORSÕIDUKITE KORROSIONIVASTANE KAITSE

Oma igapäevases töös puutub plekksepp kokku nii korrosiooni kui ka korrosioonikaitsega. Ühelt poolt tuleb lisaks avariiremondile remontida ka autosid, millel on korrosioonikahjustused ja teiselt poolt tuleb peale avariiremonti taastada autokere üldine korrosioonikaitse – seda nii väljavahetatud uutel paneelidel, keevisõmbluste tagakülgedel kui ka spotteriga töödeldud ning seeläbi kahjustada saanud korrosioonikaitsega paneelide sisekülgedel. Seepärast teeme käesolevas peatükis juttu tehastes kasutatavatest korrosioonikaitse meetoditest, korrosiooni eemaldamisest ja töötlemisest, korrosioonikaitse taastamisest remondi käigus ning selleks kasutatavatest materjalidest ja töövõtetest.

9.1 Korrosioonikaitse alustõed.

Õpiväljund: Õpilane tunneb korrosiooni tekkepõhjust ja selle mõju autokerele.

Autode kered on põhiosas valmistatud terasplekist, mille suurimaks vaenlaseks on korrosioon. Korrosiooniks või korrodeerumiseks nimetatakse metallide hävimist või tema omaduste halvenemist ümbritseva keskkonna keemiliste reaktsioonide toimel. Selle tuntuimaks vormiks autokere juures on rooste, ehk hapniku toimel oksüdeerunud raud, milleks on keemilises mõttes raud(III)oksiid Fe_2O_3 .

Kui autode ajaloo alguses kaitsti autokere terasosi korrodeerumise eest tõrva abil, siis tänapäevaste autode puhul kasutatakse peamiselt terase galvaanilist katmist tsingiga ja värvimist. Lisaks erinevad korrosioonikaitsevahendid kivikaitsemastiksiste, põhjamastiksiste, hermeetikute ja õõnsuskaitsevahade näol.

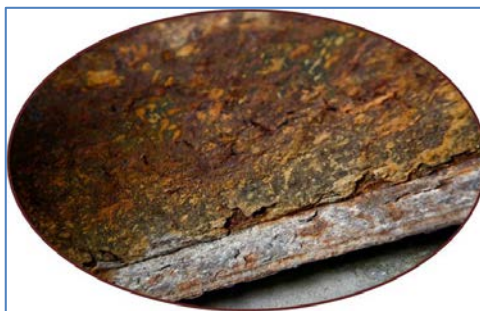
Galvaanilisel katmisel ehk **galvaniseerimisel** kaetakse teraspleki pind tsingikihiga. Tsink on aktiivsem metall kui teras ja katva kihina terase peal hakkab ta esimesena oksüdeeruma. Lisaks kaitseb terast oksüdatsiooni eest ka tsingi oksüdeerumisel tekkiv ja tugevalt terase pinnale kinnituv tsinkoksiid. Kuid ühel hetkel saab terast kattev tsingikiht otsa ning seejärel hakkab oksüdeeruma ka teras ise. Terase oksüdeerumisel tekkiv raud(III)oksiid ehk rooste on ebastabiilne ja hakkab eralduma terase pinnalt järjestikuste kihtide kaupa, hävitades lõpuks teraspleki täielikult.

Ilma galvaanilise katteta teras korrodeerub välitingimustes kiiresti ja selle pinnale moodustub 40-50 μm paksune roostekiht.

Korrosiooni põhiliseks põhjuseks autokerel on elektrokeemiline korrosioon, mis on keemiline reaktsioon elektroodi (nt. terasest autokere) ja elektrolüüdi vahel. Elektrolüüdiks võib olla haljale metallpinnale kondenseeruv õhuniiskus, sadevesi, autoteede soolamisvesi. Seepärast sõltub korrodeerumise kiirus suhtelisest õhuniiskusest, õhu temperatuurist ning ka õhus leiduvate aktiivsete gaaside sisaldusest, mis esinevad sõidukite heitgaasides: vääveldioksiid, süsihappegaas jm. Seepärast on ka linnades, kus õhusaaste suurem ja teed korrapäraselt soolatatud, auto metallpindade korrodeerumine intensiivsem.



Pilt 1: Elektrokeemilise korrosiooni teke.



Pilt 2: Nähtava korrosiooni poorne pind .

Kui roostekiht on juba silmaga nähtav, siis on tema pind poorne, mis omakorda põhjustab veelgi suuremat niiskuse kapillaarset kondenseerumist tema sisse ja kiireneb metalli korrosioon veelgi.

Ka korrodeeruvad tunduvalt kiiremini metallpinnad, mis on kaetud mustusega (pori, tolm). Mustuse kiht imab paremini õhuniiskust ja see hoiab pinna pikemalt niiskena.

Autokere korrosiooni põhjustajatest tuleb esile tuua üht elektrokeemilise korrosiooni alaliiki – pilukorrosiooni. Pilukorrosioon tekib kahe metallpinna vahelises pilus, nt. kahe kerepaneeli vahel, mis on omavahel ühendatud punktkeevitusega. Kui pilud on hermetiseerimata või kaitsevahaga katmata, siis koguneb neisse niiskus, mis loob korrosiooni tekkeks soodsad tingimused.



Pilt 3: Pilukorrosioon kahe paneeli ühenduskohal.

Rooste võib auto terasdetaile rünnata kolmel viisil:

1. Väljastpoolt sissepoole.

Auto ekspluatatsiooni käigus saavad kerepaneelid vigastusi kriimustuste ja teepinnalt lenduvate kivide läbi. Kui auto kere välispaneeli kattev värvkate saab kahjustatud kuni halja metallpinnani, siis kattub vigastus üsna pea roostekihiga. Rooste hakkab seejärel edasi levima sissepoole. Tegemist on kahjustusega, mida on kerge visuaalselt märgata ja vajadusel kiirelt reageerida, st. rooste levimise tõkestamiseks midagi ette võtta.



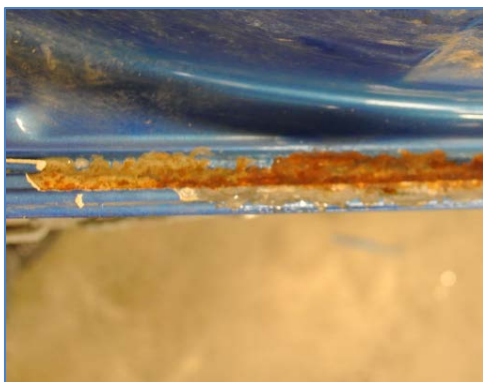
Pilt 4: Kivilöögist tekkinud roostekahjustus.

2. Seestpoolt väljapoole

Uste sisemuses ja karpides ehk kereõõnsustes tekib alati välise temperatuuri kõikumise ja õhuniiskuse muutumise tõttu vee kondenseerumine. Kui õõnsuste õhutamine on puudulik ja õõnsustes on katmata pilud, mille sisse niiskus saab tungida, siis on tagajärjeks varjatud rooste sisepindadel. Rooste hakkab levima sellisel juhul seestpoolt väljapoole. Tegemist on roostekahjustusega, mida ei ole kerge tuvastada ja kahjustuse ilmsikstulekul autokere välispinnal tähendab enamasti kerepleki täielikku hävingut, ehk läbivat roostet selles kohas.



Pilt 5: Seestpoolt väljapoole toimiv korrosioon.



Pilt 6: Ukse servalt hermeetiku eemaldamisel on nähtavale tulnud tugevalt korrodeerunud pind, mis on alguse saanud seestpoolt.

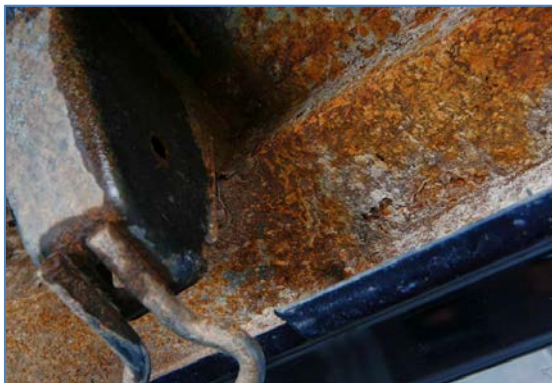


Pilt 7: Sama uks seestpoolt, puudub kaitsev õõnsuste kaitsevaha.

3. Põhja alt ülespoole

Sõites lahtise killustikuga või kruusateel, lenduvad lahtised kivid suure kiirusega vastu auto põhja, tekitades niimoodi kahjustusi nii auto põhjale kui ka rattakoopaid kaitsevatele kihtidele. Ka metsateel sõites on oht vigastada kändude või juurikatega madalal asuvat autopõhja ja selle kaitsekihte.

Põhjaplekki katva kaitsekihi vigastuse puhul pääseb niiskus ja soolvesi serva vahele ning edasi hakkab arenema põhjaplekki hävitav rooste. Põhjaaluse roostekahjustuse avastamine on lihtne, kui on võimalik vaadelda autot estakaadil või kanalil.



Pilt 8: Roostega kaetud autopõhi.

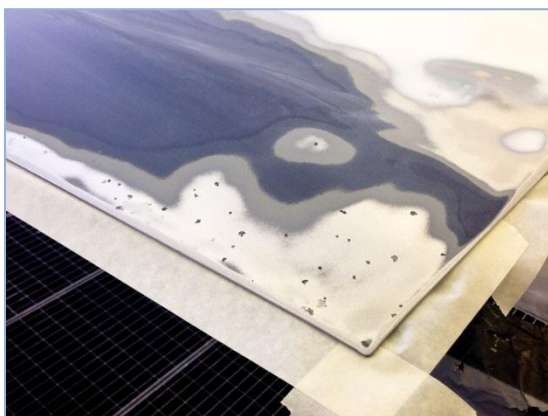
9.2 Korrosioonikahjustuste töötlemine.

Korrosioonikahjustuste mehhaaniline ja keemiline töötlemine.

Õpiväljund: Õpilane tunneb erinevaid korrosiooni eemaldamise ja muutmise viise.

Korrosiooni saadusi ehk roostet on võimalik eemaldada nii mehhaaniliselt kui keemiliselt. Tuntakse peamiselt nelja erinevat meetodit rooste eemaldamiseks:

Mehhaaniline korrosiooni eemaldamine – selleks on mitmeid erinevaid vahendeid, nagu liivapritsi, traathari, karg- või traatketta kasutamine ning lihvimine. Mehhaaniline puhastamine eemaldab alati mingi osa ka korrosioonist puutumata metallist ja vale puhastusmeetodi rakendamine võib õhukest plekipinda tõsiselt kahjustada. Kerge pinnarooste saab efektiivselt eemaldada ekstsentrihviijaga lihvides, sügavamat roostet sellise meetodiga eemaldada ei saa, kuna see vigastaks liiga sügavalt kõrval olevat kahjustamata metalli ning võtaks liiga kaua aega.



Pilt 9 – Pinnarooste saab lihvides eemaldada.



Pilt 10 – 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 autoremonditöökogas vähese rooste täielikuks eemaldamiseks.



Pildid 11, 12, 13 – Punktliivapritsi 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! Soodapriitsiga töödeldud pinnad tuleb puhastada spetsiaalse puhastusainega ja lihvida masinaga või käsitsi, et tagada krundi ja värvi nakkuvus.



Pilt 14 – Auto kere puhastamine soodapriitsimise abil.



Pilt 15 – Soodapriitsiga puhastatud, haljas teraskere.

Sooda ei eemalda sügavamat roostet ja need roostekohad tuleb järeltöödelda priitsides kas klaasipuru, peene liiva või alumiiniumoksiidiga. Alternatiivina võib paikset roostet eemaldada keemilise rooste-eemaldiga või kasutada roostemuundurit.

Keemiliselt saab roostet 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 riidele. Samuti peab ruumis, kus töötatakse, olema hea ventilatsioon, et happeaurusid mitte sisse hingata.



Pildid 16 ja 17 – 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.



Pilt 18 – Auto kere uputatakse seebikivi lahusesse.



Pilt 19 – 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 kereremonditöökojas ei ole mõistlik, samuti ei soovita selliste toodete kasutamist värvisüsteemide valmistajad.



Pilt 20 – POR 15®, roostet kapseldav värv



Pilt 21 – 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.



Pildid 22, 23, 24 – FERTAN® võimaldab rooste osaliselt eemaldada ja allesjäänud rooste muundada inertseks aineks

Tuntuim roostemuundur, mida kasutavad ka professionaalsed restaureerimis- ja värvitöökojad, on Saksas valmistatud **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-eemaldajad, mis väidetavalt toimivad väga hästi. Nende rooste-eemaldajate toime põhineb kelaatumisel.

Kelaatumine on keemiline protsess, mille tagajärjel tekivad kompleksühendid, **kelaadid**. Kelaatumine toimub metalliooni ja **orgaanilise ühendi** vahel.

EVAPORUST™, 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!



Pilt 25 – EVAPO-RUST™



Pilt 26 – 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.

9.3 Korrosioonikaitse meetodid

Õpiväljund: Õpilane tunneb erinevaid korrosioonikaitse meetodeid ja –materjale ning oskab neid praktikas kasutada.

9.3.1 Korrosioonitõrje meetodid tootmisel ja remondil

Autotööstused kasutavad tootmisprotsessi käigus korrosioonikaitse tagamiseks alljärgnevat meetodeid:

- Kruntimine
- Galvaniseerimine
- Fosfaatimine
- Kaitsmine värvkatetega

Eelpoolnimetatud meetoditega saavutatakse metalli isoleerimine väliskeskkonna mehaaniliste mõjutuste eest ja selle käigus mõjutatakse kaitstavat pinda ka keemiliselt või elektrokeemiliselt, mis neutraliseerib korrosiooni soodustavaid happeid ja on passiveeriva toimega.

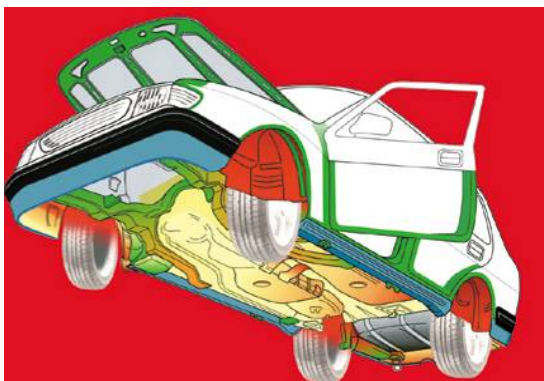
Kuna eelpoolnimetatud metalli kaitsekihid on suhteliselt õhukesed ja seetõttu ei suuda pakkuda väga suurt kaitset mehhaaniliste vigastuste eest, siis kasutatakse veel täiendavaid kaitsekihte nende kihtide kaitseks. Neid täiendavaid kaitsekihte nimetatakse korrosioonikaitsevahenditeks.

Korrosioonikaitsevahendid saab jaotada vastava kasutuspiirkonna järgi järgmiselt:

- **Põhjakaitselahendid** – need on korrosioonikaitsetooted, millega kaitstakse auto põhi ja rattakoopad. Need on pinnad, mis tavaolukorras nähtavale ei jää. Põhjakaitselahendite kasutuspiirkonnad on pildil 27 märgistatud kollase ja punasega. Korrosiooni rünnak toimub selles piirkonnas tavaliselt põhjaalusest ülespoole. Lisaks pinna kaitsmisele omavad need tooted olulist tähtsust ka müra vähendamise seisukohast.
- **Kivikaitselahendid** – on kaitsevahendid, millega kaitstakse nähtavale jäävaid välispindasid kivilöövide ja muude mehhaaniliste vigastuste vastu. Pildil 27 on kivikaitselahenditega kaitstavad piirkonnad märgistatud sinisega. Lisaks lävekarpidele võivad olla kivilöövikindla

kaitsekihiga kaetud ka ukse ja tiibade alumised servad. Korrosioon levib nendes piirkondades väljastpoolt sissepoole. Kuna tegemist on hästi nähtavale jäävate pindadega, on tähtis ka pinna väljanägemine ja kivikaitse tekstuur.

- Õõnsuste kaitsevahendid – vahendid, millega kaetakse mittenähtavaid, autokere sissepoole jäävaid pindu. Näiteks uste seesmised servad, kapoti ääred, lävekarbid ja muud tavaliselt kinnised pinnad ehk õõnsused. Rooste levib sellistes kohtades seestpoolt väljapoole. Nagu eelpool mainitud, on sellise roostekahjustuse ennetamine või kahjustuse tuvastamisele järgnev kiire reageerimine, olulise tähtsusega. Pildil 27 on märgistatud õõnsuste kaitsevahenditega kaitstavad pinnad rohelisega.



Pilt 27: Erinevate korrosioonikaitsevahendite kasutamise piirkonnad.

Alljärgnevas tabelis on toodud roostekaitsevahendite baasained, mida kasutatakse erinevate piirkondade kaitseks. Mõnede kaitsevahendite puhul on olemas erinevus autotootmise ja remondil kasutatavate ainete osas. Edaspidi käsitleme ainult remondil kasutatavaid roostekaitsevahendeid.

Põhjakaitselahendid	Õõnsustekaitsevahendid	Kivikaitsevahendid
TÖÖSTUS TOOTMINE		
PVC Vaha	Vaha	PVC
REMONDITÖÖKODA		
Bituumen Kautšuk/kummi Vaha	Vaha	Polümeeride (plastiku) baasil kivikaitse

9.3.2 Põhjakaitsevahendid

Nagu eelnevas tabelis kirjas oli, kasutatakse remondil põhiliselt kolmel erineval baasil põhjakaitsevahendit. Siin nende põhiliste omaduste võrdlused:

Bituumeni baasil põhjakaitsevahendid:

- + soodsaima hinnaga
- + müra vähendav
- lagundab tehasepoolset PVC kaitsekihti
- külraga võivad tekkida kaitsekihti praod, ei ole UV kindlusega
- ei toimi juba roostes pindade korrosiooniprotsessi peatavalt

Kautšuki/kummi baasil põhjakaitsevahendid

- + on suure mehhaaniliste vigastuste kindlusega ja väga hea elastsusega, ei pragune külmas
- + väga hea müra vähendava toimega
- + ei kahjusta tehasepoolset PVC katet ja saab kasutada tehasepoolse kaitsekihi täiendamiseks või parandamiseks
- + on üle värvitav
- ei ole UV kiirguse kindel
- ei sobi roostes pindade katmiseks



Pilt 28: Kautšuki baasil põhjakaitsevahendiga kaetud pind.

Vaha baasil põhjakaitsevahendid

- + ei kahjusta tehasepoolset PVC katet
- + sisaldab korrosiooniinhibiitoreid, väga hea korrodeerumisprotsessi peataja
- + hea sissetungimisvõime vahemikesse, piludesse
- + hea püsivus, vastupidavus niiskusele ja vihmaveele
- ei ole vastupidav mehhaaniliste vigastuste suhtes (samas, isegi väga õhuke vahakaitsekiht suudab pindasid kaitsta)
- ei ole üle värvitav ega kaetav ühegi teise erineval baasainel põhineva tootega

Millise aine baasil üks või teine korrosioonikaitsevahend valmistatud on, saab välja lugeda toote etiketilt või tehnilisest andmetest.



Pilt 29: Bituumeni, kautšuki ja vaha baasil põhjakaitsevahendid.

Kuidas teha valik erinevate põhjakaitsevahendite vahel?

Sobiva põhjakaitsevahendi valikul tuleks kõigepealt kindlaks teha:

1. Kas autopõhi on tehases kaetud PVC ja/või vahabaasil tootega või on põhi kaitstud ainult värvikihiga?

NB! Kui tehases on kasutatud PVC baasil (kasutatakse enamik Euroopas toodetud markidel), ei tohi selle peale kanda bituumeni baasil korrosioonikaitsevahendeid, sest bituumen hakkab lagundama PVC katet!

Kui autopõhi on kaetud vahakattega ja seda ei taheta eemaldada, võib selliselt kaetud pinda omakorda katta ainult vahabaasil põhjakaitsevahendiga. Et vaha on korrosioonikaitsevahenditest kõige pehmem, siis hakkavad sinna peale kantud teistsuguse baasainega vahendid mõne aja pärast maha kooruma.

Kui autopõhi on kaetud ainult värvikihiga, siis võib kasutada kõiki kolme erineval baasil korrosioonikaitsevahendit: bituumeni, kautšuki/kummi või vaha baasil toodet.



Pilt 30: PVC-ga kaetud autopõhi.

2. Kas autopõhi on tugevalt roostes ning seda ei suudeta täielikult eemaldada?

Kui roostet ei saa täielikult eemaldada, siis tuleb kasutada vaha baasil korrosioonikaitsevahendit. Ainult vaha baasil tooted sisaldavad roostekaitse inhibiitoreid (lisandid mis pidurdavad korrosiooniprotsessi). Vahal on ka väga head imbumisomadused, ta suudab tungida lahtisesse roostesse. Vaha on ka väga hea vee ja niiskuse isoleerimise omadustega. Seega, tänu nende omaduste kogumile, on vahabaasil korrosioonikaitsevahend parim juba vohava rooste peatamiseks.

3. Kas autopõhi või rattakoobas on remondi käigus välja vahetatud?

Uute asendatud pindade katmiseks võib kasutada kõiki kolme erineval baasil põhjakaitsevahendit.

NB! Haljast metallpinda ei tohi vahetult katta ühegi korrosioonikaitsevahendiga! Eelnevalt peavad haljad metallpinnad olema töödeldud kas vastava krundi või värviga.

Kui eelnevalt olid väljavahetatud pinnad kaetud PVC kaitsekihiga, siis saab parima originaalilähedase tulemuse kasutades kautšuki baasil kaitsevahendit.



Pilt 31: Remonditud rattakoopa katmine kautšuki baasil põhjakaitsevahendiga.

Töövahendid põhjakaitsevahendite pealekandmiseks

Üks levinumaid põhjakaitsevahendite pealekandmiseks kasutatavatest püstolitest on kujutatud järgmisel pildil. Antud püstol töötab suruõhuga, tööõhul 3-5 bar. 1-liitrises purgis korrosioonikaitsematerjaliga vahend keeratakse püstoli alla ja materjal imetakse ning pihustatakse kaetavale pinnale. Materjali doseerimist on võimalik reguleerida tööõhu abil ja otsiku sissepoole/väljapoole krumimisega. Peale töö lõpetamist tuleb püstol koheselt puhastada.



Pilt 32: Korrosioonikaitsepüstol.

Põhjakaitselahendite paigalduse tööetapid

1. Pindade puhastamine.

Et saavutada maksimaalselt suurim nake kaetava pinna ja põhjakaitselahendiga, peavad kaetavad pinnad olema puhastatud nii hästi kui võimalik. Eemaldatud mustus nagu tolm ja pori, määrded ja õlid ning ka eelnevalt kasutatud kaitsevaha.

Tõhusaim viis seda teha on kuumavee survepesuriga. Peale kuumaveepesu tuleb pinnad loputada veel külma veega ja seejärel suruõhu ja lapi abil pinnad kuivaks puhuda. Üleöö hoidmine kuivatab pinnad lõplikult.



Pilt 33: Auto põhja pesu.

2. Visuaalne kontroll

Enne korrosioonikaitsetöödega alustamist tuleb üle kontrollida kõige roostealtimad kohad. Pinnad, mille peale korrosioonikaitsevahendi sattumine on taunitud (nt. summutid ja väljalasketorustik, kummist liigendikatted, pidurisüsteemi osad), aga mida vältida on raske, peavad olema kaetud kattepaberi või kilega.

3. Lahtise rooste eemaldamine

Rooste eemaldamiseks kasuta traatharja ja pahtlilabidat.



Pilt 34: Traatharjaga lahtise rooste eemaldamine.

4. Töövahendite ja materjali ettevalmistamine

NB! Kasuta alati töökaitsevahendeid: kaitserõivaid, kaitseprille, hingamismaski ja kindaid.

Enne püstoli materjalipurgile peale keeramist veendu, et püstoli õhudüüsid ja avad poleks ummistunud. Sea püstoli töö rõhk (3-5 bar) sobivaks. Veendu, et kasutatav materjal poleks ületanud kasutustähtaega. Raputa purki vähemalt 1 min. intensiivselt, et kõik komponendid seguneksid.

Optimaalne töötemperatuur on 18...25 C ja töökoht peaks olema hästi ventileeritud.

5. Korrosioonikaitsevahendi pealekandmine

Kasuta pihustamiskaugust 30 cm. Optimaalse põhjakaitsekihi paksus on 1,5mm. Selle saavutamiseks tuleb kasutada ristisuunalist katmist. See tähendab, et igale eelnenud liikumissuunaga kihile kantakse peale järgmine kiht risti suunalise liikumisega. Samas – iga järgmise kihi katmisega alustamist tuleb oodata 15 min., et eelmisest kihist saaksid lahustid välja lenduda.



Pilt 35: Põhjakaitsevahendi pealekandmine.

6. Töö lõpetamine

Koheselt peale töö lõpetamist tuleb korrosioonikaitsepüstol puhastada. Selleks kasutada suruõhku ja lahustit.

Materjali kuivamisaeg sõltub korrosioonikaitsevahendist ja selle pealekandmise paksusest. Enne 2 tundi ooteaega ei tohiks autot kasutusele võtta.

9.3.3 Kivikaitsevahendid

Kivikaitsevahendeid kasutatakse nähtavale jäävate pindade (ukse ääred, läve karbid, tiiva ääred) katmiseks ja tavaliselt on nad kaetud pinnavärviga.

Kivikaitsevahendite põhiline ülesanne on puhverdada auto rataste alt lenduvate kivide löögijõudu, et metallist keredetaile kattev kaitsekiht ei saaks vigastatud. Kui tootmisel kasutatakse selleks PVC baasil tooteid, siis remondis kasutatakse enamasti plastikut sisaldavaid, e. plastiku baasil kivikaitsevahendeid. Neil on väga head löögikindluse omadused, neid saab katta pinnavärviga ja nendega on lihtsaim pealekandmisel saavutada originaalilähedast tekstuuri

Ka kautšuki baasil põhjakaitsevahendid on üle värvitavad ja omavad kivilööke summutavaid omadusi, kuid värvikihi all jääb sellel baasil toode siiski liialt pehmeks. Värv on jäigem kui kautšuki baasil põhjakaitsevahendiga kaetud pind, mis tähendab, et peale tugevama kivilöögi saamist, muutub värvi alune pind pudiseks ja värv tuleb sellelt lahti.

Erinevatel autotootjatel ja automarkidel on ka erinev tehases peale kantud originaaltekstuur, mida auto remondil on vaja võimalikult sarnaselt taastada. Siin mõned näited.



Pilt 36: VW Golf V

Pilt 37: Škoda Fabia

Pilt 38: VW Passat

Kvaliteetsetel kivikaitsevahenditel peavad olema järgmised omadused:

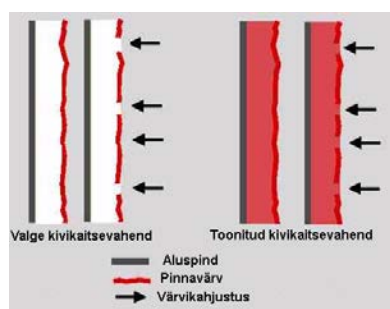
- Väga hea kulumiskindlus – annab vastupidavuse kivilöökidele ja kriimustustele
- Väga hea nakkuvus – tagab kinnitumise erinevatele pindadele, n. krunditud, värvitud, plastist, PVC-st,
- Kõrge kuivainesisaldus – tagab minimaalse mahukahanemise kuivamise ajal
- Võimalikult lihtne tehasepoolse originaaltekstuuri (OEM) taastamine
- Suurepärase püsivuse – st. isegi paksult vertikaalsele pinnale kantud mass ei voola alla
- Stabiilne tekstuuri püsivus kuivamise käigus
- Kiire ülevärvitavus – minimeerib ooteaega värvitöö protsessis
- Head müravastased omadused
- Värviga toonitav



Pilt 39: Lahustibaasiline kivikaitsevahend ja veebaasiline kivikaitsevahend.

Kivikaitsevahendeid toodetakse tavaliselt kolmes värvitoonis – must, hall ja valge. Kui tegemist on aga näiteks punast värvi autoga, siis on suur oht, et saades kivilööke või kriimustusi, hakkab vigastatud kohast läbi kumama või suisa ilmub nähtavale kivikaitse pind. Juhul kui see erineb oluliselt pinnavärvi toonist, hakkab selline defekt koheselt silma. Seepärast tagab toonitud kivikaitse kasutamine kahjustuste väiksema märgatavuse. Olenevalt tootjast, võib

kivikaitsemassile juurde segada kuni 30% valmissegatud (pinnavärv + kõvendi) värvisegu. Suurem kogus värvi vähendab kivilöögi vastaseid omadusi.



Pilt 40: Kivikaitse toonitavus

Tööriistad kivikaitsevahendite pealekandmiseks

Töövahenditena kasutatakse suruõhul töötavaid püstoleid.

Üks levinumaid püstoleid on sama püstol, mida tutvustasime põhjakaitsevahendite töövahendite juures. Püstoli tööpõhimõte sama: 1-liitrisel purgis korrosioonikaitsevahend keeratakse püstoli alla ja materjal imetakse ning pihustatakse kaetavale pinnale. Erinevus, võrreldes põhjakaitsevahendite pealekandmisega, on selles et pihustamisel kasutatakse madalamat tööõhku. Reguleerides tööõhku ja kruvides otsikut sissepoole või väljapoole, püütakse saavutada kivikaitse sobivaim tekstuur. Sissepoole kruvitud otsik ja suurem tööõhk (> 5 bar) annab peeneteralisema tekstuuri - „apelsini koor“ ja väljapoole kruvitud otsik ning madalam tööõhk (ca. 3 bar) annab jämedama lainelise tekstuuri.

Peale töö lõpetamist tuleb püstol koheselt puhastada ja lahustiga läbi pesta.



Pilt 41: Standardne kivikaitsepüstol.

Järgmine on püstol, mida hinnatakse tema võimekuse järgi teostada ka kõige keerulisemaid tekstuure ja kasutusmugavuse pärast. Püstolil on olemas võimalused reguleerida materjali pealevoolu kogust olenemata pihustusõhust. Võimalus reguleerida pihustusõhu hulk tunduvalt madalamale, võrreldes standardpüstoliga, annab omaduse, et pihustusõhuga ei rikuta pealekantud materjali tekstuuri. Ka on selle püstoli käsitlemine tehtud mugavaks, sest peale igakordset kasutamist ei vaja see püstol puhastamist. Purk kivikaitse vahendiga asub hermeetiliselt suletud anumas ja säilib omadusi kaotamata või püstolit ummistamata kuni 4 nädalat.



Pilt 42: Spetsiaalne kivikaitsepüstol.

Kolmas kivikaitsevahendi doseerimiseks kasutatav püstol on automaalaritele tuttav krundi- või värvipüstol, mille ava on 1,8 mm. Kasutades sellist püstolit kivikaitsevahendi pealekandmiseks on võimalik saavutada tekstuure alates siledast kuni „apelsinikoore“ krobedusega. Püstoli kasutamisel pihustatakse kivikaitset suhteliselt madala rõhuga ...1,5 bar.



Pilt 43: Kruudpüstol, mida saab kasutada kivikaitsevahendi pealekandmiseks.

Kivikaitsevahendite paigalduse tööetapid

1. Pindade eelpuhastamine

Pinnad, millele kivikaitsevahend kantakse, peavad olema puhtad, kuivad ja vabad roostest. Metallpinnad peavad olema eelnevalt kaetud haljast metalli kaitsva kihiga, olgu selleks siis nt. kruntvärv või pinnavärv.

Eelpuhastamiseks kasutatakse spetsiaalset vahendit, mis ärastab rasvad, mustuse ja silikoonijäägid.

2. Ettevalmistus

Eelnevalt tuleb kindlasti tutvuda kasutatava toote tööjuhendi ja tehnilise andmestikuga. Enne kivikaitsevahendile püstoli pealekeeramist tuleb purki tootega hoolsalt 2-3 min. raputada. Jälgida ja vajadusel reguleerida suruõhu töö rõhk parajaks. Töökoha temperatuur peaks olema 18...25 C ja hea ventilatsiooniga.

Kindlasti tuleb töö teostamisel kasutada isikukaitsevahendeid, nagu tööriivad, kindad ja tolmu mask.

Pinnad, millele ei tohi kivikaitsevahendit pihustamise käigus sattuda, tuleb eelnevalt katta kattepaperi või killega.

3. Pihustamine

Kivikaitsevahendi pihustamisel hoitakse püstoli ja kaetava pinna vaheline vahemaa 20...30 cm.

Kivikaitsevahendi pealekandmine sarnaneb püstoli liikumise suuna ja amplituudi osas värvimistöoga.

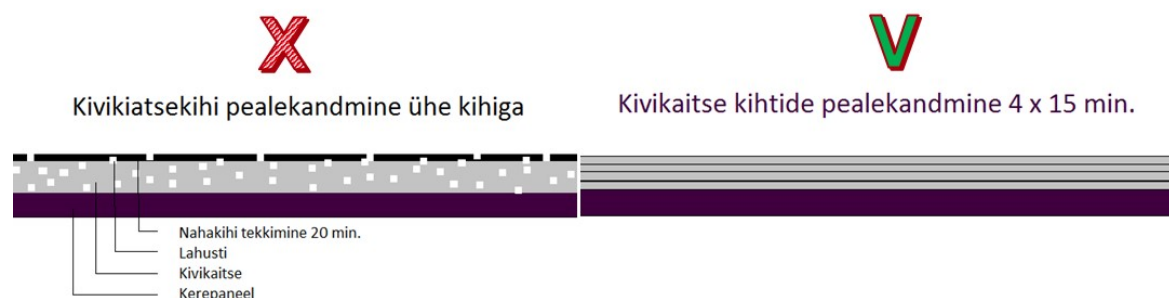
NB! Kivikaitsevahendeid valmistatakse lahusti- ja vee baasil (mürgistus Aqua), seega on ka nende vedeldajad erinevad ja samuti erineb nende pihustamine ja kuivamine.

Lahustibaasil kivikaitsevahend: esmane kuivanud nahakiht moodustub 15...20 min. jooksul.

Suurema paksusega kivikaitsekihi loomiseks lahustibaasilise kivikaitsevahendiga peab kasutama vahekuivamist kihtide vahel. Iga uue kihi pealekandmise eel tuleb lasta eelmisel kihil kuivada 10...20 min.

Mis juhtub, kui lahustibaasil kivikaitse doseeritakse koheselt ühe paksu kihina, illustreerib järgnev pilt. Märja kivikaitsekihi peale moodustub 20 min.-i jooksul õhuke nahakiht, mis hakkab takistama lahustite väljatungimist massist ja sellega takistab ka kuivamist. Väljatungivad lahustid suudavad tekitada nahakihti väikesed, nõelasuurused augud, mis hiljem jäävad täiesti läbikuivanud kaitsekihist nähtavale. Kuivamisprotsess kujuneb sellise juhtumi juures päevi pikemaks. On juhtunud, et ka nädal aega hiljem on ülevärvitud kivikaitse käega katsutavalt ikka veel vedel.

Kasutades pealekandmist õhukeste kihtide kaupa ja ooteajaga, suudab õhukesest kivikaitsekihist lahusti välja tungida enne nahakihi moodustumist. Sellega hoitakse ära lahustite kogumi jäämine sisekihtidesse ja tagatakse kiirem täielik läbikuivamine.



Pilt 44: Lahustibaasilise kivikaitsekihi pealekandmine: vale ja õige.

Veebaasil kivikaitsevahend: erinevalt lahustibaasil kivikaitsevahendist, ei moodustu kuivamisel veebaasilisele tootele kiirelt nahakihti, mis sulgeks vedeldaja väljapääsu vedelast massist. Kuivamine on homogeenne, st. peaaegu ühtne kogu massi ulatuses. Kui vedel kiht on muutunud pealt matiks, on suure tõenäosusega kogu veebaasiline kivikaitsemass läbi kuivanud.



Pilt 45: Kivikaitsevahendi pealekandmine.

4. Ülevärvitavus ja kuivamine

Kivikaitsevahendid viimistletakse pinnavärviga. Ülevärvitavus on sõltuvalt kasutatud kivikaitsete baasainetest erinev.

Lahustibaasiline kivikaitse: minimaalne aeg ülevärvimiseks on 15...20 min., mille jooksul tekib märjale kivikaitsemassile nahakiht.

NB! Liiga kiirel ülevärvimisel aeglustub kivikaitsemassi polümeriseerumine e. tahkestumine.

Teine oht seisneb selles, et kui kivikaitse, mis on plastikut sisaldav, kuivab täielikult läbi, siis tema ülevärvimisel tuleb nakke tagamiseks toimida nagu plastikute värvimisega: pinda tuleb karestada ja kruntida plastikrundiga, enne ülevärvimist. Seega tuleks jälgida, et värske kivikaitsega kaetud pinnad saaksid üle värvitud 6-e tunni jooksul.

Veebaasil kivikaitse:

a) üle värvimist veebaasil värviga saab alustada koheselt kui kivikaitsekihiga kaetud pind on matistunud. Maksimaalne üle värvitavuse aeg on 72 tundi. St. peale selle aja möödumist peab pindasid eelnevalt matistama ja kruntima, enne kui saab asuda üle värvima.

b) üle värvimist lahustibaasil värviga, saab alustada alles siis, kui kivikaitsekiht on täielikult tahkestunud. Maksimaalne üle värvitavus on samuti 72 tundi.

9.3.4 Õõnsuste kaitsevahendid

Õõnsuste kaitsevahendid, mida kasutatakse auto sisemiste ja kinniste metallist pindade kaitseks. Näiteks ukse ja kapoti seesmised pinnad ja eriti nende ääred; läve karbid; õõnsad talad; piilarid; postid jm. tühimikega autokere elemendid.

Alljärgnevad pildid illustreerivad lävekarbi täielikku hävimist seest väljapoole leviva korrosiooni tõttu. Kuigi väljastpoolt vaadates ei tundugi kahjustus väga laiaulatuslik, on lahtilõigatud karbi sisepindadel näha väga intensiivset korrosioonikahjustust.



Pildid 46, 47: Kahjustustega lävekarb väljast- ja seestpoolt.

Põhjused, miks on selline korrosioonikahjustus tekkinud, võivad olla järgmised:

- vead autotootmisel või kere avariiremondi järgsel töötlemisel;
- mõnedel automarkidel ei teostata õõnsuste korrosioonikaitseteid;
- kaitsetööde teostamisel on kasutatud selleks ebapiisava kvaliteediga tooteid;
- kaitsev toode ei ole katnud kõiki pindasid;

- õõnsuseid ventileerivad avad on sulgunud tolmust, mustusest ja seetõttu ei suuda pinnad piisavalt ära kuivada;

- autol ei teostata regulaarset korrosiooniseiret. Õõnsuste kontrolliks on olemas spetsiaalne tehniline endoskoop, millega on võimalik uurida ka raskelt ligipääsetavate pindade seisukorda.

Rõhutada tuleb õõnsustekaitsevahendite vajalikkust autokere avariiremondi järgsel töötlemisel. Kui auto sattub avariasse, saavad tema kõik konstruktsioonelemendid ja detailid tugeva löögi osaliseks. Et autokere on kokku pandud erinevatest metallpaneelidest, mis on omavahel kokku valtsitud, keevitatud, siis löögi tagajärjel toimub nende detailide omavaheline mikroliikumine. Selle tagajärjel saab kahjustatud ka nende detailide liitekohta tihendav korrosioonikaitsevahend või värv, millesse tekkivad mikropraod. Ja selle mikroprao kaudu hakkab levima niiskus, kondensvesi paneelide vahelisse pilusse, põhjustades korrosiooni. Loodud on eriti soodne keskkond pilukorrosiooni levikuks.

NB! Avariilise löögi tagajärjel on saanud kannatada enamasti kõigi kerepaneelide omavahelised liitekohad, mis tähendab, et kui tahetakse säilitada auto korrosioonikindlust, tuleks teostada õõnsustekaitse töötlemine terve auto ulatuses. See on siis viimane töötapp peale värvitööde teostamist ja auto komplekteerimist.

Õõnsustekaitseks kasutavad nii autotootjad kui ka remontijad enamasti vahabaasilist kaitsevahendit, millesse on lisatud korrosioonikaitseinhibiitoreid, ehk vahendeid, mis passiveerivad rooste levikut.

Vahabaasilised tooted on väga hea niiskuse ja vee tõrjumise omadustega, mida ei saa öelda õlibaasiliste toodete kohta. Seepärast kasutatakse õlibaasilisi tooteid pindadel, mida on vaja ajutiselt või lühiajaliselt kaitsta ja mis asuvad varjulises kohas. Näiteks konteinerisse paigaldatud autod üle mere transpordil.

Kvaliteetsed vahabaasil õõnsustekaitsevahad on järgmiste omadustega:

- väga hea penetratsioonivõime (parimatel isegi kuni 15cm), st. tungimisvõimet kahe detaili vahelisse pilusse
- sisaldab hästi toimivaid korrosioonikaitse inhibiitoreid
- läbib ja asendab suletud nurkades asuva niiskuse
- väga hea nakkuvus, isegi veemärja pinnaga
- väga hea katvuse omadustega
- ei tohi kahjustada värskelt värvitud pindasid
- mittehäiriv kerge aroom
- vähene järeltilkumine ja udu tekkimine pealekandmise ajal



Pilt 48: Lahustibaasil õõnsuste kaitsevaha ja veebaasil õõnsuste kaitsevaha.

Töövahendid õõnsuste kaitsevahendi pealekandmiseks.

Kõige paremad tulemused saavutatakse spetsiaalselt õõnsustekaitseks disainitud püstoliga, mis on varustatud pika sondiga, millega on võimalik kanda korrosioonikaitsevahendit ka kõige kaugematesse suletud soppidesse. Tavaliselt on sellisel püstolil veel lisaks L-kujuline sond, millega kantakse õõnsuste kaitsevaha suure survega nurkadesse ja nurgatagustele pindadele.

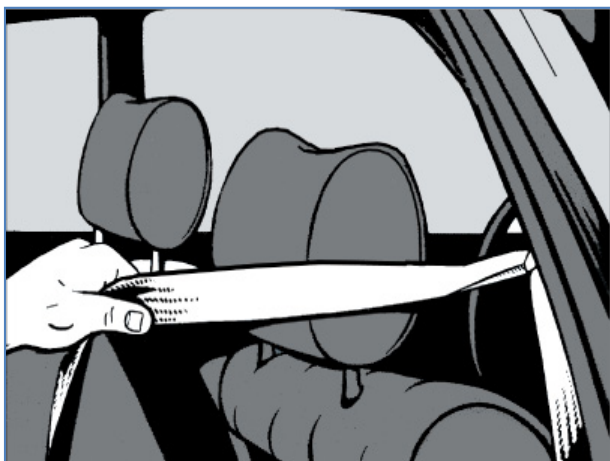


Pilt 49: Õõnsustekaitse püstol.

Õõnsuste kaitsevahendite paigalduse tööetapid

Kui kereremondis oleva auto viimaseks tööks on õõnsuste kaitsevahaga katmine, siis see tähendab, et auto on kuiv ja pinnad puhtad. Vastasel juhul tuleb parima korrosioonikaitse tagamiseks autot kuivatama ja vajadusel sisepindasid suruõhuga puhastama. Õige töötemperatuur on 15...25 C. Töökoht peaks olema hästi ventileeritav. Õõnsustekaitsevahendi pealekandmisel peab kasutama isikukaitsevahendeid: kindaid, hingamismaski, kaitseprille ja kaitseriietust.

Enne õõnsuste kaitsevahatamist, tuleb tõmmata turvavöö täiesti välja ja fikseerida. Tuleb eemaldada ukseksel, kerel, karpidel asuvad kummikorgid.



Pilt 50: Eelnevalt tuleb turvavöö välja tõmmata ja fikseerida.

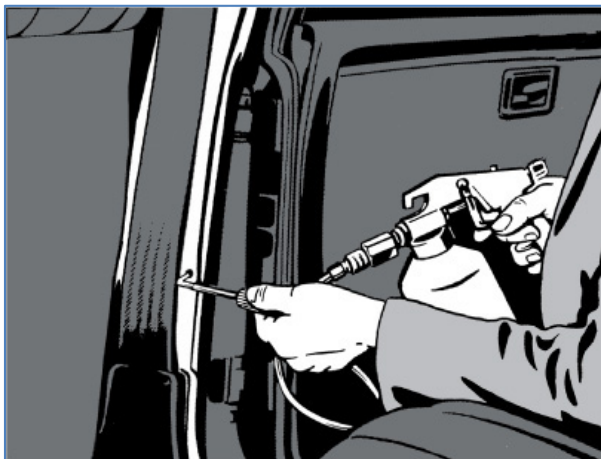
Kasutada pikka ja L-kujulist sondi erinevate piirkondade töötlemiseks, nagu alljärgnevatel illustratsioonidel näidatud:



Pilt 51: Ukse sisenurga töötlemine L-kujulise sondiga.



Pilt 52: A-piilari töötlemine pika sondiga.



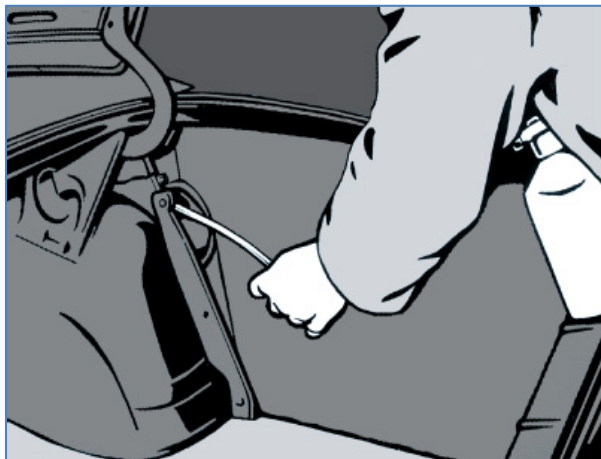
Pilt 53: B-piilari töötlemine L-kujulise sondiga.



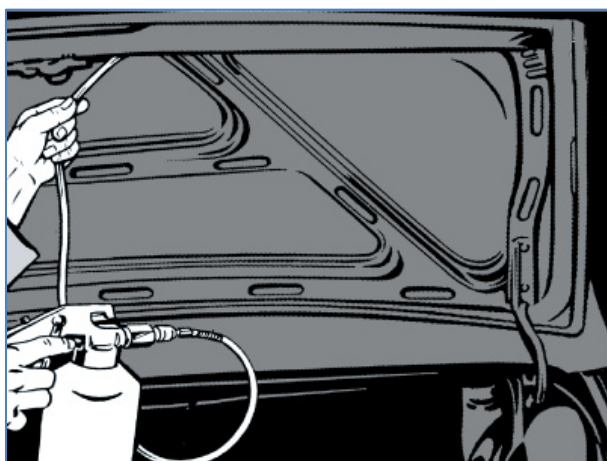
Pilt 54: Küljekarbi töötlemine pika sondiga.



Pilt 55: Küljekarbi kaitsetöötlemine pika sondiga



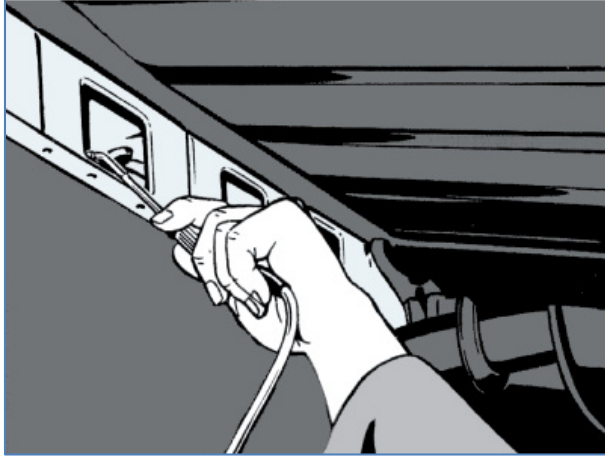
Pilt 56: Lonžerooni ja tiiva vaheliste pindade töötlemine pika sondiga.



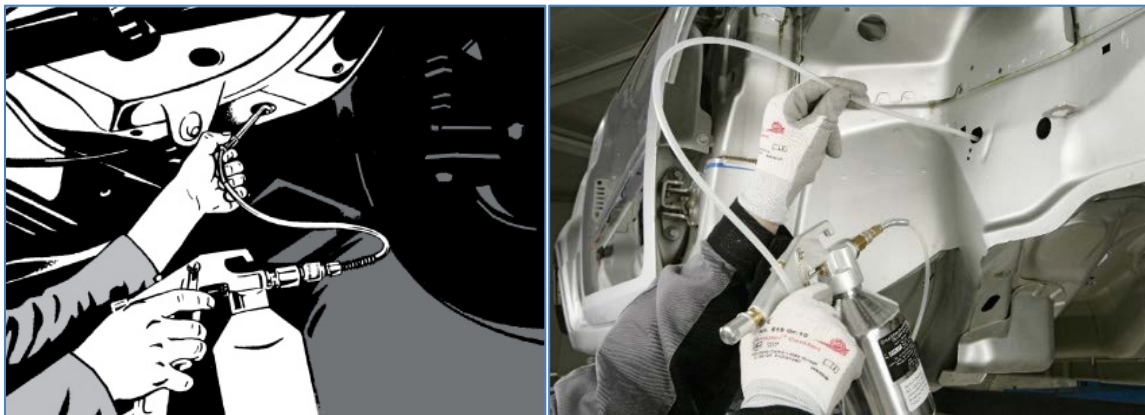
Pilt 57: Kapoti sisemiste äärte töötlemine.



Pilt 58: Mootoriruumi töötlemine L-kujulise sondiga.



Pilt 59: Põhja all olevate risttalade töötlemine L-kujulise sondiga.



Pilt 60: Põhja all olevate tühimike töötlemine L-kujulise sondiga.

Töötlemise käigus pihustatakse õõnsuste kaitsevaha nii palju, kuni väljavoolav vaha ilmub drenidest nähtavale. Üleliigse vaha saab eemaldada lahustiga. Auto tuleb hoida vähemalt senikaua tööruumis, kuni vaha tilkumine on lõppenud. Parima kaitsetulemuse saavutamiseks peaks enne auto kasutamist ära ootama vaha polümeriseerumise.

Peale töö lõpetamist puhastada püstol ja korrastada tööplats. Lasta ruumil ventileeruda.

MOODUL 9 - Küsimused omandatud teadmiste kontrolliks ja kinnistamiseks:

- Mis on autokerele tekkiva korrosiooni peamiseks tekkepõhjuseks?
- Milliste meetodite abil on soovitatav eemaldada roostet avariiremondi käigus?
- Nimeta peamised autokere juures kasutatavad korrosioonikaitsevahendid ja nende kasutuskohad
- Mille poolest erineb tööprotsess kui kasutada vee- või lahusti baasil korrosioonikaitsevahendeid?

MOODUL 9 - Kasutatud fotode ja jooniste autoriõigused

Henkel AG, pildid – 1, 2, 3, 27-31, 33-39, 45, 50-60

Taavi Luts, pildid – 4, 5, 6, 7, 8, 32, 40, 41, 42, 44, 46, 47, 49

Peeter N.Sarevet pildid – 9, 10, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 24

SATA GmbH (Saksamaa), pildid – 11, 43

Dinosaurier GmbH (Saksamaa), pildid – 12, 13

www.metaldipping.com, pildid – 18, 19

Harris International Laboratory (Springdale, USA), pildid – 20, 21

POR-15 Inc. (Morristown, USA), pildid – 25, 26

MOODUL 9 - Kasutatud kirjandus ja materjalid

Henkel Balti õppematerjalid

www.metaldipping.com

www.por15.com

www.evapo-rust.com