

Niko Ylén

# Korikorjaamoluokituksen mukaiset työmene- telmät

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinööriytyö

17.3.2016

Tekijä(t) Otsikko  Sivumäärä Aika	Niko Ylén  Korikorjaamoluokituksen mukaiset työmenetelmät  47 sivua + 4 liitettä 17.3.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Jälkimarkkinointi
Ohjaajat	Lehtori Pertti Ylhäinen Korikorjaamopäällikkö Jouni Myller, VV-Auto Helsinki
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää auton korikorjauksessa käytettävät työmenetelmät korikorjaamoluokituksen vaatimukset huomioiden. Korikorjaamoluokituksen vaatimuksien perusteella luodaan VV-Auto Helsingin vauriokorjaamolle korikorjaustyökalujen hallinnointijärjestelmä, jonka avulla työkaluja hallinnoidaan. Lisäksi järjestelmän avulla pystytään osoittamaan korikorjaamon työkalut muun muassa korikorjaamoluokkaa auditoidessa.</p> <p>Nykyaikainen auto koostuu useista erilaisista teräslaaduista, alumiiniseoksista sekä muovista. Koritekniikan kehitys on vauhdittanut korjausmenetelmiin ja myös työkaluihin liittyviä vaatimuksia.</p> <p>Työn alussa käydään läpi korikorjaamoluokitukset ja nykyaikaisen auton turvakorirakenne. Korjausmenetelmien yhteydessä on selostettu, minkä korikorjaamoluokan vaatimukset mikäkin työmenetelmä täyttää. Korikorjaamoluokitukseen kuuluu oleellisena osana henkilöstön koulutus, jota tarkastellaan myös työn lopussa.</p> <p>Työn perusteella voidaan todeta, että vauriokorjaamoilta vaaditaan tänä päivänä paljon niin työkalujen kuin koulutuksenkin osalta. Vaatimuksia asettavat niin kehittyneet nykyaikaiset korimateriaalit kuin korikorjaamoluokituksen ja autovalmistajien edellyttämät korjausmenetelmätkin. Insinöörityön lopputuloksena syntyi VV-Auto Helsingin vauriokorjaamolle työkalujen hallinnointijärjestelmä.</p>	
Avainsanat	korikorjaamoluokitus, korikorjaus, työkalut

Author(s) Title	Niko Ylén Body Repair Shop Classification and Body Repair Methods
Number of Pages Date	47 pages + 4 appendices 17 March 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	After Sales Engineering
Instructors	Pertti Ylhäinen, Senior Lecturer Jouni Myller, Service Manager
<p>This thesis deals with repair methods the body repair shop classification requires from the workshops. The purpose is also to create a tool management system for the body repair shop of VV-Auto Helsinki that is based on the body repair shop classification created by Finnish Central Organisation for Motor Trades and Repairs (AKL). The repair tool system will also be helpful when the body repair shop is classified.</p> <p>A modern car is made from a variety of metals, aluminium and plastic materials. The classification and the car manufacturers have demands of their own of what repair methods should be carried out and what tools should be found in a repair shop.</p> <p>At first the thesis addresses the body repair shop classification and its repair methods. Then there is a short research of what materials are included into the modern car safety structures and where they are located and why.</p> <p>As a result this thesis explains the demands of body repair methods of every class of the body repair classification. The body repair shop of VV-Auto Helsinki will also have a handy way to manage the body repair tools and to verify them when being classified.</p>	
Keywords	body repair shop classification, body repair, tools

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Korikorjaamoluokitus	2
3	Korirakenne	5
3.1	Turvakori	5
3.2	Törmäysenergian kulku korissa	7
4	Liitosmenetelmät	9
4.1	Hitsausmenetelmät	9
4.2	Niittaus, liimaus ja puristus	17
5	Liitosten irrotus	18
6	Sinkityt korin osat	19
6.1	Osien irrotus	19
6.2	Liitosmenetelmät	20
7	Pintaoikaisu	20
7.1	Perinteinen oikaisu	20
7.2	Pellin ulkopuolinen oikaisu nyppykoneella	22
7.3	Smart repair-menetelmä ja koukkuoikaisu (PDR)	23
7.4	Laajojen pintojen oikaisu	23
7.5	Alumiinin oikaisu	25
7.6	Jännityksen alainen oikaisu	25
8	Muovikorjaus	26
8.1	Lommon ja naarmun korjaus	26
8.2	Murtuman korjaus	26
9	Oikaisupenkit	27
9.1	Kevyt oikaisupenkki	27
9.2	Jigipenkki	29
10	Tuulilasin korjaus	30

11	Haitallisten kaasujen poistaminen	32
12	Pyöräkulmien mittaaminen	32
13	Korikehikon mittaaminen	33
14	Muodonmuutosalueiden osanvaihdot	34
15	Suurlujuusteräksisen korikehikon osanvaihdot	35
16	Vaurioanalyysi	37
17	Ilmastointilaitteen korjauspätevyys	38
18	Henkilöstövaatimukset	39
19	Korjaamoprosessit	41
20	Työkalujen hallinnointijärjestelmä	41
	20.1 Tarve hallinnointijärjestelmälle	41
	20.2 Hallinnointijärjestelmä	42
21	Yhteenveto ja pohdinta	43
	Lähteet	45

#### Liitteet

Liite 1. Audin ohjeistus alkuperäisten liitosten uusimiseen korjauksissa

Liite 2. Vauriokorjaamon prosessikaavio

Liite 3. Työkalujen hallinnointijärjestelmän näkymä

Liite 4. Korikorjaamoluokituksen itsearviointilomake

## Lyhenteet

AHSS	Advanced High Strength Steel - teräslaatu
AKL	Autoalan Keskusliitto Ry
AVK	Autovahinkokeskus
CABAS	Kustannuslaskentajärjestelmä, jolla sovitaan vauriokorjauksen kustannuksista korjaamon ja vakuutusyhtiön välillä.
MAG	Metal Active Gas - hitsausmenetelmä
MIG	Metal Inert Gas – hitsausmenetelmä
MPa	Megapascal. Paineen yksikkö.
PDR-menetelmä	Paintless Dent Removal – oikaisumenetelmä, joka ei vaadi maalausta oikaisutyön jälkeen. Oikaisu tapahtuu paneelin takapuolelta esimerkiksi koukkuoikaisutyökaluja käyttäen.
S.M.A.R.T.-korjaukset	”Small and Medium Area Repair Technics”-korjausmenetelmä, joka ei riko korjattavan alueen maalipintaa, esimerkiksi ulkopuolinen pintaoikaisu liimanupilla.
SVT	Suomen Vahinkotarkastus Oy
TIG	Tungsten Inert Gas - hitsausmenetelmä
TUKES	Turvallisuus – ja kemikaalivirasto
UHSS	Ultra High Strength Steel - teräslaatu

## 1 Johdanto

Ajoneuvojen nopeasti kehittyvän koriteknologian myötä myös työkalujen, laitteiden sekä korimekaanikkojen osaamisen vaatimukset kasvavat. Erityisosaamista vaativat korjaukset tulee kohdistaa niiden suorittamiseen perehtyneille korikorjaamoille, joilla on oltava asianmukaiset työkalut, tilat ja koulutettu henkilökunta. Autoalan keskusliitto Ry eli AKL on luonut korikorjauksiin erikoistuneille korjaamoille korikorjaamoluokitusjärjestelmän, jossa korjaamot luokitellaan tähtimerkinnöin asteikolla yhdestä kolmeen. Aivan alin luokitus on nimeltään rekisteröity korjaamo, joten luokkia on käytännössä neljä. Luokituksen perustana on korikorjaamon itsearviointi, jonka perusteella ulkopuolinen taho auditoi korjaamon. Vuonna 2015 auditoijana on Suomen Vahinkotarkastus SVT Oy. Osallistuminen korjaamoluokitukseen on korjaamoille vapaaehtoista mutta suotavaa, sillä sen avulla asiakas sekä vakuutusyhtiö tietävät, minkä tasoisia töitä milläkin korjaamolla voidaan teettää.

Insinööriytyö on tehty VV-Auto Helsingin vauriokorjaamon päällikön toimeksiantona. VV-Auto Helsingin korikorjaamon korityökaluista ei ole ollut olemassa mitään yhtenäistä ja yhdenmukaista dokumenttia. Auditoitaessa johonkin korikorjaamoluokkaan korjaamon täytyy pystyä esittämään kuhunkin vaadittuun työmenetelmään liittyvät työkalunsa kuvineen.

Korjaamoluokituksessa on mainittuna eri luokitusten mukaiset työmenetelmät. Tämän työn tavoitteena on selvittää nämä työmenetelmät ja luoda VV-Auto Helsingin korikorjaamolle oma työkalujen hallinnointijärjestelmä tulevaa korikorjaamoluokitukseen auditoimista silmällä pitäen. Työkalujen hallinnointijärjestelmä tulee VV-Auto Helsingin vauriokorjaamon omaan käyttöön. Tämän työn yhteydessä luotu työkalujen hallinnointijärjestelmä tulee mahdollistamaan helpon ja sujuvan työkalujen esittämisen. Samalla korjaamon henkilökunta saa siitä apuvälineen työkalujen hallinnointiin.

Työn ulkopuolelle jätetään korikorjaamoluokituksissa mainitut vaatimukset, jotka koskevat korjaamon asiakaspalvelu- ja muita tiloja. Työssä ei eritellä työkaluja joitain yksittäisiä esimerkkejä lukuun ottamatta. Työkalujen tiedot ja kuvat käyvät ilmi tulevassa hallinnointijärjestelmässä.

## 2 Korikorjaamoluokitus

Korjaamoluokituksen taustalla on ollut tarve varmistaa, että vaurioitunut auto korjataan korjaamolla, joka kykenee korjaamaan auton kokonaisuudessaan kolarissa syntyneen vaurion laajuuden mukaan. Vielä nykyään Autovahinkokeskukselta (AVK) voi kuka tahansa yksityishenkilö tai yritys ostaa kolariauton, korjata sen ja palauttaa takaisin liikenteeseen. Tämän seurauksena liikenteessä on väärin korjausmenetelmin korjattuja autoja, jotka uuden kolarin sattuessa eivät välttämättä ole niin turvallisia kuin ne ovat alun perin olleet tai oikein korjattuna olisivat.

Korjaamoluokituksen tarkoituksena on olla myös ohjeistus AVK:lle, joka voisi määritellä myymilleen ajoneuvoille vaurion mukaisen korjausluokan. Perusideana onkin, että liikenteessä olisi vain oikein korjattuja autoja, jotka olisivat kolarikorjauksen jälkeen edelleen turvallisia.

Kolme ylintä luokkaa (tähdet 1 - 3) auditoidaan vuosittain. Vuoden 2013 alusta alkaen kahden ja kolmen tähden korikorjaamoille tuli pakolliseksi vuosittaiset työn laadun tarkastukset, joissa ulkopuolinen taho tarkistaa korjauksen laadun. VV-Auton kohdalla tarkastukset hoitaa Suomen Vahinkotarkastus Oy. Tarkastuksilla korjaamo pyritään saamaan varmistamaan työnsä laatu. (1.)

### Rekisteröity korjaamo

Alimman tason korjaamoja kutsutaan rekisteröidyksi korjaamoksi, joka saa suorittaa osan korikorjaamoiden tehtävistä tai se on erikoistunut johonkin tietyn vaurion korjaamiseen, esimerkiksi tuulilasin korjaukseen ja vaihtoon. Rekisteröity korjaamo voi olla esimerkiksi sellainen, joka suorittaa pelkkiä maalipintaa rikkomattomia S.M.A.R.T.-korjauksia, kuten liimanuppi- tai imukuppiokaisuja. Myös erillinen automaalaamo voi olla rekisteröity korjaamo. Rekisteröityjä korjaamoja ei auditoida mutta luokituksesta korjaamo suorittaa itsearviointin. (1.)

### Yhden tähden korjaamo

Yhden tähden korjaamo suorittaa pintavaurioiden korjauksia ja vaihtaa puskureita, ovia, tuulilaseja ja muita vastaavia ulkopintoja. (1.)

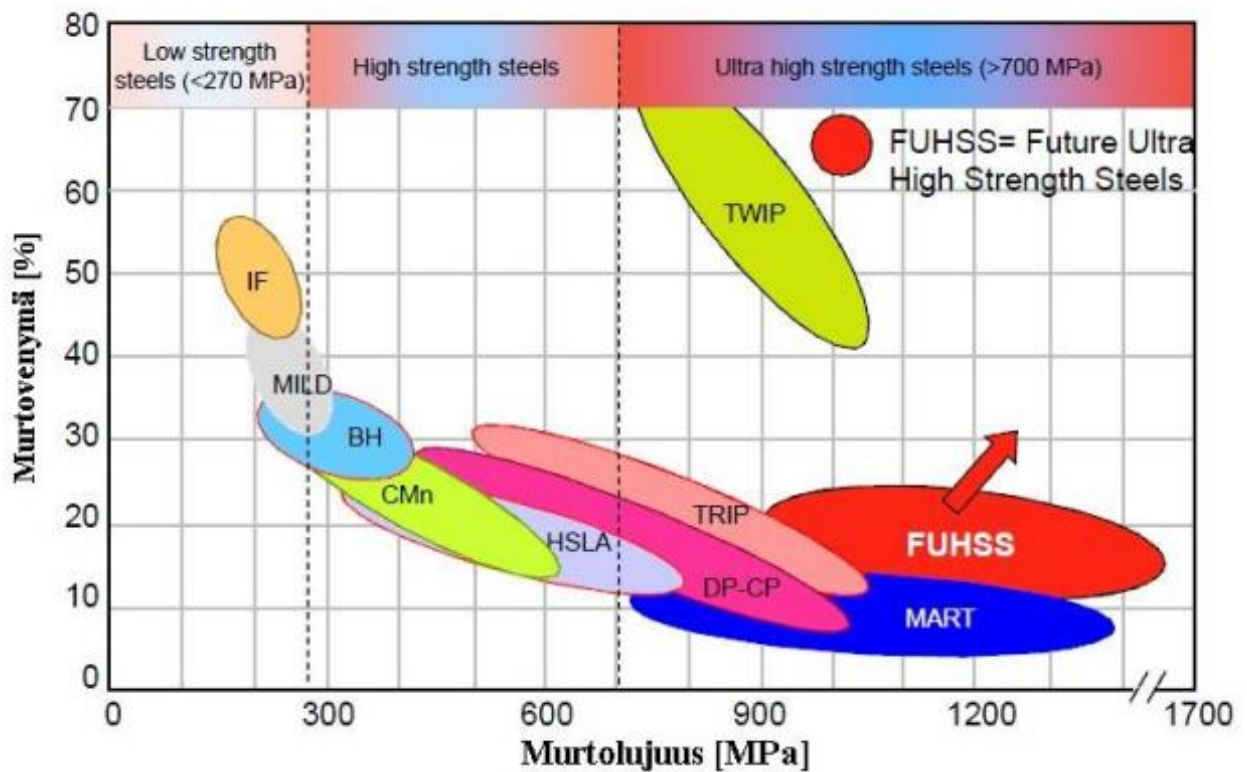


### Kahden tähden korjaamo

Kahden tähden korjaamossa oikaistaan ja vaihdetaan kaikkia pintaosia. Lisäksi korjaamo saa suorittaa muun muassa eturunkoaisojen törmäysvaimentimien vaihtoja. (1.)

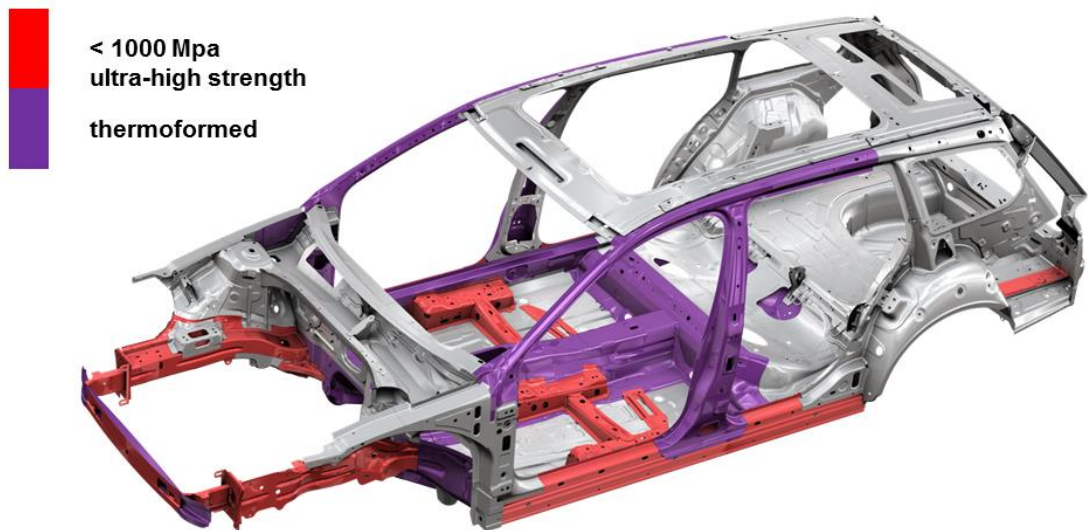
### Kolmen tähden korjaamo

Kolmen tähden korjaamo saa tehdä kaikkien alempien luokkien töiden lisäksi myös uuden turva- ja koritekniikan korjaustöitä, kuten erikoislujien AHSS (Advanced High Strength Steel)- ja UHSS- (Ultra High Strength Steel) teräksien korjauksia. Nämä teräkset ovat erittäin lujia ja haasteellisia korjata. Erikoislujien teräksien murtolujuus on alimmillaankin noin 700 MPa, joka vastaa noin 70 kilonewtonin painetta neliösenttimetrin kokoisella alueella. Monien perinteisten rakenneteräksien murtolujuus on vain noin 200 - 400 MPa (kuva 1). (1.)



Kuva 1. Teräksien lujuusluokittelu (2).

Kuva 2 havainnollistaa, missä kohtaa uusimmassa Volkswagen Passatissa on käytetty suurlujuusteräksiä. Suurlujuusteräksiä käytetään matkustajaturvallisuuden kannalta kriittisimmissä paikoissa eli yleisesti A- ja B-pilareiden vahvikkeissa sekä helmojen sisäosissa. Myös runkoaisoissa käytetään vahvoja teräslaatuja. Vahvinta, kuumamuovattua terästä käytetään Passatissa A- ja B-pilareissa, kattopaarteissa sekä pohjassa. Näin on saatu aikaan mahdollisimman jäykkä ja turvallinen matkustamo.



Kuva 2. Suurlujuusteräkset, VBE M3G Passat 2015 (3).

Kolmen tähden korjaamot joutuvat dokumentoimaan korjauksiaan (1). Dokumentointi on välttämätöntä, kun korjataan suurlujuusteräksiä ja auton toiminnan sekä turvallisuuden kannalta kriittisiä kohteita. Dokumentoinnin avulla korjaamo voi osoittaa korin mitauspöytäkirjoja ja nelipyöräsuuntausraportteja kuluttajalle, vakuutusyhtiölle ja katsastusasemille.

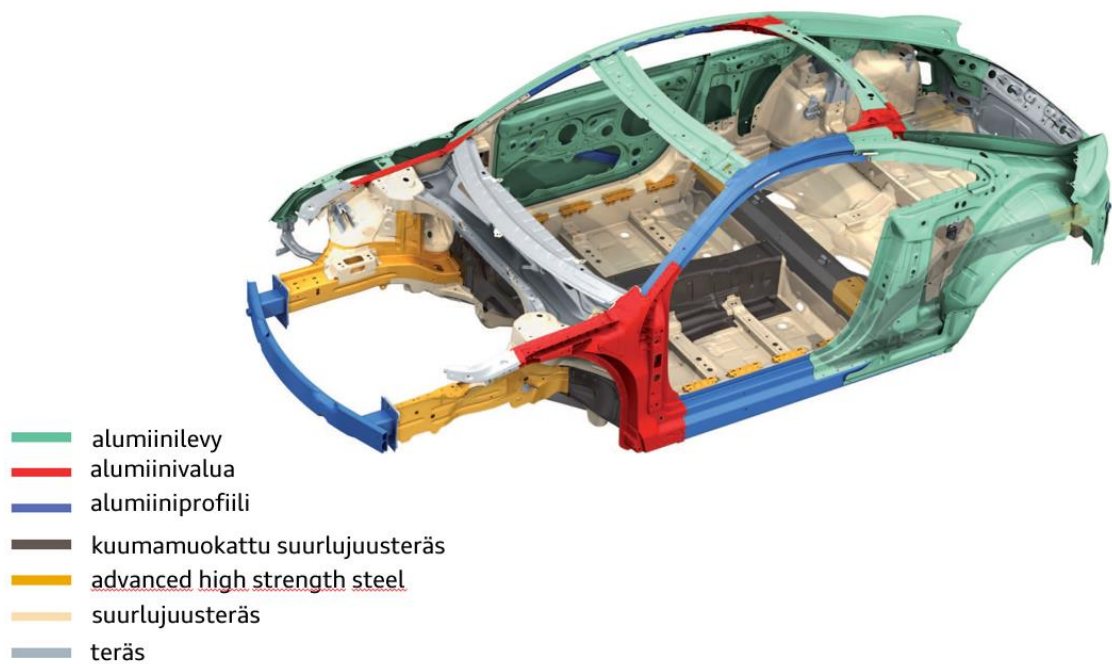
#### Merkkikohtainen +-merkintä

Korjaamo voi hakea korjaamoluokkien sisällä automerkkikohtaista edustusta. Merkkikohtaisen +-merkinnän edellytykset määrittää kunkin autovalmistajan oma ohjeistus, joka on esitettävä auditointitilaisuudessa (1). Autovalmistajilla on omat vaatimuksensa työkaluihin, henkilöstön koulutukseen sekä korjaamon tiloihin liittyen.

### 3 Korirakenne

#### 3.1 Turvakori

Turvallitteet jaotellaan passiivisiin ja aktiivisiin turvalaitteisiin. Auton kori lukeutuu passiivisiin turvalaitteisiin, vaikka nykyään siihenkin on yhdistelty erilaisia tunnistimia ja antureita. Kuvassa 3 on esitelty uusimman sukupolven Audi TT:n korirakennetta. Matkustamoaa ympäröi erivahvuiset teräkset sekä nykyään yleistymään päin olevat alumiiniseokset.



Kuva 3. ABE MFV Audi TT:n turvakorirakenne (4).

Uusimman sukupolven Audi TT:n korissa on 54 prosenttia terästä, josta 17 prosenttia on kuumamuovattua suurlujuusterästä, jota on turvallisuuden kannalta kriittisimmässä paikassa eli matkustamon ympärillä. Audin korjausohjeiden mukaan kuumamuovattuja teräksiä ei saa hitsata tai muillakaan tavoin korjata. Alumiinin osuus materiaaleista on 26 prosenttia. (4.)

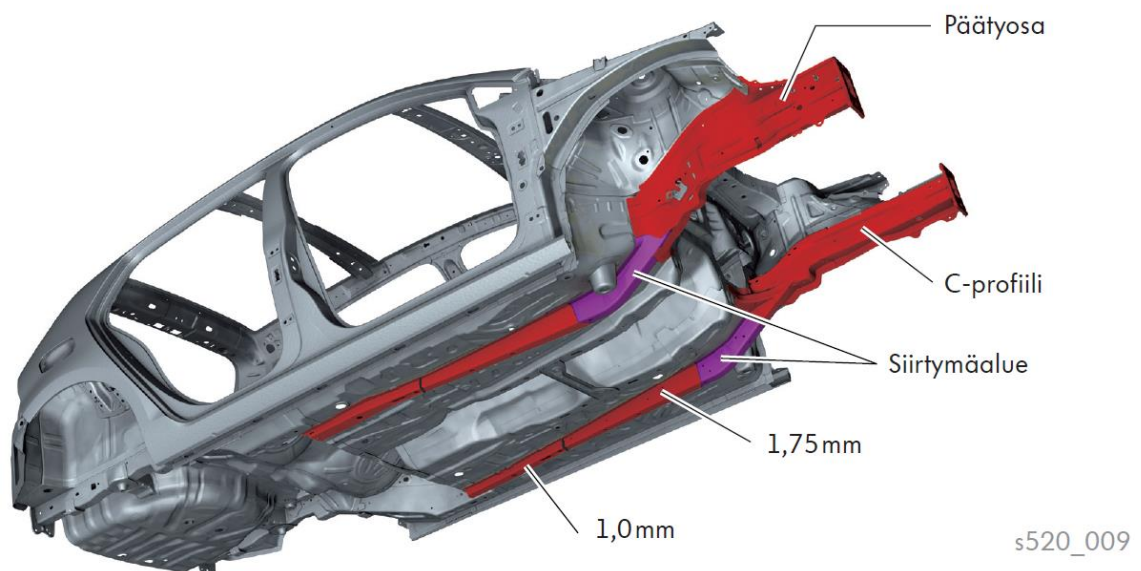
Etutörmäyksessä etupalkki ottaa ensimmäisenä törmäyksen voiman vastaan. Auton takaosassa on vastaava takapalkki, johon törmäys ensimmäisenä osuu. Nämä pusku-reiden runko-osat ovat kiinnitetty auton koriin pulteilla. Palkin ja korin välissä on vielä yleensä törmäysiskunvaimentimet, joiden tarkoituksena on painua kasaan sitoen törmäysenergiaa. Törmäysiskunvaimentimet muuttavat muotoaan helpommin kuin runkoaisat, koska ne ovat pehmeämpää teräs- tai alumiiniseosta kuin runkoaisat, joten pienessä keulakolarissa usein vain puskurin palkki ja mahdollisesti vaimentimet vaurioituvat eikä syvempiä korivaurioita synny. Törmäysiskunvaimentimet ovat puskurin palkkien tavoin pulttikiinnitteisiä, joten ne ovat helposti vaihdettavissa. Joskus törmäysiskunvaimennin on kiinteä osa puskurin palkkia. Kuvassa 4 näkyy Audi A4:n (8K-korimalli) etuosan alumiininen törmäysiskunvaimennin, johon puskurin palkki kiinnittyy.



Kuva 4. Audi A4 (8K-malli) etutörmäysiskunvaimennin.

Ominaisuuksiltaan erilaisten suurlujuusteräksien käytön avulla auton kori on suunniteltu niin, että tietyt korin osat antavat törmäyksessä periksi ja muuttavat muotoaan enemmän kuin toiset. Esimerkiksi auton pitkittäispalkit eli niin sanonut runkoaisat (kuva 5) on valmistettu erivahvaisista suurlujuusteräksistä siten, että matkustamon kohdalla on kaikista lujinta terästä. Päädyissä on pehmeämpää terästä. Näin pitkittäispalkit muuttavat halutulla tavalla muotoaan kolaritilanteissa ja absorboivat törmäysenergiaa.

Runkoaisojen rakenne on suunniteltu sellaiseksi, että keula- ja peräkolarissa runkoaisat antavat periksi päädyistään eikä keskeltä niin, että matkustamon tilat muuttuisivat. Kaiken tarkoituksena on saada matkustamon kehä pysymään likimain muuttumattomana.

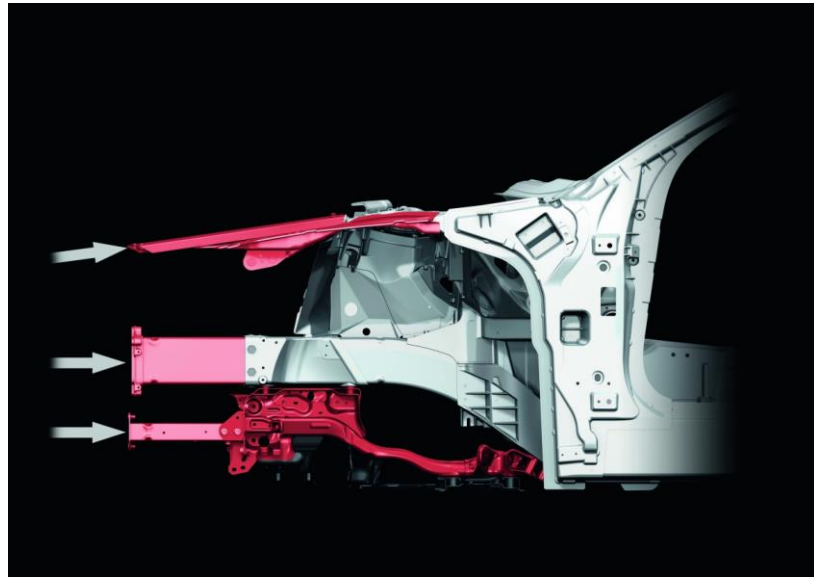


Kuva 5. Vuoden 2013 Volkswagen Golf VII:n pitkittäispalkkien rakenne (3).

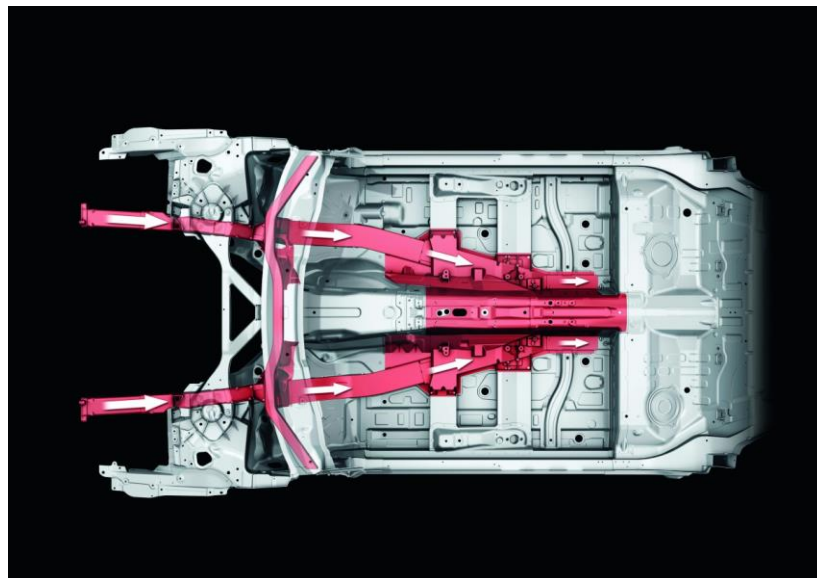
### 3.2 Törmäysenergian kulku korissa

Auton törmäysenergia nelinkertaistuu kun nopeus kaksinkertaistuu. Nykyaikaisen auton kori on suunniteltu niin, että kolarin sattuessa törmäysenergiat kulkevat suunnitellusti korin rakenteita pitkin. Tämän tarkoituksena on saada aikaan hallittuja muodonmuutoksia auton korissa kolarin tapahtuessa. Hallitut muodonmuutokset pienentävät kolarissa tapahtuneen törmäyksen hidastuvuutta ja näin vähentävät henkilövahinkoja. Tässä työssä aiheen tarkastelu on rajattu etutörmäysvaurioihin.

Keulakolareissa törmäysenergia kulkeutuu etupalkin kautta runkoaisojen päihin, joista se kulkeutuu ohjaamon alle runkotunnelin pitkittäispalkkeihin (kuva 6, alin ja keskimäinen nuoli). Ylärunkoaisaan (kuva 6, ylin nuoli) tulleen vaurion aiheuttama törmäysenergia kulkeutuu vahvoihin A-pilareihin ja sitä kautta kattopaarteita pitkin taaksepäin. Ylärunkoaisa on muodonmuutosalueella ja se on suunniteltu muuttamaan muotoaan, jotta enimmäkseen törmäysenergiat absorboituisivat siihen. Kuvat 6 ja 7 havainnollistavat törmäysenergian kulkureittejä etutörmäyksessä vuoden 2011 Audi A8 - mallissa.



Kuva 6. Vuoden 2011 Audi A8:n etutörmäyksen kulkureitit vasemmalta päin katsottuna (5).



Kuva 7. Etutörmäyksen kulkureitit runkoaisoissa (5).

## 4 Liitosmenetelmät

Korikorjauksissa käytetään erilaisia liitosmenetelmiä. Liitosmenetelmän valinnassa ratkaisevaa on korjattava materiaali sekä korjattava kohde. Myös autovalmistajilla on omat vaatimuksensa, mitä liitoksia on milloinkin käytettävä, jotta korjaus on suoritettu hyväksyttävällä tavalla. Autotehtaissa käytetään nykyään jo niin kehittyneitä liitosmenetelmiä, ettei korjaamoissa pystytä vastaavia liitoksia tekemään. Tästä hyvänä esimerkkinä on laserhitsaus ja – juotto. Tehtaan lasersauma korvataan korikorjauksissa usein MIG-juottosaumalla tai niittiliitoksilla. (6.)

Liitteessä 1 on Audi AG:n ohjeistus korin alkuperäisten saumojen uusimiseen korikorjauksissa.

### 4.1 Hitsausmenetelmät

#### Suojakaasuhitsaus eli MIG-/MAG-hitsaus

Maailmalla yleisimmät hitsausmenetelmät ovat MIG (Metal Inert Gas)- ja MAG (Metal Active Gas) -hitsaus. MIG-/MAG-hitsauksessa syötetään lisäainetta lankana hitsauspistoolin läpi. Lankana käytetään metallilankaa tai täytelankaa. Lisäainelanka sulaa valokaassa, jonka energia saadaan hitsausvirtälähteestä. Valokaarta ja hitsisulaa suojataan hitsauspistoolin kaasusuuttimen läpi virtaavalla suojakaasulla, mihin hitsausmenetelmän nimikin viittaa.

Suojakaasu on joko inertti, reagoimaton kaasu tai aktiivinen, reagoiva kaasu. Hitsauksessa käytettävän suojakaasun näkee siis hitsausmenetelmän nimestäkin. Reagoimattomuus tarkoittaa, että kaasu ei reagoi hitsisulan eikä sulavan elektrodin kanssa. Tällaisia inerttejä kaasuja ovat muun muassa argon ja helium. Aktiivisilla kaasuilla taas voidaan vaikuttaa valokaaren ja sulan väliseen prosessiin sekä hitsin ominaisuuksiin.

Suojakaasun tehtävä on suojata sulanutta metallia ympäröivän ilman haitallisilta vaikutuksilta ja luoda hyvät ja edulliset olosuhteet valokaaren palamiselle.

Pulssittamalla hitsausvirtaa saadaan lisäainetta siirtymään hitsisulaan pisara kerrallaan. Pulssihitsausta käytetään autokorjaamoissa erityisesti alumiinisten osien hitsaukseen, sillä se vähentää hitsauksessa syntyviä huokosia. (7.)

Volkswagenin ja Audin korikorjausohjeiden mukaan MIG-hitsausta on käytettävä sinkityissä korin osissa vain kun se on välttämätöntä. Sinkityissä osissa on suosittava vastuspistehitsausta (6). Sinkittyjen osien liitosmenetelmistä kerrotaan lisää luvussa 6.

#### TIG-hitsaus

TIG-hitsausta eli Tungsten Inert Gas - hitsausta käytetään erityisen ohuiden levyjen hitsaukseen. Lisäainetta ei välttämättä tarvitse käyttää. Jos lisäainetta käytetään, sitä syötetään käsin. Hitsauksessa voidaan käyttää tasaista tai pulssitettua hitsausvirtaa käyttökohteen mukaan. Tätä hitsausmenetelmää ei juurikaan käytetä autojen peltikorjauksissa. (7.)

#### MIG-juotto

MIG-juotto kehiteltiin 1990-luvulla ja se on yleinen hitsausmenetelmä autoteollisuudessa niin tuotantovaiheessa kuin korjauksissakin vaikkakin VAG-konsernin autoissa sitä ei juuri ollenkaan käytetä vaan se on korvattu lähinnä MAG-hitsauksella.

MIG-juotto on hyvin samankaltainen menetelmä kuin MIG-/MAG-hitsaus. Suurimpana erona on MIG-juotossa lisäaineen sulamispiste, sillä perusaine ei sula kuten MIG-/MAG-hitsauksessa. Alhaisemman lämmöntonni ansiosta menetelmä sopii loistavasti autoteollisuudessa sinkittyjen levyjen liittämiseksi toisiinsa. Levyyn ja sinkkipinnoitteen tulee vähemmän vaurioita alhaisen lämmöntonni ansiosta.

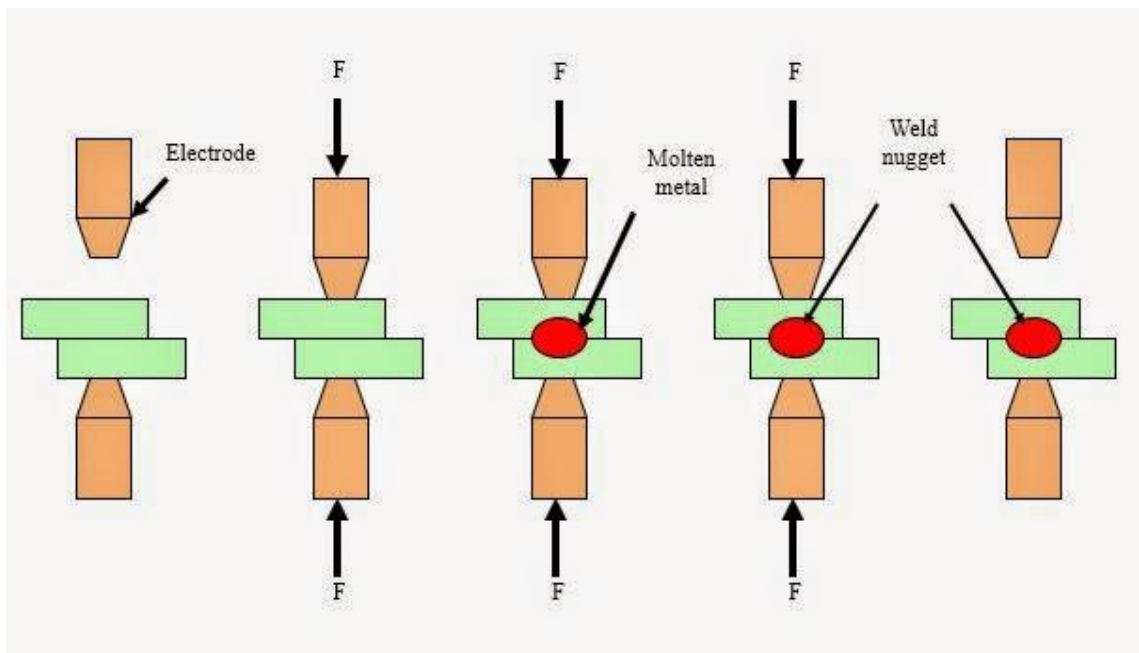
Suojakaasuna käytetään yleisimmin argonia mutta toisinaan kaasuun lisätään vähän hiilidioksidia ( $\text{CO}_2$ ) ja happea ( $\text{O}_2$ ) eri ominaisuuksien ja juottamisen tuottavuuden parantamiseksi. (8.)



## Vastuspistehitsaus

Vastuspistehitsaus on yleisin liitosmenetelmä teräsohutellevyjen liittämiseksi toisiinsa. Autoteollisuudessa vastuspistehitsaus on yleistynyt rajusti hitsauslaitteiden nopean kehityksen myötä. Kehitystä on vauhdittanut suurlujuusteräksien yleistyminen autojen koreissa.

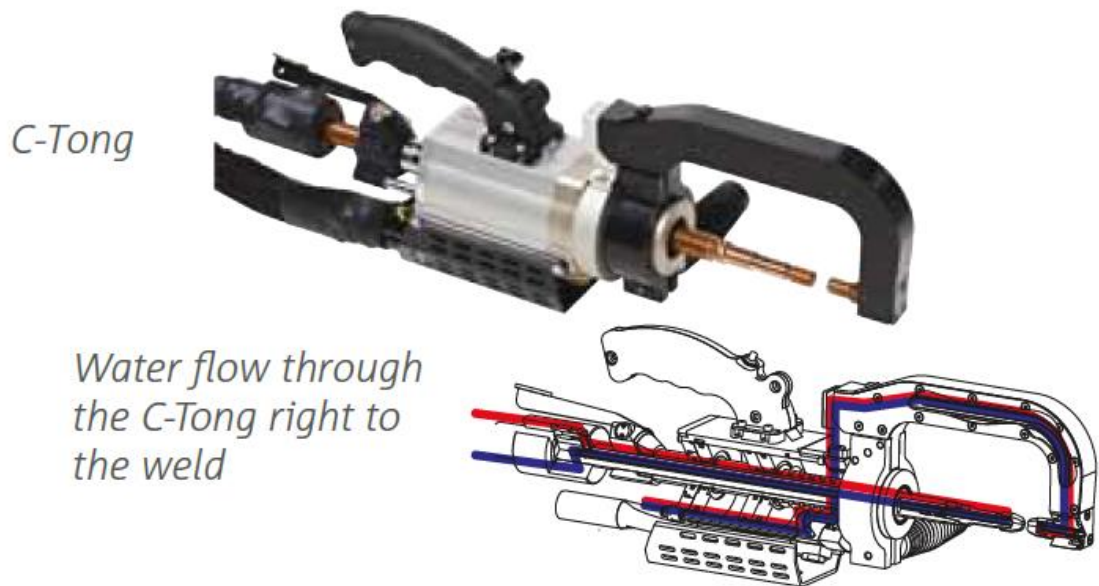
Vastuspistehitsauksessa hitsattavat pinnat puristetaan vastakkain ja niiden läpi syötetään suuri hitsausvirta. Hitsauslämpö syntyy yhteen liitettyjen työkappaleiden vastuksista suuren virran kulkiessa niiden lävitse. Hitsauksessa ei käytetä lisäainetta. Puristusvoima syntyy paineilman avulla. Hitsauslaitteen puristusvoima voi olla jopa 4,5 kN. Kuva 8 esittää vastuspistehitsin syntymistä, kun elektrodit painetaan hitsattaviin kappaleisiin.



Kuva 8. Pistehitsausmenetelmä (9).

Työkappaleiden väliin syntyy puristuksen voimasta sähköä johtava kontaktipinta. Tämä kontaktipinta saadaan aikaan joko hitsattavien kappaleiden pintojen tai elektrodien muotoilulla. Suuri hitsausvirta synnyttää hetkellisen kovan lämpötilan nousun ja teräksen pehmenemisen kontaktipinnoissa. Teräksen sulaessa kovan puristusvoiman alla vastinpintojen teräkset sekoittuvat yhteen ja hitsiliitos syntyy.

Elektrodit valmistetaan useimmiten seostetusta kuparista. Elektrodien tehtävänä on ohjata puristusvoima liitoskohtaan ja hitsausvirta haluttua reittiä liitokseen. Elektrodit kuumenevat prosessin aikana todella paljon. Koska hitsausvirta on usein hyvin suuri, jopa 9 kA, elektrodeja täytyy jäähdyttää, jotta hitsauksen laatu ja työteho säilyvät korkeana. Paineilmalla voidaan jäähdyttää elektrodeja mutta yhä useammassa vastuspistehitsauslaitteessa on nestejäähdytys sen paremman jäähdytystehon vuoksi. Kuvassa 9 on havainnollistettu pistehitsilaitteen elektrodien vesijäähdytystä.



Kuva 9. Car-O-Liner CR 510:n vesijäähdytys (10).

Pistehitsauksen yhteydessä voidaan joskus käyttää myös liimaa antamaan lisää kestävyyttä liitokselle. Tällöin puhutaan liimahitsauksesta. Liiman käyttö vähentää hitsauspisteeseen kohdistuvaa kuormaa.

Vastushitsausmenetelmä on erittäin suosittua etenkin autoteollisuudessa sen taloudellisuuden sekä tehokkuuden ansiosta. Hitsattavia pintoja ei tarvitse puhdistaa eikä hitsi vaadi hiontaa tai jälkilämpökäsittelyä. Volkswagenin ja Audin korjausohjeiden mukaan on käytettävä vastuspistehitsausta aina, kun se on mahdollista. Kuvassa 10 on esitelty erilaisia lisävarusteita Car-O-Linerin CR510 hitsauslaitteelle. Lisävarusteiden laaja kirjo mahdollistaa eri muotoisten kohteiden hitsaamisen. (7; 12.)

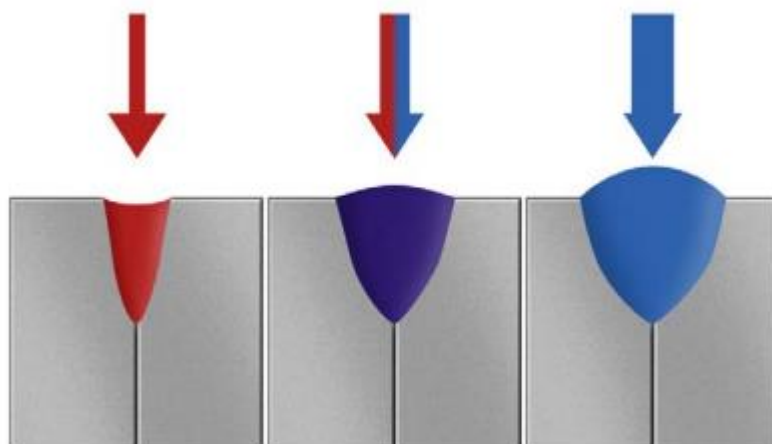


Kuva 10. Car-O-Liner CR510:n lisävarusteita (11).

### Laserhitsaus- ja juotto

Autotehtaissa lasersaumoja käytetään yhä enenevässä määrin. Lasersauman käytön etuna on, että se kuluttaa vähemmän terästä suojaavaa sinkkikerrosta, koska hitsauslämpö saadaan kohdistettua laserin avulla pienemmälle alueelle kuin perinteisillä menetelmillä. Laserhitsisauman halkaisija on vain noin 0,5 - 1 millimetriä. (6.)

Kuva 11 esittää erilaisten hitsisaumojen geometriaa. Vasemmalla on lasersauma, keskellä laser-/MIG-hybridisauma ja oikealla pelkkä MIG-hitsisauma.



Kuva 11. Hitsisaumojen geometriaa (12).

Laserhitsauksessa voimakas valonsäde ohjataan hitsauskohtaan optisten linssien välityksellä. Lasersauma sopii myös paremmin eri paksuisten materiaalien yhdistämiseen. Eri paksuisten materiaalien yhdistäminen oikein on lisännyt autojen korien kolarikestävyttä. Lasersaumaa käytetään useimmiten teräksen ja alumiinin yhdistämiseen. Laserhitsauksessa ylempi pelti sulaa ja alempi pehmenee, joten lisäainetta ei tarvita. (12.)

Laserhitsaus on kehitetty vain autotehtaiden automatisoituun hitsausprosessiin. Jälkeenpäin saumoja ei tehdä korikorjaamoilla vaan ne korvataan muilla hitsausmenetelmillä ja -saumoilla, koska laitteistot ovat järjettömän kalliita eikä ne sovellu korjaamolosuhteisiin. Autovalmistajilla on ohjeet ja vaatimukset, miten laserhitsisauma tulee korvata korjaamoilla, jotta auto olisi korjauksen jälkeen tarpeeksi turvallinen jälleen. Audi AG otti Audi A4 - mallin myötä käyttöön laserhitsauksen autotuotannossa. Audin korjausohjeen mukaan tuotannon lasersauma korvataan korjaamoilla suojakaasuhitsisaumalla tai niiteillä. Laserjuotto on harvinaisempi hitsausmenetelmä mutta sekin on yleistymään päin. Sen ominaisuudet vastaavat MIG-juottohitsausta. (12; 13; 14.)

Laserhitsauksen edelläkävijät ovat Audi ja Volkswagen, joiden monissa malleissa menetelmää on käytetty laajalti jo kymmenisen vuotta sitten. Esimerkiksi jo vuonna 1997 markkinoille tulleessa Volkswagen Golf IV - mallissa on 4500 pistehitsiä ja laserhitsisaumaa 1,4 metriä. Seuraavassa, V-sukupolven Golfissa, pistehitsejä on enää 1500 kappaletta ja laserhitsisaumaa peräti 70 metriä. Volkswagenin mukaan kyseisten automallien kohdalla auton korin tuotantoaika on pienentynyt 25-prosenttia laserhitsauksen ansiosta.

Audeissakin on nähty lasersaumaa jo vuosituhannen vaihteesta lähtien. Vuosina 1999 - 2005 valmistetussa Audi A2:ssa on lasersaumaa 30 metriä. Lasersaumat on merkitty kuvassa 12 keltaisella katkoviivalla (12; 13; 14.)



Kuva 12. Audi A2:n lasersaumat ovat merkitty keltaisella katkoviivalla (12).

### Alumiinihitsaus

Alumiinin hitsaaminen eroaa teräksen hitsaamisesta materiaalien fysikaalisten erojen takia. Alumiinin sähkönjohtavuuskyky on noin kolme kertaa parempi kuin teräksellä. Lisäksi alumiinin lämpölaajeneminen on voimakkaampaa ja se on hauraampaa korkeissa lämpötiloissa. Tämän vuoksi alumiini muuttuu herkemmin muotoaan hitsatessa. Paras keino välttää alumiinin muodonmuutokset on korkea hitsausnopeus. (6.)

Alumiinia hitsatessa vety on kaikkein haitallisin epäpuhtaus. Vetyä on rasvoissa, öljyissä sekä kosteudessa. Kaikkia edellä mainittuja kertyy herkästi huokoiseen alumiinioksidin ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Alumiinioksidin sulamispiste on niin korkea, että se ei sula hitsatessa, mikä aiheuttaa virheitä hitsiin. (6.)

Alumiini puhdistetaan pesemällä ja poistamalla rasva esimerkiksi alkoholilla tai asetonilla. Sitten oksidit poistetaan alumiinin pinnasta joko harjaamalla ruostumattomalla teräsharjalla tai esimerkiksi hiekkapuhaltamalla. Pesun jälkeen alumiini tulee hitsata kahden tunnin kuluessa, koska oksideja alkaa muodostua alumiinin pintaan välittömästi. (6.)

Suojakaasuna ei voida käyttää yhtä monia kaasuja kuin teräksen hitsauksessa. Argon on käytännössä useimpien kaasujen pääainesosa. Alumiinille voidaan käyttää pääainesosana myös heliumia (He) mutta yleensä sitä on vain alle 50 prosentin pitoisuuksina (8).

Audin korjausohjeiden mukaan alumiinin hitsauksessa käytetään ainoastaan MIG-hitsauslaitetta. Suojakaasuna käytössä on samaa argonia kuin terästäkin hitsatessa. Ennen hitsauksen aloittamista kohteesta täytyy poistaa alustansuojaus, maali ja oksidikerros. (6.)

### Muovihitsaus

Myös muovia on mahdollista hitsata ja yleisimpiä hitsattavia muoveja ovat polyeteeni (PE) ja polypropeeni (PP). Hitsauksen periaatteena on kuumentaa muovi sen materiaaliominaisuuksiltaan oikeaan hitsauslämpöön. Itse hitsautuminen tapahtuu materiaalin jäähtyessä paineen alaisuudessa.

Muovihitsaustapoja on kolme. Puskuhitsaus on menetelmä, jossa kaksi muovia hitsataan yhteen kuumentamalla ensin hitsattavat alat kuumaa levyä vasten ja painamalla pinnat välittömästi yhteen. Täyteainetta ei käytetä. Puskuhitsausta käytetään eniten muovisten putkien yhteen liittämisenä.

Kuumailmahitsauksessa muovien pinnat kuumennetaan nimensä mukaisesti kuumalla ilmalla. Kuumennettuun pintaan syötetään täyteainetta lankana.

Ekstruuderihitsauksessa muovi kuumennetaan kuten kuumailmahitsauksessa mutta täyteaineena on hitsauslangan sijaan ekstruuderihitsauslaitteen muodostamaa täytemassaa. Laite tekee täytemassan joko hitsauslangasta tai sitten muovigranulaatista, joka on esimerkiksi muovisia rakeita.

Auton muoviosien korjausmenetelmiä on käsitelty erikseen luvussa 8.

## 4.2 Niittaus, liimaus ja puristus

Niittaus on ollut hyvin yleinen liitosmenetelmä autojen valmistuksessa ennen kuin laajempia pintoja on voitu valmistaa yhdestä palasta. Kun laserleikkauksen ja prässien kehitys on mennyt eteenpäin, niittaus on jäänyt vähemmälle.

Niittausta käytetään edelleen lähinnä alumiinin liittämiseksi teräkseen. Kokoteräksisissä autoissa niittausta ei juuri käytetä. Alumiini-teräsliitoksiin niittaus soveltuu hyvin siksi, ettei niittausprosessiin tuoda lämpöä ollenkaan. Näin lämpöherkkä alumiini ei menettä ominaisuuksiaan (4).

Yleisimmin käytettävät niitit ovat ruostumattomasta teräksestä tehdyt haaraniitit. Joskus on käytetty myös alumiinisia niittejä mutta teräksiset kestävät paremmin korroosiota ja ovat lujempia (4).

Niittiliitoksissa käytetään pistehitsauksen tavoin lisänä liimaa. Liima toimii tiivisteenä ja vähentää niittiliitokseen kohdistuvaa rasitusta. Lisäliima estää lisäksi galvaanista korroosiota, koska liima on liitettävien kappaleiden välissä eikä kappaleet näin ollen varsinaisesti kosketa toisiaan. Tämä on oleellinen seikka, koska mikäli alumiini ja teräs olisivat suorassa kosketuksessa keskenään, korrosio alkaisi tapahtua niin, että epäjalompi alumiini alkaisi syöpyä jalomman teräksen rinnalla (4).

Esimerkiksi Audin korikorjausohjeen mukaan 4H-korimallin Audi A8:n takasivupelti tulee vaihdettaessa kiinnittää stanssiniiteillä mutta sen lisäksi tulee käyttää 2K-epoksiliimaa, jotta liitoksien vahvuus on varmasti riittävä (6).

Puristusliitos on liitosmenetelmä, jossa ei käytetä mitään lisäaineita vaan liitettävät kappaleet puristuvat tiukasti toisiinsa. Liitos perustuu materiaalien muovautumiseen. Menetelmä sopii alle 3 millimetriä ohuille levyille. Liitostyökalu puristaa kappaleet työkalun sisään, jossa syntyy haluttu muoto liitokselle ja näin levyt pysyvät kiinni toisissaan. Puristusliitokset eivät ole avattavissa vaan ne täytyy aina rikkoa vaikka poraamalla. Puristusliitos on usein yhtä luja kuin niittausliitoskin. Puristusliitoksia ei käytetä VV-Auto Helsingin tekemissä korikorjauksissa eikä korikorjaamoluokitukseen sitä edellytä. (4.)

## 5 Liitosten irrotus

Auton valmistuksessa käytettyjen liitoksien irrotukseen on olemassa joitain ohjeita. Autovalmistajien antamissa korikorjausohjeissa on mainittu, millä työmenetelmin ja työkaluin esimerkiksi hitsattu b-pilari täytyy leikata irti, jotta korjaus tehdään autovalmistajan vaatimien normien mukaisesti. Autovalmistajien vaatimuksien lisäksi korikorjaamoluokituksessa on joitain työkaluvaatimuksia koskien auton alkuperäisten liitosten irrottamista.

Korin osien leikkaamiseen on olemassa erilaisia korisahoja. VV-Autossa käytetään VAS/V.A.G-numeroituja korisahoja, jotka ovat Volkswagenin ja Audin hyväksymiä työkaluja. Alkuperäiset hitsipisteet taas avataan siihen tarkoitettuun työkaluun, käsikäyttöisellä ja paineilmatoimisella V.A.G 1731 - hitsipisteiden avaajalla (kuva 13). Laitteen valmistaja on Wieländer & Schill. (6).



Kuva 13. VAG 1731-hitsipisteiden avaaja. Valmistaja Wieländer & Schill (15).

Kolmen tähden korikorjaamoluokituksen sisältyy, että korjaamolla on induktiokuumennin liimattujen osien irrotukseen. Sillä saa esimerkiksi tuulilasin irrotettua ilman perinteisiä tuulilasinirrotustyökaluja, kuten leikkausvaijeria. Induktiokuumenninta käytettäessä voidaan minimoida riskit vaurioittaa maalipintaa, kun irrotetaan liimattuja lasia, muovilistoja tai tarroja. Korikorjaamolla on käytössä Autorobotin induktiokuumennin (kuva 14). (16.)





Kuva 14. Autorobot - induktiokuumennin (17).

## 6 Sinkityt korin osat

### 6.1 Osien irrotus

Auton korin osien sinkitys vaikuttaa omalta osaltaan työkalujen valintaan korikorjauksissa. Korjauksissa pyritään säästämään mahdollisuuksien mukaan tuotantoprosessissa tehty sinkkikerros mahdollisimman hyvin. Täysin ei kuitenkaan voida välttyä sinkkikerroksen vaurioittamiselta autoja korjattaessa mutta kaikki ylimääräiset vauriot sinkkikerroksessa pyritään minimoimaan. Koska nykyään suurin osa auton korin osista on sinkittyjä, on osien irrotuksessa mahdollisuuksien mukaan vältettävä polttoleikkausta ja suosittava enemmän mekaanisia irrotusmenetelmiä kuten korisahan käyttöä tai hitsipistejyrsintä. (6.)

## 6.2 Liitosmenetelmät

Vastuspistehitsauksessa sinkkikerros palaa pois vain hitsipisteen keskeltä. Samalla hitsipisteen ympärille muodostuva sinkkisuojakehä suojaa hitsipistettä korroosiolta. Tästä syystä Volkswagen AG:n korikorjausohjeen mukaan vastuspistehitsausta on käytettävä MIG-hitsauksen sijaan aina kun se on mahdollista (6).

Kun sinkittyä peltiä hitsataan MIG-hitsauslaitteella, moitteettoman korjaushitsiliitoksen aikaansaamiseksi on olemassa ohjeistuksia. Hitsausvirtaa eli ampeereja on lisättävä ja samalla langansyöttöä nopeutettava, sillä pelkkä jännitteen kohottaminen aiheuttaa vain suuremman valokaaren. Näillä säädöillä haetaan parempaa hitsauksen tunkeumaa ja vähemmän huokoista saumaa. Kaasusuuttimien valikoimasta valitaan lieriömäinen kartiomaisen sijasta, koska liian ahtaan suuttimen roiskeet aiheuttavat sauman huokoisuutta. Hitsauslangan tulee olla mahdollisimman pehmeää. Hitsauskaasuna käytetään yleisesti joko hiilidioksidia tai sekakaasuja (hiilidioksidi + argon). (6.)

Hitsatessa sinkittyjä peltejä syntyy myrkyllistä sinkkioksidia sisältävää hitsaussavua. Hitsauksen yhteydessä on käytettävä savukaasujen poistamiseksi oikeanlaista imuria. Keinot savukaasujen poistoon on käsitelty luvussa 11.

## 7 Pintaoikaisu

Pintaoikaisulla tarkoitetaan auton pintaosien eli esimerkiksi ovien, lokasuojien ja katon oikaisua. Oikaisu on tarkoitus tehdä mahdollisimman lähelle pinnan alkuperäistä suoruutta, jotta maalausvaiheessa tehtävissä pohjatyöissä ei tarvitsisi käyttää liiaksi kittiä tai muita pohjusteita. Nykyään pintaoikaisumenetelmiä on useita ja taitava korimekaanikko osaakin yhdistellä niitä tarpeen mukaan.

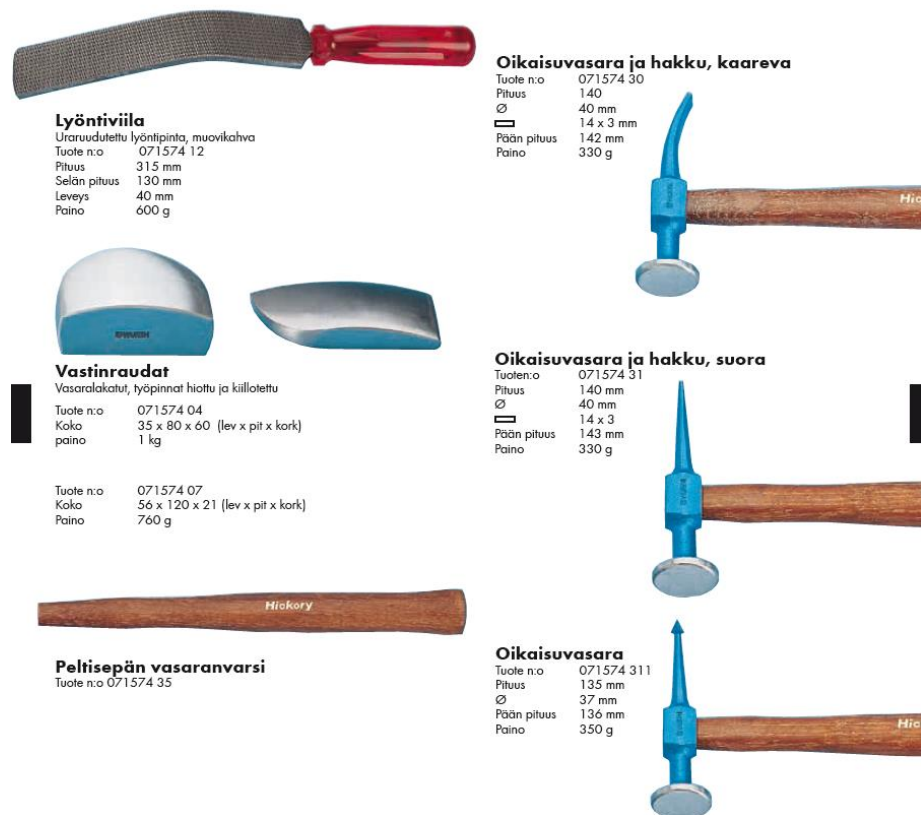
### 7.1 Perinteinen oikaisu

Yhden tähden korikorjaamolta edellytetään välineitä pintapeltien oikaisuun. Pintaoikaisuun tarkoitettuja työkaluja on korikorjaamolla monenlaisia. Vasarat, vastimet, lusikat ja viilat ovat perinteisiä käsityökaluja, joita käytetään laajasti ja päivittäin korikorjaamoilla. Nyppyrät eli nyppykoneet, Smart-oikaisuivivut, liimanapit ja imukupit ja näiden yhdistel-

mät luovat monipuolisuutta oikaisutyöhön. Peltisepällä on laaja valikoima erilaisia oikaisutyökaluja ja taitava tekijä käyttääkin niitä vaihtelevasti oikaisutyön aikana vaurion sijainnin ja laajuuden mukaan. (18.)

Vasaroita ja vastimia on jokaisella korikorjaamolla. Ne ovat ammattilaisen käsissä monipuolisia työvälineitä. Niitä on monenlaisia ja monen kokoisia mikä helpottaa työkalun valintaa aina työkohteen mukaan. Lisäksi suuresta valikoimasta jokainen löytää itselleen parhaiten käteen sopivat työkalut.

Vasaroiden päitä on tasaisia, kuperia tai viistettyjä viilapintaisia. Vastimien muotoilulla taas ei oikeastaan ole rajoja. Syy vastimien lähes loputtomaan muotovalikoimaan on oikaistavien pintojen erilaiset muodot. Lisäksi tilat oikaistavan alan lähellä voivat olla ahtaita, mikä asettaa muotoilulle omat haasteensa. Jotkut käyttävät myös vastimia oikaisuun lyömällä pintaa niillä. (19.) Kuvassa 15 on esimerkkejä oikaisuvasaroista ja vastimista.



Kuva 15. Pintaoikaisutyökaluja (20).

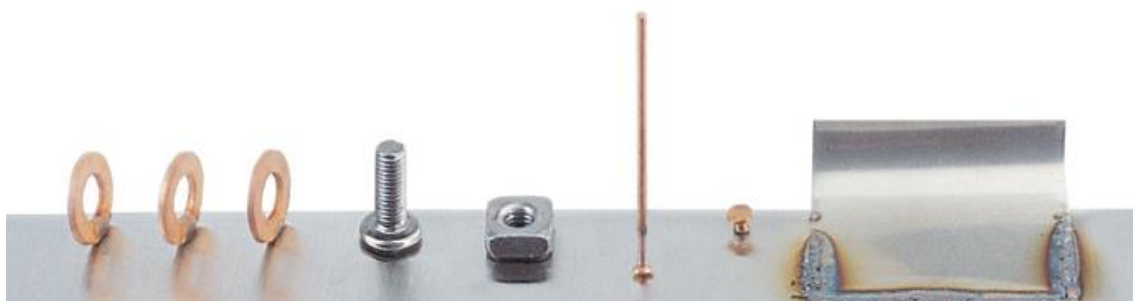
## 7.2 Pellin ulkopuolinen oikaisu nyppykoneella

Nyppyri eli nyppykone on ulkoisella virtalähteellä varustettu oikaisulaite, jolla saadaan hitsattua oikaisukärki pellin pintaan kiinni ja sen avulla oikaistua painauma ulkopinnasta käsin. Nyppyrillä oikaistu pinta vaatii aina maalauksen, sillä sen käyttöä varten on poistettava maali oikaisu- sekä maadoitusalueelta, Vetotyökaluna nyppyri on minimivaatimuksena yhden tähden korikorjaamoluokassa. (18.)

Laitetta käytetään enimmäkseen teräksisten peltien oikaisuun mutta myös alumiinisille osille on olemassa oma laitteensa. Nyppyrin käyttö tekee oikaisusta todella nopeaa, sillä oikaisun takia ei tarvitse tehdä purkutöitä. Nyppykoneeseen on saatavilla erisuuruisia kärkiä, sillä voi kutistaa peltiä ja painaa alas muussa oikaisussa syntyneitä kohoimia. Laitteella saa myös näppärästi hitsattua priikkoja, aaltolankaa tai muita kiinnikkeitä veto-oikaisua varten. Nyppyrin käyttö vaatii huolellisuutta, sillä työstö saattaa tehdä oikaisualueelle reikiä, jotka täytyy hitsata umpeen.

Nyppykoneen etuja ovat erittäin nopea ja hallittu painauman oikaisu pieni ”nyppy” eli veto kerrallaan. Laitteisto on melko edullinen eikä siitä tule paljon käyttökustannuksia. Nyppyri on monipuolisuutensa ansiosta suosittu ja tuottava pinta-oikaisulaite.

Toisaalta nyppykoneen käyttö vaatii aina pintojen maalauksen, mikä nostaa korjauksen hintaa. Maalin poistaminen poistaa myös pellin sinkkikerroksen. Työmenetelmä kaiken kaikkiaan saattaa ohentaa peltiä ja lisäksi se polttaa ruostesuoja-aineen pellin toiselta puolelta. Menetelmä on kuitenkin oikaisutyössä niin tehokas ja aikaa säästävä, että sitä käytetään todella paljon pellin ulkopuolisessa pinta-oikaisussa. Kuvassa 16 on lajitelma erilaisia hitsattavia apuvälineitä pellin ulkopuoliseen pinta-oikaisuun (18.)



Kuva 16. Lajitelma erilaisia priikkoja ja muita hitsattavia apuvälineitä pinta-oikaisuun (21).

### 7.3 Smart repair-menetelmä ja koukkuoikaisu (PDR)

Paintless Dent Removal eli niin sanottu PDR-menetelmä on pinta-oikaisua, jossa säästetään pinnan uudelleenmaalaukselta. Siinä pelti tai alumiini oikaistaan S.M.A.R.T.-raudoilla joko sisäpuolelta tai liimanupeilla ulkopuolelta ilman, että maalipinta vaurioituu. Tämä korjausmenetelmä vaatii erittäin paljon kokemusta, jotta painauma saadaan täysin suoraksi.

Menetelmä on omiaan lähinnä pienien painaumien oikaisuun ovissa ja lokasuojissa, mahdollisesti konepellissä. Menetelmä säästää kokonaistyöaikaa, kun korjaus ei vaadi maalausta. Menetelmä on kannattavaa silloin, kun maalipinta on vaurioitumaton. Toisinaan menetelmää käytetään myös muun pinta-oikaisun tukena, kun halutaan esimerkiksi rajoittaa kitin käyttöä maalauksen pohjatöissä. Kuvassa 17 on yksi esimerkki koukkuoikaisutyökalusarjasta (18.)



Kuva 17. Würthin PDR-työkalusarja (22).

### 7.4 Laajojen pintojen oikaisu

Autorobot Panel Puller on veto-oikaisujärjestelmä laajempien pintojen kuten pakettiautojen sivupeltien pinta-oikaisuun. Panel Puller tekee isojen pintojen oikaisusta helpompaa ja nopeampaa. Sen erityisominaisuuksia ovat helppokäyttöisyys sekä suuret veto-voimat, jotka saavutetaan varrellisten vipuvarsien avulla. Vaakatasoiset ja imukuppi-

kiinnitteiset tukipisteet lisäävät helppokäyttöisyyttä. Tukipisteet ovat säädettäviä ja pyöriä, joten oikaisutuenta saadaan parhaalle mahdolliselle alueelle.

Pintavaurioita esiintyy monesti kotelomaisissa rakenteissa, kuten helmakoteloissa ja takasivupelleissä, joihin ei pääse käsiksi takapuolelta vaan oikaisun täytyy tapahtua pellin ulkopuolelta. Panel Puller säästää valtavasti aikaa laajojen pintavaurioiden oikaisussa, koska oikaisun vuoksi ei juuri tarvitse purkaa esimerkiksi auton ovia. Veto-  
puomin hyödyt tulevat esiin erityisesti hitsattujen korin osien, kuten kattopellin ja sivu-paneelien oikaisussa. Parhain hyöty Panel Pullerista saadaan sikkilinjan oikaisussa. Kuvassa 18 esitellään Panel Pullerin käyttöä. (18; 19.)



Kuva 18. AutoRobot Panel Puller (19).

## 7.5 Alumiinin oikaisu

Alumiini venyy herkemmin kuin teräs ja siksi alumiinin oikaisua pidetään haasteellisempänä materiaalina oikaista. Oikaisussa tulee välttää teräväreunaisia ja kovia oikaisutyökaluja, kuten teräsvasaraa. Sen sijaan suositetaan puu-, muovi- ja alumiinivasaroita.

Suoraa oikaisua eli alumiinipellin pitämistä alustan ja oikaisuvasaran välissä tulee tehdä mahdollisimman vähän. Alumiinissa olevan painauman oikaisutyö aloitetaan painauman keskeltä, toisin kuin teräksen, jonka oikaisu aloitetaan painauman reunoilta. Alumiinin oikaiseminen on enemmänkin painelua kuin vasaralla naputtelua. Liian voimakas käsittely voi johtaa alumiinin venymiseen. Venymistä voi korjata kutistamalla peltiä lämmittimen avulla.

Sekä Audin ja Volkswagenin mukaan korjaamalla tulee olla omat ja muista työkaluista erillään säilytettävät alumiininkorjaustyökalut. Korikorjaamoluokassa ne kuuluvat yhden tähden korjaamoluokitukseen (6.)

## 7.6 Jännityksen alainen oikaisu

Jännityksen alainen oikaisu tarkoittaa menetelmää, jossa terästä oleva pelti venytetään ensin haluttuun suoruuteen esimerkiksi vetopuomin avulla. Kun pelti on jännityksessä, peltiä ryhdytään oikaisemaan tavoitteena poistaa venyttämisestä aiheutunut jännitys. Lopuksi, kun vetopuomi poistetaan, pelti ei palaudukaan takaisin vaan jää haluttuun, oikaistuun muotoon. Suurlujuusteräksen oikaisu onnistuu parhaiten jännityksen alaisena (23).

Esimerkiksi takalokasuojan kaarilinja voidaan oikaista jännityksen alaisena. Ennen kaarilinjan oikaisua lokasuojaa on jo oikaistu sen verran, että kaarilinjan oikaisu on mahdollista. Aluksi kaareen hitsataan pistehitseillä lenkkejä vetotyötä varten. Monesti kaarilinjan voi merkitä vaikka tussilla, jotta lenkit tulee hitsattua oikeisiin kohtiin. Hitsatut lenkit muodostavat ikään kuin tunnelin, jonka läpi voidaan pujottaa tanko veto-oikaisua varten.

Vetopuomin avulla peltiä venytetään tangosta, kunnes lokasuojan kaari on halutussa kohdassa. Vetopuomin kiinnityspisteet täytyy valita tarkasti ja varmasti kestävästä kohdasta. Hyvät tukipisteet ovat esimerkiksi takaoviaukon sisäpuoli sekä takapuskurin alta peräpelti. Lokasuoja pidetään jännityksessä koko oikaisutyön ajan. Oikaisu suoritetaan käsityökaluilla pieni lyönti tai naputus kerrallaan. Kun oikaisutyö on tehty, vetopuomi ja vetolenkit irrotetaan ja pelti viimeistellään maalausta varten.

## 8 Muovikorjaus

Kolareissa vaurioituneita muoviosia, kuten puskureita ja sivupeilien kotelaita, voidaan uusimisen sijasta myös korjata. Jos esimerkiksi puskuuri on teknisesti korjattavissa, korjausmenetelmä valitaan korjauksen kannattavuuden perusteella. Mikäli korjaus maksaisi lähes saman verran kuin uusi varaosa, ei muoviosaa korjata vaan se vaihdetaan uuteen.

Cabas 4G - kustannuslaskentaohjelmassa on mahdollisuus verrata muovikorjauksen kustannuksia uuden osan kustannuksiin. Sen avulla korjaamo voi perustella korjausmenetelmän valintaa esimerkiksi vakuutusyhtiölle tai asiakkaalle.

### 8.1 Lommon ja naarmun korjaus

Korjattava osa aina ensin pestään ja kuivataan. Lommoa lämmitetään kuumailmapuhaltimella, kunnes se voidaan painaa suoraksi. Seuraavaksi vaurioitunut alue hiotaan, minkä jälkeen alue puhdistetaan ja siihen suihkutetaan ohut kerros tartuntapohjainetta. Noin 15 minuutin kuivumisen jälkeen mahdolliset jäljelle jääneet kuopat täytetään liimalla ja alue tasoitetaan lastalla. Liiman kuivumista voi nopeuttaa infrapunalämmittimellä. Kuivumisen jälkeen osa on valmis maalattavaksi. (6.)

### 8.2 Murtuman korjaus

Muoviosan pesun, hionnan ja tartuntapohjainetta levityksen jälkeen korjattavan alueen takapuolelle liimataan vahvike siten, että se ulottuu 20 millimetriä murtuman yli. Kun liima on kuivunut, voidaan hiottu alue täyttää liimalla etupuolelta ja tasoittaa lastalla. Lopuksi pinta hiotaan ja siihen levitetään tartuntapohjainetta ennen maalausta. (6.)



## 9 Oikaisupenkit

Korin oikaisu- ja vetotyöt vaativat korjaamolta oikaisupenkkiä. Oikaisupenkki on autonosturi, johon auton saa kiinnitettyä eri kohdista niin, että auton korjausta on mahdollista oikaista ja vetää suoraksi suurillakin voimilla. Kahden tähden korjaamoilta vaaditaan oikaisupenkki, johon auton saa kiinnitettyä. Minimivaatimus vetovoimasta on neljä tuhatta kiloa.

Kolmen tähden korjaamon oikaisupenkiltä vaaditaan edellä mainitun lisäksi auton tuentamahdollisuus vähintään kuudesta eri pisteestä. Tuenta- ja kiinnityssarjat tulee olla korjattaville automerkeille olemassa.

Oikaisu tapahtuu oikaisupenkissä vetopuomia käyttäen. Vetopuomi kiinnitetään oikaisupenkkiin kuten autokin. Autoon on ensiksi hitsattu esimerkiksi vetolenkkejä tai peltisiä "lappuja" joihin vetopuomin ketju kiinnitetään. Vetopuomi toimii useimmiten hydraulisesti. Korjaamolla käytössä olevissa Celette-vetopuomeissa on jalkapoljin, jolla hydraulikkaa ohjataan. (16; 24.)

### 9.1 Kevyt oikaisupenkki

Korjaamo käyttää Celette-merkkisiä oikaisupenkkejä pintaosien oikaisuun. Eniten käytössä on Celette X-One Nordic, joita korikorjaamolla on yhteensä kymmenen kappaletta. Se on suunniteltu erityisesti kevyiden ja kosmeettisten pintavaurioiden oikaisuun. Auton saa ankkuroitua siihen enintään neljästä pisteestä ja maksimi vetokapasiteetti on 5 tonnia. Helmakiinnikkeiden avulla voidaan suorittaa kevyet oikaisutyöt nopeammin kuin isossa oikaisupenkissä. Penkki toimii samalla autonosturina, mikä vähentää auton siirtämisen tarvetta. Nostokykyä penkillä on 2,5 tonnia. Tällä vetopenkillä pystyy suorittamaan korjaamoluokitusasteen 2 vaatimusten mukaisia korin oikaisuja. Kuvassa 19 on Celette X-One Nordic ilman lisävarusteita ja ala-asennossa. Kuvassa 20 penkki on nostettuna ylös ja siinä on kiinni erilaisia veto-oikaisuun tarvittavia työkaluja. (24.)



Kuva 19. Celette X-One Nordic, kevyt korinoikaisupenkki ilman varusteita.



Kuva 20. Celette X-One kevyt korinoikaisupenkki helmakiinnikkeillä ja vetopuomilla varustettuna (24).

## 9.2 Jigipenkki

Korikorjaamolla on yksi järeä oikaisupenkki, niin sanottu jigipenkki. Jigit ovat kiinnitystarvikkeita, joilla auton saa kiinnitettyä tukevasti oikaisupenkkiin. Eri automerkeille ja vieläpä automalleille on olemassa omat jiginsä ja esimerkiksi Audi ja Volkswagen vaativat, että merkkikorjaamolla on olemassa jigit useille eri malleille. Griffonissa on irrotettavat, komposiittiset ajorampit, jotka ovat irrotettavissa kun auto on jo kiinnitetty helmakiinnikkeisiin tai jigeihin. Kuvassa 21 on Celette Griffon 2800 varustettuna sinisillä ”torneilla” ja niiden päissä olevilla jigeillä sekä keltaisilla helmakiinnikkeillä. Vetopuomi toimii samalla tavalla jigipenkissä kuin kevyemmässäkin oikaisupenkissä. (24.)

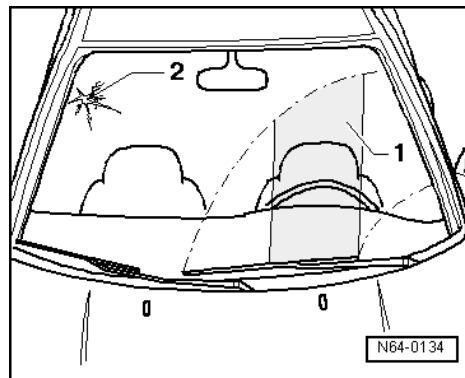


Kuva 21. Celette Griffon 2800 (25).

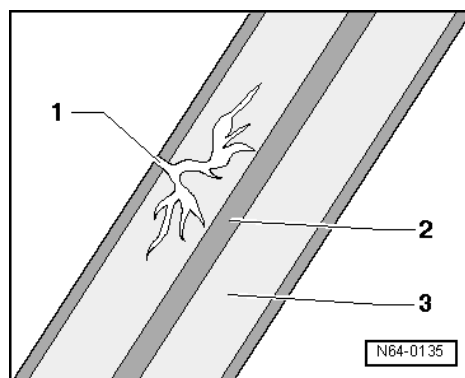
## 10 Tuulilasin korjaus

Tuulilasista voidaan tehokkaasti korjata erilaisia iskemäitä ja pieniä halkeamia tietyin edellytyksin.

Volkswagenin korjausohjeen mukaan vaurio ei saa olla kuljettajan näkökentässä, joka on A4-paperin levyinen kaistale kuljettajan näkökentän keskellä ajosuuntaan, jonka ylä- ja alarajan muodostaa lasinpyyhkimen pyyhintäalue. Halkeamat eivät saa olla yli 5 senttimetriä pituudeltaan tai ulottua lasin reunaan asti. Iskemäjälki saa olla enintään 0,5 senttimetrin levyinen. Tuulilasi koostuu yleensä kahdesta lasista, joiden välissä on ns. välikalvo. Välikalvossa ei saa olla iskemän kohdalla vauriota. Tuulilasin korjaus on suositettava mahdollisimman pian vaurion tapahduttua, jotta iskemään ei ehdi kertymään likaa ja kosteutta, mikä voisi estää korjaustoimenpiteen tekemisen. Kuvat 22 ja 23 ovat Audin tuulilasin korjauksen ohjeistuksesta. (6.)

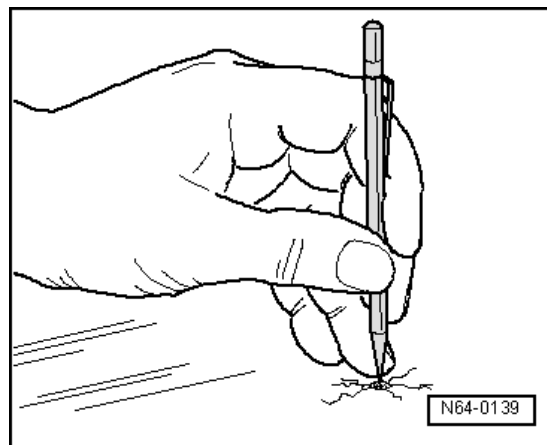


Kuva 22. Tummanharmaalla merkityllä alueella olevaa iskemää ei saa Audin korjausohjeiden mukaan korjata (6).

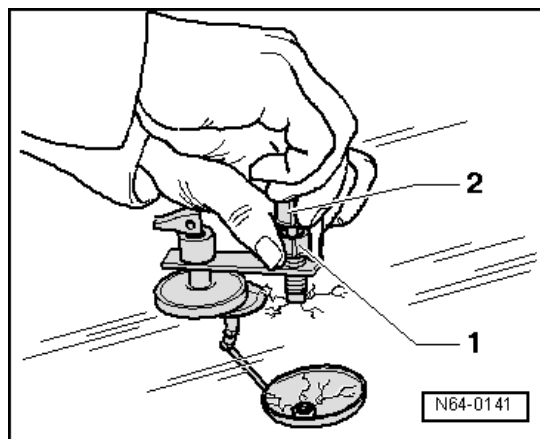


Kuva 23. 1: Uloin lasi. 2: Välikalvo. 3: Sisempi lasi. Halkeaman tulee olla vain uloimman lasin alueella (6).

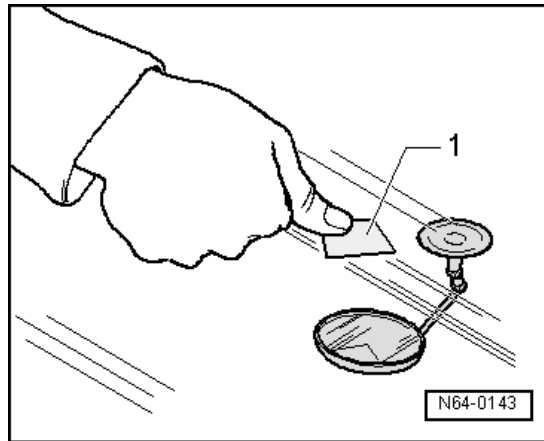
Korjaus täytyy tehdä suojassa suoralta auringonpaisteelta ja korjauspaikan lämpötilan tulee vastata tavallista huoneenlämpöä. Työskentelypaikan täytyy olla kosteudelta suojassa. Aluksi iskemää väljennetään kovametalli-piirtoaiikolla mutta välttämien iskemän suurentamista. Lasinsiruja ei myöskään poisteta. Imukuppia käyttäen luodaan iskemään alipaine, jonka avulla imetään kosteus pois iskemästä. Iskemän kohdalle asetetaan injektorii, jolla ruiskutetaan hartsia iskemään hitaasti. Yleensä hartsin ruiskutus vie aikaa noin 10 minuuttia. Täytetyn iskemän päälle laitetaan suojakalvo, jossa on aktivaattoria, joka nopeuttaa hartsin kuivumista. Lopuksi vauriokohdan päälle laitetaan UV-lamppu. UV-valon annetaan vaikuttaa hartsiiin noin 10 minuuttia. Kuvat 24, 25 ja 26 ovat Audin tuulilasin korjauksen ohjeistuksesta. (6.)



Kuva 24. Iskemän väljentäminen kovametalli-aiirtoaiikolla (6).



Kuva 25. Injektorilla ruiskutetaan hartsia iskemään ja imukupilla poistetaan kosteus (6).



Kuva 26. Paikatun iskemän päälle laitetaan suojakalvo, jossa on aktivaattoria hartsin kovettamisen nopeuttamiseksi (6).

Auto on käyttökunnossa heti toimenpiteen jälkeen ilman odotusaikaa. Vauriokohtaan käytetyn hartsin ansiosta lasia voidaan kuormittaa normaalisti kuten ennen vauriota eikä vaurio leviä. Kovettunut hartsi on väritöntä ja sillä on sama valontaittokyky kuin lasillakin. (6.)

## 11 Haitallisten kaasujen poistaminen

Yhden tähden korikorjaamoluokituksessa korjaamolla tulee olla pakokaasujen poistojärjestelmä sekä koneellinen savukaasujen poistojärjestelmä. VV-Auto Helsingissä on käytössä Nedermanin järjestelmät. Kolmen tähden korikorjaamolla täytyy olla edellä mainittujen lisäksi myös erillinen talteenottojärjestelmä alumiinin hiomapölylle. (16.)

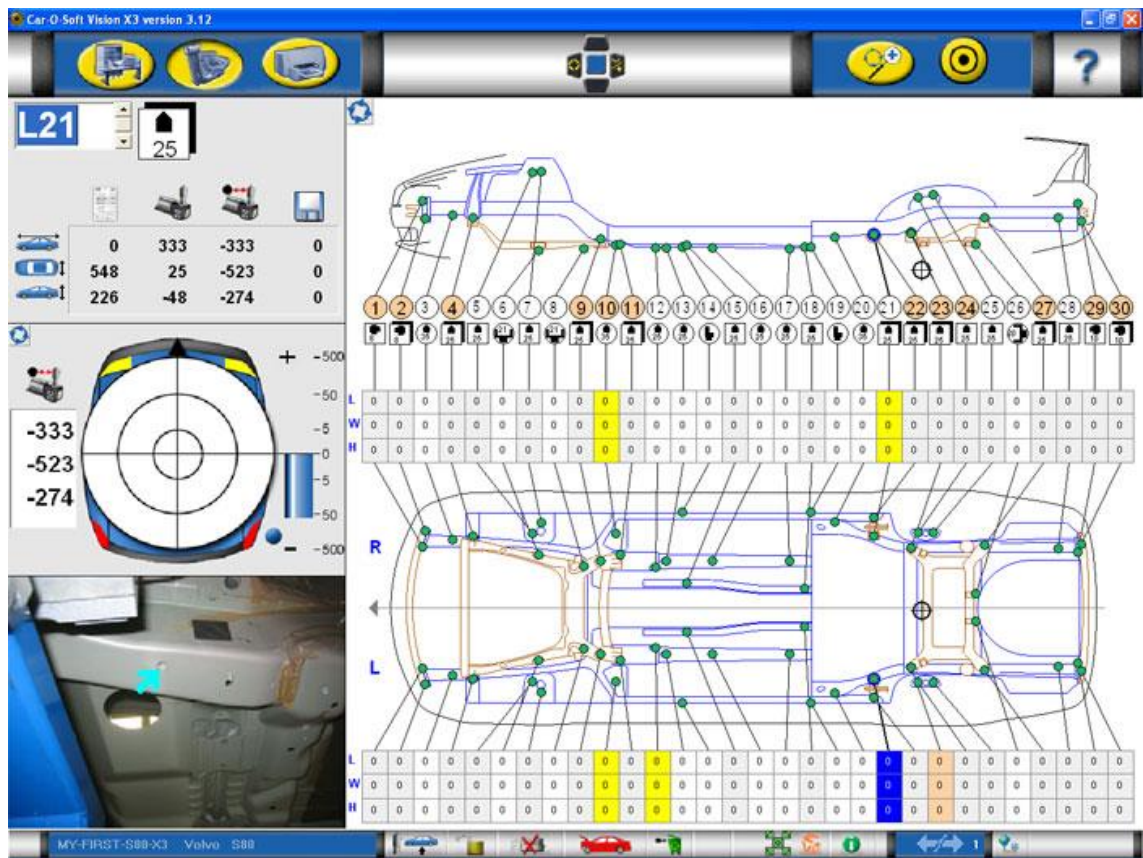
## 12 Pyöräkulmien mittaaminen

Korikorjaamolla ei ole omaa pyöräkulmien mittalaitetta vaan korikorjauksien yhteydessä tehtäviin pyöräkulmien mittauksiin käytetään olemassa olevia Volkswagenin ja Audin yleiskorjaamoiden pyöräkulmien mittalaitteita. Nelipyöräsuuntauksia tehdään melko usein korikorjausten yhteydessä. Mittauksia tehdään aina tarvittaessa ja myös silloin, jos on syytä epäillä ohjaukskulmien muuttuneen kolarin seurauksena. Yhden tähden luokituksessa pyöräkulmien mittaus voidaan hoitaa alihankintana. Kahden tähden luokitukseen vaaditaan korjaamolta jo omaa nelipyöräsuuntauslaitetta (1; 17).

### 13 Korikehikon mittaaminen

Korikehikon mittaamisella tutkitaan laajemmin, onko auton korissa tapahtunut muodonmuutoksia. Autossa on tiettyjä pisteitä, joiden etäisyydet ovat määriteltäviä. Poikkeavuudet pisteiden sijainneissa ja etäisyyksissä kertovat auton korissa olevista muodonmuutoksista, joita ei useinkaan pysty paljaalla silmällä havaitsemaan. Korikehikon mittaamisen jälkeen arvioidaan tarvittavat oikaisu- ja vetotyöt korin korjaamiseksi. Lopuksi kori mitataan uudestaan. Tavoitteena tietenkin on, että oikaisu- ja vetotöiden jälkeen kaikkien kiintopisteiden arvot ovat oikeat.

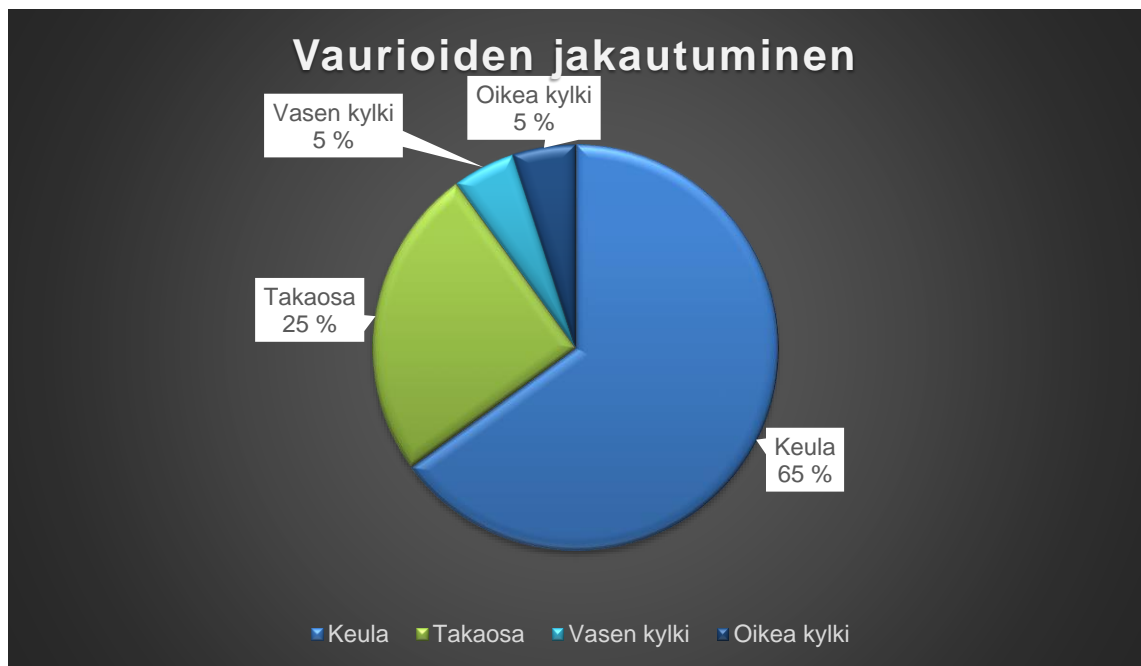
Kolmen tähden korikorjaamoluokitukseen kuuluu, että korjaamolla on mahdollisuus auton korin mittaamiseen ja tulosten esittämiseen 3D-muodossa. Tätä varten VV-Auto Helsingissä on Car-O-Linerin 3D-korikehikon mittauslaite. Kuvassa 27 on näkymä Car-O-Linerin tietokoneohjelmistosta.



Kuva 27. Esimerkki Car-O-Linerin korinmittausohjelmiston näkymästä (26).

## 14 Muodonmuutosalueiden osanvaihdot

Auton korin muodonmuutosalueet ovat auton korin rakenteita, jotka on suunniteltu niimensä mukaisesti niin, että kolarin sattuessa ne muuttavat muotoaan suunnitellusti pienentäen auton hidastuvuutta ja sen myötä vähentäen henkilövahinkoja. Englannissa British Motor Insurance Repair Research Centre on tutkimuksissaan todennut, että valtaosa kolareista ovat keulakolareita ja vauriot tapahtuvat auton etuosan muodonmuutosalueella (27). Kuvassa 28 on havainnollisesti vaurioiden jakautumista auton eri osiin.



Kuva 28. Taulukko korivaurioiden jakautumisesta (27).

Autovalmistajilla on omat vaatimuksensa muodonmuutosalueiden korjausmenetelmistä mutta yleistä on, että vaurioituneet osat vaihdetaan uusiin. Mikäli esimerkiksi runkoajien päiden havaitaan painuneen kasaan, niitä ei saa oikaista tai vetää suoriksi vaan ne täytyy uusia. Muodonmuutosalueiden korjaus muulla tavoin ei tule kysymykseen, koska oikaiseminen tai lämmittäminen voi heikentää teräksen molekyyli-rakennetta, jolloin teräspalkin törmäyskestävyys on oleellisesti pienentynyt (6). Korjatessa autoa tulee aina varma siitä, että korjaus tehdään autovalmistajan korikorjausohjeiden mukaisesti. Korikorjausohjeet kertovat, mitä osia saa tai ei saa oikaista tai vaihtaa. Joskus oikaiseminen on kokonaan kiellettyä jolloin osan vaihto ainoa sallittu korjausmenetelmä.



Kahden tähden korikorjaamolla tulee olla koulutettu henkilökunta sekä tarvittavat työkalut muodonmuutosalueen vaurioiden korjaukseen. Volkswagen ja Audi ohjeistavat korikorjausohjeissaan käyttämään vain hyväksymiään korikorjaustyökaluja muodonmuutosalueiden korjauksiin (6).

## 15 Suurlujuusteräksisen korikehikon osanvaihdot

Kolmen tähden korjaamo suorittaa myös vaativimpia suurlujuusteräksisten korikehikon osien korjauksia ja vaihtoja. Tässä työssä on otettu tarkasteluun vuoden 2012 4G-mallinen Audi A6.

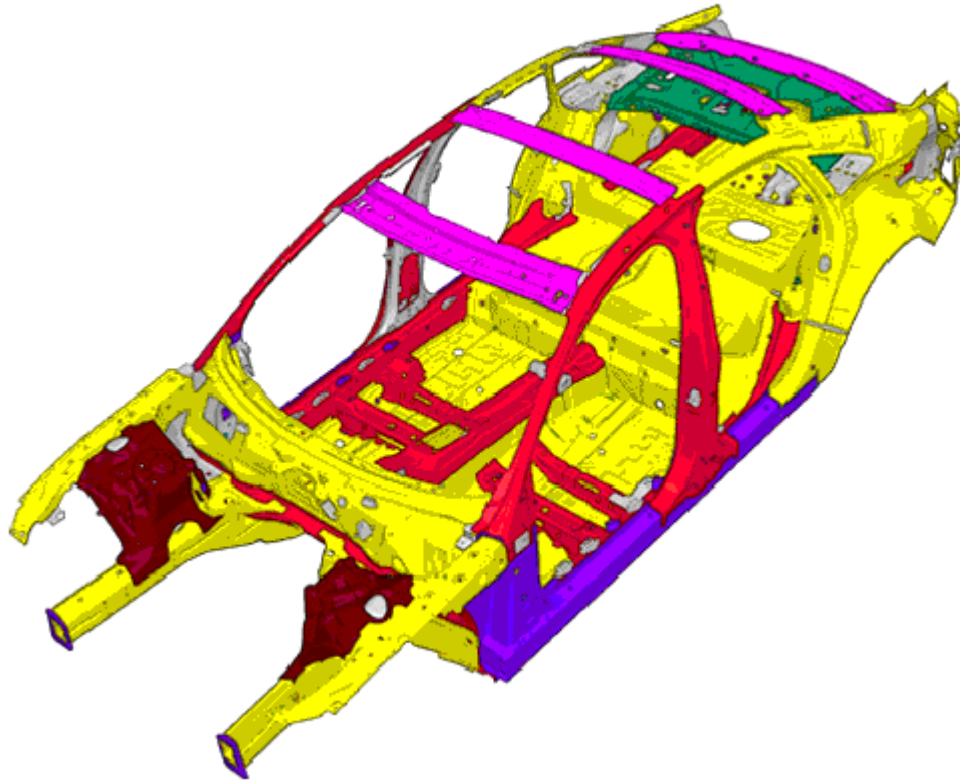
Painon vähentämiseksi Audeissa käytetään pehmeää terästä, suurlujuusterästä, modernia erikoissuurlujuusterästä sekä lämpökäsiteltyä erikoissuurlujuusterästä. Audi on tarkasti määritellyt korjausmenetelmät kullekin materiaalille. Korjausohjeissa on määriteltä sallitut leikkaus- ja liitoskohdat ja korjaukset saa suorittaa vain Audi AG:n hyväksymillä korjauslaitteilla. (6.)

Kuumamuovattu teräs on ultralujaa materiaalia, jota on nimensä mukaisesti muovattu korkeassa (900 - 950 celsiusastetta) lämpötilassa. Teräs saa lujutensa jäähdytysprosessin aikana kun se muotokovetetaan. Käyttämällä kuumamuovattuja teräksiä auton korin painoa saadaan pienennettyä ilman lujushitsauksia. (6.) Taulukossa 1 on lueteltu eri teräslaadut Audi A6:n (4G) osalta (6).

	Väri	Teräslaatu	Vetolujuus (Mpa)
1	Harmaa	Pehmeä	< 350
2	Keltainen	Erikoislujat teräkset	300 - 590
3	Pinkki	Modernin suurlujuusteräksiset	500 - 980
4	Violetti	Ultralujat teräkset	980 - 1150
5	Punainen	Kuumamuovattut ultralujat teräkset	> 1400

Taulukko 1. Audi A6:n korin materiaalit (6).

Kuvassa 29 on havainnollistettu taulukossa 1 mainittujen teräslaatumien käyttökohteet Audi A6:ssa.



Kuva 29. Audi A6 korimateriaalit (6).

Erikoislujaa koripeltiä oikaistaessa on otettava huomioon sen heikompi palautuminen entiseen muotoonsa. Tästä syystä oikaisu vaatii enemmän voimaa. Materiaali myös murtuu herkemmin taitekohtia oikaistaessa. Erikoislujaa peltiä ei myöskään saa venyttää liikaa, sillä se voi äkillisesti venyä liikaa yli toivotun mitan. Erikoislujia teräksiä korjattaessa tulee ottaa huomioon materiaalin venyminen, jos sitä lämmittää liian nopeasti. (6.)

## 16 Vaurioanalyysi

Vaurioanalyysi on kokonaisvaltainen dokumentoitu auton korin, turva-, alusta- ja hallintalaitteiden mittaus, jonka tarkoituksena on saada selville vaurion todellinen luonne. Sen avulla kartoitetaan auton korjattavuuden tarkemmat perusteet. Toimenpide tehdään joko vaurioiden toteamiseksi tai poissulkemiseksi. Vaurioanalyysi voidaan suorittaa ilman, että autoa kiinnitetään oikaisupenkkiin. Dokumentointi perustuu eri diagnostiikkalaitteiden omiin järjestelmiin ja laskentaohjelmiin.

Vaurioanalyysi on usein edellytys korjauspäätöksen saamiselle, kun kyseessä on sen verran suuri vaurio, että sen voidaan olettaa olevan huomattavasti laajempi kuin mitä päällisin puolin voidaan todeta. Etenkin, kun todetaan auton olevan lähellä lunastusrajaa eli käytännössä suurinta mahdollista korjaussummaa, vaurioanalyysin avulla saadaan jo alustavasta korjauskustannuslaskelmasta tarpeeksi tarkka, jotta vakuutusyhtiö voi tehdä päätöksen joko auton korjauksesta tai lunastuksesta. Kun heti vauriokorjausprosessin alussa tehdään tarkka korjauskustannuslaskelma ja selvitetään vaurioanalyysin avulla korjauksen todellinen laajuus, toiminta on reilua ja nopeaa niin korjaamolle, vakuutusyhtiölle kuin asiakkaallekin.

Perusteet vaurioanalyysin tekemiseen on jo edellä mainittu tilanne, kun auto on lähellä lunastusta. Jos epäillään vakavia rakennevaurioita, voidaan vaurioanalyysi myös tehdä. Alustassa sekä ohjauslaitteistossa saattaa olla vaikeasti määriteltäviä vaurioita, joiden toteaminen voidaan tehdä vain mittaamalla. Lisäksi apurunkojen ja lisätörmäysrakenteiden siirtymät voidaan erottaa niiden vaurioista.

Vaurioanalyysi saadaan laskuttaa, kun siihen on ensisijaisesti saatu lupa vakuutusyhtiöltä. Työperusteena on yksi tunti, joka ei sisällä kuitenkaan auton purku- ja kasaustöitä. Purku- ja kasaustöiden hinta määritetään Cabas-laskentajärjestelmän mukaan ja tämä siksi, jotta varmistetaan että töitä ei veloiteta kahteen kertaan. Cabas-laskelmaan tulee lisätä vaurioanalyysin dokumentit, joita ovat mittauspöytäkirjat eri mittauksista. Vaurioanalyysin tärkein tehtävä on tuoda esiin tai sulkea pois piilevät vauriot korissa, alustassa tai hallintalaitteissa. Esimerkiksi yhä yleistymään päin olevat konepellin pyrotekniset jalankulkijan suojajärjestelmät saattavat vaatia testerin käyttöä vaurioiden selvittämiseksi. Monesti vaurioanalyysi nopeuttaa ja selkeyttää vauriokorjausprosessia.

## 17 Ilmastointilaitteen korjauspätevyys

Ilmastointilaitteen korjauspätevyys kuuluu korjaamoluokan kaksi vaatimukseen. Pätevyys edellyttää, että mekaniikko on hyväksytysti suorittanut Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (TUKES) pätevyyskokeen.

VV-Auto Helsingissä on käytössä Volkswagenin, Audin ja Seatin hyväksymä ilmastointin huoltolaitteisto VAS 6746.



Kuva 30. VAS 6746 Air conditioning service station (28).

## 18 Henkilöstövaatimukset

Korjaamoluokitukseen liittyy korjausmenetelmien lisäksi oleellisesti myös korjaamon henkilökunnan osaaminen. Työnjohdolta vaaditaan osaamista ja taitoa tunnistaa ja ymmärtää erisuuruisia vaurioita. Korimekaanikoilta taas vaaditaan tarpeeksi laaja koulutus, jotta autot tulevat oikealla tavalla korjatuksi.

Henkilöstön koulutuksia hallinnoidaan Group Training Online-portaalin avulla. Korikorjaamolla on yksi työnjohtaja, jolle korikorimekaanikoiden ja työnjohtajien koulutus on vastuutettu. Korimekaanikoille sekä automaalareille on olemassa autovalmistajien laatimat koulutukset, niin sanotut pätevytymispolut. Korikorjaamon työnjohtajalle ei ole erikseen omaa pätevytymispolkua. Korikorjaamon työnjohtaja seuraa samaa pätevytymispolkua kuin tavallinen huoltoneuvojakin.

### Yhden tähden korjaamo

Henkilöstövaatimuksia ei ole rekisteröidyssä korjaamossa mutta yhden tähden korjaamosta alkaen koulutusvaatimukset nousevat asteittain. Pohjakoulutuksena vaaditaan sekä työnjohdolta että korimekaanikoilta autoalan perustutkinto tai yli 5 vuotta kokemusta korikorjaamon töistä.

Koulutusrekisteriä täytyy pitää yllä ja todistukset täytyy voida esittää. Täydennyskoulutusta, joka voi olla myös korityön osaamista kehittävä verkkokoulutus, tulee olla yksi päivä vuodessa mekaanikkoa kohden. Täydennyskoulutus tulee olla myös esitettyä auditoinnissa. Työnäyttö täytyy pystyä antamaan auditointitilanteessa tarvittaessa.

Korjaamolla tulee olla henkilö, jolla on osaaminen auton vikadiagnostiikan lukuun. Työ voidaan suorittaa myös alihankintana mutta työn tulee tapahtua korjaamolla tai esimerkiksi samalla tontilla työskentelevän mekaanikon toimesta. VV-Auto Helsingin vaurikorjaamolla auton korjauksen suorittanut korimekaanikko hoitaa vikadiagnostiikan lukemisen itse. (1.)

### Kahden tähden korjaamo

Kahden tähden korikorjaamolta vaaditaan koulutusrekisteri koko henkilökunnasta. Vähintään puolella korimekaanikoista tulee olla perustutkinto tai minimissään viiden vuo-

den työkokemus korimekaanikon töistä. Lisäksi vähintään 20-prosentilla tai minimissään yhdellä korimekaanikolla täytyy olla ammattitutkinto tai vastaava pätevyys.

Yhdellä työnjohtajalla tai 20 prosentilla tulee olla ammattitutkinto tai vastaava pätevyys. Koko henkilöstöstä vähintään 20 prosentilla pitää olla osaaminen vikadiagnostiikan lukuun sekä auton turvatekniikan tuntemus.

Korjaamolta vaaditaan henkilöstön kehityssuunnitelma. VV-Autossa käydään vuosittain kehityskeskusteluja ja lisäksi ylläpidetään koulutussuunnitelmaa Group Training Online -portaalissa. (1.)

Kolmen tähden korjaamo

Edellä mainittujen henkilöstövaatimuksien lisäksi ylimmässä korjaamoluokassa vaaditaan vähintään 20 prosentilta korimekaniikoista sekä työnjohtajista erikoisammattitutkinto tai vastaava pätevyys. Erikoisammattitutkintoa vastaavia pätevyksiä ovat

- korimekaanikon erikoisammattitutkinto
- maalarimestarin erikoisammattitutkinto
- autoalan työnjohdon erikoisammattitutkinto
- tekniikan erikoisammattitutkinto
- autoteknikko
- autoinsinööri
- AMK-insinööri
- työnjohtokoulutus
- viiden vuoden yrittäjyys vauriokorjaamoalalla.

Täydennyskoulutuksen määrä täytyy olla keskimäärin kolme päivää auditointiväliä kohden per korimekaanikko. Verkko-opiskelu riittää täydennyskoulutukseksi. Työnjohtajilta vaaditaan kaksi päivää täydennyskoulutusta vastaavalta ajalta.

Laaduntarkastuksia ulkoisen tarkastajan toimesta tulee olla kaksi vuodessa korimekaanikkoa kohden. (1.)

## **19 Korjaamoprosessit**

Yhden tähden korikorjaamon tulee esittää korikorjausprosessinsa auditoinnissa (1). Korikorjausprosessin tarkempi kuvaus on rajattu tämän työn ulkopuolelle. VV-Auto Helsingin vauriokorjaamon tämänhetkinen prosessikaavio on esitetty liitteessä 2.

## **20 Työkalujen hallinnointijärjestelmä**

### **20.1 Tarve hallinnointijärjestelmälle**

Idea työkalujen hallinnointijärjestelmästä lähti siitä havainnosta, että sellainen puuttui kokonaan korikorjaamolta. Yleiskorjaamotyökalut koko VV-Auton tasolla ovat olleet kirjattuna ja hallinnoituna korjaamomaailma.fi-palvelussa mutta sieltä puuttuivat kokonaan korikorjaamon työkalut. Tämä opinnäytetyö tehtiin tilaustyönä VV-Auto Helsingin vauriokorjaamolle. Tämän insinöörityön yhteydessä luotu työkalujen hallinnointijärjestelmä on suunniteltu korikorjaamopäällikön ja työnjohtajien apuvälineeksi.

Korjaamopäällikön ja korjaamon työnjohtajien tehtävänä on pitää työkalujen tiedot ajan tasalla. Päivittäistä käyttöä järjestelmällä ei luultavimmin tule olemaan, koska sen avulla ylläpidetään tietoja muun muassa työkalujen huolloista. Aluksi järjestelmä on avuksi korikorjaamoluokitukseen auditoitaessa, sillä korikorjaamoluokituksen mukaiset työkalut tulee esittää kuvineen auditoinnin itsearviointin yhteydessä. Auditoinnin jälkeen järjestelmä toimii työkalujen hallinnointivälineenä.

## 20.2 Hallinnointijärjestelmä

Hallinnointijärjestelmän rakennetta lähdettiin miettimään selkeyden ja käytännöllisyyden kautta. Excel-taulukko osoittautui parhaimmaksi pohjaksi järjestelmälle, koska Excel on tuttu kaikille korjaamon työnjohtajille ja se on ajatukseltaan yksinkertainen sekä sen taulukot ovat helposti muokattavissa.

Järjestelmän rakenteeseen on otettu mallia korikorjaamoluokituksen itsearviointilomakkeesta (liite 4). Valinnassa on pidetty silmällä tulevaa korikorjaamoluokituksen auditointia, jotta järjestelmä tukisi parhaalla mahdollisella tavalla työkalujen osoittamista auditoinnissa.

Excel-taulukossa on yhdellä välilehdellä aina yhden korjaamoluokan täyttävät työkalut. Välilehtiä on kolme, yksi kullekin auditoitavalle korikorjaamoluokitukselle. Otsikon alla on ensimmäiseksi tiedot korjaamoluokan toiminnallisista vaatimuksista. Toiminnalliset vaatimukset selkeyttävät osaltaan myös työkalujen luetteloa, koska samalta sivulta käy ilmi sekä työmenetelmät sekä vaadittavat työkalut.

Työkalut ovat listattuna pystysarakkeissa ja seuraavat työkalun tiedot ovat työkalun perässä vaakasarakkeissa (liite 3).

- työkalun tyyppi
- työkalun VAS-/V.A.G- numero
- valmistaja
- merkki ja malli + KUVA
- lukumäärä
- sijainti korjaamolla
- viimeisin ja seuraava huolto
- lisätietoja



- työkalun nimeä napauttamalla aukeaa kuva kyseisestä työkalusta

## 21 Yhteenveto ja pohdinta

Insinööriyössä selvitettiin korikorjaamoluokituksen mukaisia työmenetelmiä. Lisäksi luotiin VV-Auto Helsingin korikorjaamolle työkalujen hallinnointijärjestelmä, joka samalla tukee tulevaa korikorjaamoluokitukseen auditoimista. Jo aineistoa kerätessä sekä työtä tehdessä kävi ilmi, että auton korin materiaalit yhdessä korikorjaamoluokituksen sekä autovalmistajien korjausohjeiden kanssa asettavat monia vaatimuksia oikein suoritettulle korikorjaukselle.

Korikorjaamolla tulee olla suuret määrät erilaisia työkaluja, jotta korikorjaamoluokitukset ehdot täyttyvät. Korikorjaamoluokitus määrittää korjaamolle työmenetelmät ja niiden suorittamiseen vaadittaville työkaluille erilaisia ominaisuuksia. Esimerkiksi kolmen tähden korikorjaamolla olevan vastuspistehitsauslaitteen tulee olla dokumentoitu sekä vesijäähdytteinen. Kahden tähden korikorjaamolle taas riittää tavallinen vastuspistehitsauslaite. Monia korikorjaamoluokituksen vaatimia työkaluja ei tarvita edes kuukausittain. Esimerkiksi PDR-oikaisuja tehdään VV-Auto Helsingin vaurikorjaamolla harvakseltaan, koska PDR-oikaisumenetelmä vaatii todella paljon harjoitusta onnistuakseen hyvin. Monesti PDR-oikaisumenetelmää käytetään muun pinta-oikaisun apuna.

Autovalmistajilla on korikorjausohjeiden lisäksi omat työkaluvaatimuksensa eri työmenetelmiin. Korikorjausohjeissa on melko tarkasti sanottu, mitkä työkalut on oltava mihinkin korjaukseen liittyen. Esimerkiksi takapyöräkotelon vaihto-ohjeissa on selkeästi sanottu, millä työkaluilla pelti pitää leikata ja irrottaa, millä taas täytyy hioa leikatun osan jäänteet pois ja millä taas uusi osa täytyy kiinnittää. Korjaamolla käytettävien laitteiden täytyy olla joko VAS- tai V.A.G-numeroituja työkaluja tai sitten ominaisuuksiltaan täysin vastaavia ja siten hyväksytyjä.

Tästä opinnäytetyöstä saatu hyöty selviää käytännössä, kun VV-Auto Helsingin korikorjaamo auditoidaan korikorjaamoluokkaan. Korjaamon tavoitteena on saada kolmen tähden luokitus eli korkein mahdollinen. Lisäksi korjaamon arki tulee osoittamaan, mi-

ten paljon hyötyä työkalujen hallinnointijärjestelmä tuottaa sitä käyttäville henkilöille eli korjaamopäällikölle sekä korjaamon työnjohtajille.

Järjestelmää voisi jatkojalostaa esimerkiksi vastuuttamalla hallinnointijärjestelmän ylläpidon jollekin korjaamon työnjohtajista. Työnjohtajan vastuulla olisi työkalujen hallinnointijärjestelmän ylläpitäminen ajantasaisena. Korikorjaamoluokituksen muuttuessa tai jonkun työkaluhankinnan tai vaikkapa uuden korjausmenetelmän myötä työkalujen hallinnointijärjestelmä vaatii muutoksia. Jatkuvampaa päivittämistä olisi kuvien vaihtaminen ajantasaisemmiksi aina tarvittaessa sekä huolto- ja kalibrointitietojen päivittäminen. Lisäksi järjestelmän voisi myöhemmin siirtää jollekin kunnolliselle palvelimelle.

## Lähteet

1. Autoalan Keskusliitto ry:n korikorjaamoluokitus. Verkkodokumentti. AKL ry. <<http://www.akl.fi/palvelut/korikorjaamolaatuluokitus/yleista>>. Luettu 1.2.2016.
2. Ultralujat rakenne- ja kulutusteräkset - tärkeimmät ominaisuudet suunnittelulle. PDF-dokumentti. Oulun yliopisto. 6.3.2012. Luettu 3.2.2016.
3. Volkswagen AG verkko-opiskelumateriaalit. Luettu 3.2.2016.
4. Audi AG, verkko-opiskelumateriaalit. VV-Auton koulutusmateriaalit. Luettu 3.2.2016.
5. Audi Technology Portal. 2014. Verkkodokumentti. Audi AG. <<http://www.audi-technology-portal.de/en/body/stiffnes-crash-safety/crash-safety>>. Luettu 3.2.2016.
6. Audi AG korikorjausohjeet. ElsaPro. Luettu 3.2.2016.
7. Hitsausaapinen. 2013. Verkkodokumentti. Kemppe Oy. <[http://www.kemppi.com/inet/kemppi/fi/akp.nsf/frameset/frameset?OpenDocument&left=/inet/kemppi/fi/akp.nsf/WEB\\_Nav?OpenView&navcat=Welding%20ABC&main=/inet/kemppi/contman.nsf/0/5EA64CEDFF42FC30C225718D003E66A7?opendocument&top=/inet/kemppi/fi/akp.nsf/Top?ReadForm&topcat=Welding%20ABC](http://www.kemppi.com/inet/kemppi/fi/akp.nsf/frameset/frameset?OpenDocument&left=/inet/kemppi/fi/akp.nsf/WEB_Nav?OpenView&navcat=Welding%20ABC&main=/inet/kemppi/contman.nsf/0/5EA64CEDFF42FC30C225718D003E66A7?opendocument&top=/inet/kemppi/fi/akp.nsf/Top?ReadForm&topcat=Welding%20ABC)> Luettu 4.2.2016.
8. Alumiinihitsausopas. PDF-dokumentti. Oy Aga Ab. <[http://www.aga.fi/internet.lg.lg.fin/fi/images/AGA%20Aluminum%20Welding%20Brochure%20105x210%20FI634\\_122433.pdf](http://www.aga.fi/internet.lg.lg.fin/fi/images/AGA%20Aluminum%20Welding%20Brochure%20105x210%20FI634_122433.pdf)>. Luettu 4.2.2016.
9. Pistehitsausmenetelmä. 2016. Verkkodokumentti. Mechanical Engineering. <<http://mechanicalinventions.blogspot.fi/2014/09/resistance-spot-welding-rsw-working-principle.html>>. Luettu 17.3.2016.

10. Car-O-Liner Resistance Spot Welder. 2011. Verkkodokumentti. Car-O-Liner AB. <[http://www.car-o-liner.com/files/4313/8548/0313/CR510\\_ENG\\_2011-08\\_web.pdf](http://www.car-o-liner.com/files/4313/8548/0313/CR510_ENG_2011-08_web.pdf)>. Luettu 17.3.2016.
11. Vastushitsausopas. 2009. Verkkodokumentti. Rautaruukki Oyj. <<http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Terastuotteet/Kylmavalssatut%20metalli%20ja%20maalipinnoitetut%20-%20ohjeet/Ruukki-Kylm%C3%A4valssatut-ja-metallipinnoitetut-ter%C3%A4kset-Vastushitsausopas.pdf>>. Luettu 3.11.2015.
12. Dr. Rüdiger Brockmann. 2013. Laser Joining of Aluminium in the European Automotive Industry. PDF-dokumentti. TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH. <[http://www.us.trumpf.com/fileadmin/DAM/us.trumpf.com/Brochures/Laser\\_Technology/Laser\\_Joining\\_Al\\_in\\_the\\_European\\_Automotive\\_Industry\\_Brockmann.pdf](http://www.us.trumpf.com/fileadmin/DAM/us.trumpf.com/Brochures/Laser_Technology/Laser_Joining_Al_in_the_European_Automotive_Industry_Brockmann.pdf)>. Luettu 7.1.2016.
13. Volkswagen Innovation & Technology. 2016. Verkoartikkeli. Volkswagen. <<http://en.volkswagen.com/en/innovation-and-technology/technical-glossary/laserschweissen.html>>. Luettu 20.2.2016.
14. Kochan, Anna. 2003. Laser technology is a key to a new VW Golf. Verkoartikkeli. Automotive News. <<http://www.autonews.com/article/20031117/SUB/311170826/laser-technology-is-key-to-new-vw-golf>>. Luettu 20.1.2016.
15. Audi Authorized Collision Repair Tool Catalog. 2010. PDF-dokumentti. Audi of America. <<http://audicollisionrepair.com/media/AuthorizedCollisionRepairFacilityProgram.pdf>>. Luettu 17.1.2016
16. Korikorjaamoluokituksen vaatimukset. PDF-dokumentti. AKL ry. <[http://www.akl.fi/files/2883/Ohje\\_Korikorjaamoluokitus\\_Vaatimukset\\_042015.pdf](http://www.akl.fi/files/2883/Ohje_Korikorjaamoluokitus_Vaatimukset_042015.pdf)>. Luettu 1.2.2016.
17. Autorobot induktiokuumennin. Verkkodokumentti. Autorobot Finland Oy. <<http://www.autorobot.fi/kuumennus/induktiokuumennin>>. Luettu 3.2.2016.
18. Pintaoikaisu. 2016. Verkkodokumentti. WikiSpaces, Tangient LLC. <<https://korikilta.wikispaces.com/space.template.Pintaoikaisu>>. Luettu 3.12.2015.

19. Autorobot Panel Puller. Verkkodokumentti. Autorobot Finland Oy.  
<<http://www.autorobot.fi/pintaoikaisu/panelpuller>>. Luettu 3.2.2016.
20. Würth-työkalukuvasto. PDF-dokumentti, s. 24-25. Würth Oy.  
<[http://www.wurth.fi/wurth\\_tuotekuvasto/12\\_Autotuotteita/index.html#24](http://www.wurth.fi/wurth_tuotekuvasto/12_Autotuotteita/index.html#24)>. Luettu 3.2.2016.
21. Pro Spot PR-2 Multi-task Welder. 2016. Verkkodokumentti. Pro Spot International Inc. <<http://prospot.com/products/pr-2>>. Luettu 10.1.2016.
22. Würth-työkalukuvasto. PDF-dokumentti, s. 27. Würth Oy.  
<[http://www.wurth.fi/wurth\\_tuotekuvasto/12\\_Autotuotteita/files/assets/common/downloads/publication.pdf](http://www.wurth.fi/wurth_tuotekuvasto/12_Autotuotteita/files/assets/common/downloads/publication.pdf)>. Luettu 17.3.2016.
23. Hitsaus- ja peltityöt. PDF-dokumentti. Työturvallisuuskeskus.  
<[http://www.ttk.fi/files/120/hitsaus\\_peltityot.pdf](http://www.ttk.fi/files/120/hitsaus_peltityot.pdf)>. Luettu 12.12.2015.
24. Celette oikaisupenkit. 2016. Verkkodokumentti. Celette.  
<<http://www.celette.com>>. Luettu 17.3.2016.
25. Celette Griffon 2800. 2016. Verkkodokumentti. Cora Väri Oy.  
<<http://www.coravari.fi/griffon-2800>>. Luettu 17.3.2016.
26. Car-O-Liner Vision X3. 2010. Verkkodokumentti. Pacific Collision Equipment Co. <<http://www.crashtools.com/Car-O-Liner-Car-O-Tronic-Vision-X3.html>>. Luettu 17.3.2016.
27. Safety Technology in Car: Crumple Zone. 2015. Verkkoartikkeli. Autoportal.com. <<http://autoportal.com/articles/safety-technology-in-car-crumple-zone-2807.html>>. Updated 22 Sep 2015. Luettu 10.3.2016.
28. Catalogue Workshop equipment and Special Tools. Verkkodokumentti. Volkswagen AG.  
<<https://erwin.volkswagen.de/workshop/englisch/index.htm?https://erwin.volkswagen.de/workshop/englisch/aktuell/h2013-04.html>>. Luettu 2.10.2015.

**Audin ohjeistus alkuperäisten liitosten uusimiseen korjauksissa**

## Audi teräskoreissa

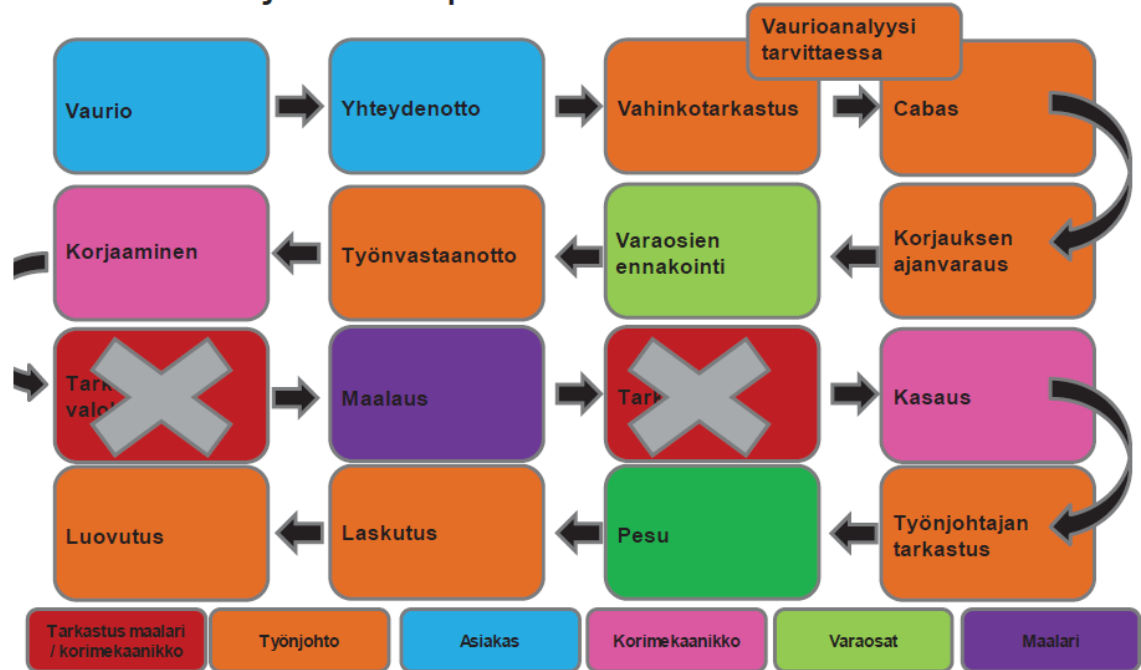
<b>tuotannossa</b>	<b>korjauksessa</b>
Pistehitsaus	Pistehitsiliimaus / MAG reikäpistehitsaus / MAG hitsaus
MAG - hitsaus	MAG - hitsaus
MIG juotos	MAG - hitsaus
Laserhitsaus	MAG - hitsaus
Liimaus	Liimaus / MAG - hitsaus
Pistehitsiliimaus	Liimaus pisteillä / ylimääräiset hitsipisteet / ylimääräinen MAG -hitsaus
Niittaus	Niitit Käytä vain korjausohjeiden mukaisia nittejä. Yleismallisten niittien lujuus ei yleensä ole riittävä.
	Sokkoniitti N 909 236 01 Ø 4,8 mm pituus 6 - 8,5 Sokkoniitti N 906 924 01 Ø 4,8 mm pituus 2,4 - 5 sokkoniitti N 905 344 01 Ø 4,8 mm pituus 1,5 - 3,5

## Audi alumiinikoreissa

<b>tuotannossa</b>	<b>korjauksessa</b>
MIG - hitsaus	MIG - hitsaus
Pistehitsaus	ei käytössä
MIG juotos	ei käytössä
Laserhitsaus	Liimaus ja niittaus
Liimaus	Liimaus ja niittaus
Stanssiniittaus	Stanssiniittaus VAS 5279:llä
Niittaus	Niitit Käytä vain korjausohjeiden mukaisia nittejä. Yleismallisten niittien lujuus ei yleensä ole riittävä.

Vauriokorjaamon prosessikaavio

Vauriokorjaamon prosessikaavio



## Työkalujen hallinnointijärjestelmän näkymä

1 KORIKORJAAMOLUOKKA, 2 TÄHTÄÄ																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
19	Laitteet ja työkalut, jotka täyttävät kahden (2) tähden korjaamoluokituksen																	
20	Olkaispenkit	tyyppi	VAS-numero	valmistaja	merkki ja malli + KUVA	Lukumäärä	sijainti korjaamolla	viimeisin/seuraava huolto	Muu									
21	kevyt penkki korin mitta-aitte		-	Celette Car-O-Linear	X-One Nordic	10	5 kpl korjaamon uusi puoli, 5 kpl vanha puoli											
22						1												
23	Johdinkorjaustyökalut																	
24	Järjestelmän testausta	merkkitesteri, vikamuistin luku ja nollaus	VAS 6150	Panasonic	-	2	A-puoli, B-puoli											
25	Hitsaus- ja juotustyökalut																	
26	MIG/MAG			Kemppi	KemppiMat 2100	2	A-puoli, B-puoli											
27	MIG/MAG			Kemppi	KemppiMat 1800	1	A-puoli											
28	MIG/MAG			Kemppi	TigMaster 2500	1	A-puoli											
29	MIG/MAG			Gys	Duogis Auto	1	A-puoli											
30	MIG/MAG			ESAB	Power Compact 200	1	Alumiinikorjaamo											
31	MIG-juotto			Kemppi														
32	Vastushitsauslaitte			Car-O-Linear	CB 510	1	B-puoli											
33	Vastushitsauslaitte		VAS 6545A	Wieländer & Schill	-	1	A-puoli											
34	Vastushitsauslaitte			Elektron	MultiSpot M80	2	A-puoli											
35	Niittaus työkalut	vetonilittauslaitte		Würth														
36	Minimaarisena vetonilittauslaitte	paneelilmaottaminen niittauskone		Wieländer & Schill	Xpress 800	1	Alumiinikorjaamo											
37	Liimaustyökalut		VAG 1761	Henkel AG & Co KGaA	-													
38	Alumiinikorjaukset	alumiinin hitsauslaitte																
39	Alumiinikorjaukset	alumiinin hitsauslaitte																
40	Alumiinikorjaukset	kondensaattori/hitsauslaitte		Gys	Duogis Auto													
41	Alumiinikorjaukset	alumiinin hitsauslaitte																



## Korikorjaamoluokituksen itsearviointilomake

ITSEARVIONTI (sivu 2/5)				
	Kyllä	Alih.	Audit	Dokum
<b>2) LAITE- / TYÖKALU / TILAVAATIMUKSET</b>				
Oikaisupenkit				
- Vähintään kevytpenkki				
- Laitetiedot, liitä kuva				
- Korin mittalaite				
- Laitetiedot, liitä kuva				
Ohjauskulmalaitteet, nelipyörsuuntauslaite				
- Laitetiedot, liitä kuva				

- Alihankintasopimus				
Kohdepoistojärjestelmä				
- Pakokaasumuri (pakokaasujen poistojärjestelmä)				
- Laitetiedot, liitä kuva				
- Savukaasujen koneellinen poistojärjestelmä				
- Laitetiedot, liitä kuva				
Lasityövälineet				
- Liimalasin vaihdossa käytettävät työvälineet				
- Laitetiedot, liitä kuva				
- Lasinkorjauslaitteet				
- Laitetiedot, liitä kuva				
Muovikorjaustyövälineet				
- Muovikorjauspiste ja -laitteet				
- Laitetiedot, liitä kuva				
Johdinkorjaukset				
- Laitetiedot, liitä kuva				