



Mikko Virsiheimo

UUDEN KORITEKNIIKAN VAIKUTUS KORIKORJAUKSIIN

UUDEN KORITEKNIIKAN VAIKUTUS KORIKORJAUKSIIN

Mikko Virsiheimo
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, auto- ja kuljetustekniikka

Tekijä: Mikko Virsiheimo

Opinnäytetyön nimi: Uuden koritekniikan vaikutus korikorjauksiin

Työn ohjaaja: Mauri Haataja

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2013 Sivumäärä: 107 + 9 liitettä

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin uuden koritekniikan vaikutuksia korikorjauksiin. Työn tavoitteena oli koota kattavasti tietoa uudesta koritekniikasta. Teoriaa havainnollistettiin käytäntöön suorittamalla vakuutusyhtiön lunastamalle BMW e46 -ajoneuvolle kolarikorjaus.

Erikoislujien AHSS-terästen ja alumiinien käyttö auton korirakenteiden materiaaleina on yleistynyt. Tämän myötä myös liitosmenetelmät ovat kehittyneet ja moninaistuneet, ja autonvalmistajien laatimien korikorjausohjeiden merkitys kolarikorjaukselle on korostunut. Jokaiselle automerkille ja -mallille on omat korikorjausohjeensa, joissa määritellään muun muassa oikeat työ- ja liitosmenetelmät. Väärin korjattuna korin turvarakenteet voivat aiheuttaa suuren turvallisuusriskin mahdollisen kolarin sattuessa.

Auton korin materiaalit ovat kehittyneet nopeasti, ja korikorjaamoiden tulisi pysyä kehityksessä mukana. Jo nyt autotehtaissa käytetään niin kehittyneitä liitostekniikoita, ettei sellaisia voida korikorjaamoilla soveltaa. Tästä hyvänä esimerkkinä on laserhitsaus ja -juotto. Tästä syystä vauriokorjaamoille tarvitaan korvaavia liitosmenetelmiä, joista hyvänä erimerkkinä on MIG-juotto.

Kolarikorjaus suoritettiin keulakolaroidulle ajoneuvolle. Korjauksen valvontaehtoina olivat korinmittaus ja nelipyöräsuuntaus. Korinmittaus suoritettiin ajoneuvolle ennen ja jälkeen korin rakennevaurioiden korjauksen. Kolarikorjauksen lisäksi ajoneuvosta korjattiin paljon kosmeettisia vikoja, minkä seurauksena ajoneuvo maalattiin kauttaaltaan. Lopuksi ajoneuvolle suoritettiin rekisteröintikat-sastus huomautuksista.

Asiasanat:

MIG-juotto, suurlujuusteräs, korinmittaus, kolarikorjaus

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	8
2 KORITEKNIIKAN KEHITYS	9
2.1 Kolariturvallisuus	10
2.2 Uusi koritekniikka	11
2.3 ULSAB	11
3 KORIMATERIAALIT	16
3.1 Teräkset	17
3.2 Kevytmetallit	20
3.3 Hybridirakenteet	20
4 LIITOSMENETELMÄT	22
4.1 MIG/MAG-hitsaus	23
4.2 MIG-juotto	23
4.2.1 Menetelmän kuvaus	24
4.2.2 Juottolaitteet	25
4.2.3 Lisäaineet ja suojakaasut	27
4.2.4 Edut ja haitat	28
4.3 Vastuspistehitsaus	29
4.4 Laserhitsaus ja -juotto	31
4.5 Niittaus	32
4.6 Puristusliitos	35
4.7 Liimaus	37
5 KORIRAKENTEITA	39
5.1 Turvakori	40
5.2 Räätelöidyt koriaihiot	45
5.3 Aktiivinen ja passiivinen turvallisuus	46
6 VAURIOKORJAUKSET	48

6.1 Korjaamoluokitukset	49
6.2 Benchmarkdata	50
6.3 AHSS-teräkset	52
6.4 Alumiini	53
6.5 Liitosmenetelmät	57
6.6 Laitevaatimukset	58
6.7 Veto-oikaisu	59
6.8 Alustan ja korin mittaaminen	60
6.9 Alustan ja korin mittalaitteet	61
6.9.1 Mittatanko	62
6.9.2 Mittapenkki	63
6.9.3 Mekaaniset korin mittalaitteet	65
6.9.4 Elektroniset korin mittalaitteet	66
7 KOLARIKORJAUS	69
7.1 Valvontaehdot	70
7.2 Vauriot	71
7.3 Purkaminen	71
7.4 Varaosat	74
7.5 Korinmittaus	75
7.6 Vaurioiden korjaus	88
7.7 Maalaus	92
7.8 Kasaus	96
7.9 Nelipyöräsuuntaus	97
7.10 Rekisteröintikatsastus	98
8 YHTEENVETO	100
LÄHTEET	103
LIITTEET	107

LYHENTEET

AHSS	Kehittyneet suurlujuusteräkset (Advanced High-Strength-Steels)
AIV	Alumiiniteollisuuden ULSA-projekteja vastaavat projektit (Aluminium Intensive Vehicle)
AVC	Kehittyneet autokonseptit (Advanced Vehicle Concepts)
BH	Uunissa lujittuvat teräkset (Bake Hardening)
CP	Monifaasiteräs (Complex Phase)
DP	Kaksoisfaasiteräs (Dual Phase)
EHEL	Ekstrakorkean myötörajan teräkset (Extra High Elastic Limit)
GRAV	BMW 5 -sarjan e60-korimallin alumiininen keularakenne (Gewichts Reduzierende Aluminium Vorderbau)
HEL	Korkean myötörajan teräkset (High Elastic Limit)
HSLA	Lujat hienoraeteräkset (High-Strength Low-Alloy Steel)
HSS	Suurlujuusteräkset (High-Strength-Steel)
MHEL	Megakorkean myötörajan teräkset (Mega High Elastic Limit)
MS	Perinteiset pehmeät rakenneteräkset tai syvävetoteräkset (Mild Steel)
TRIP	Erinomaisen hyvin muokattava teräs (Transformation Induced Plasticity)
TWIP	Muodonmuutosnopeus vaikuttaa teräksen muokkauslujittumiseen (Twinning Induced Plasticity)
UHEL	Ultrakorkean myötörajan teräkset (Ultra High Elastic Limit)

UHSS	Ultralujat teräkset (Ultra High-Strength-Steel)
ULSAB	Kevyt teräskori (Ultralight Steel Autobody)
ULSAC	Kevyet teräksiset ovet ja luukut (Ultralight Steel Auto Closures)
ULSAS	Kevyet teräksiset jousitusrakenteet (Ultralight Steel Auto Suspensions)
VHEL	Erittäin korkean myötörajan teräkset (Very High Elastic Limit)

1 JOHDANTO

Uuden koritekniikan myötä auton koreissa käytettävät materiaalit ja niiden liitosmenetelmät sekä itse korirakenteet asettavat uusia haasteita korikorjaustöihin. Korjattu auto pitää aina saattaa kolaria edeltäneelle tasolle, myös ruostesuojaukseltaan, ja sen on täytettävä vähintään tyyppihyväksyntävaatimukset. Näistä syistä auton valmistajien on täytynyt antaa korjauksille erittäin tarkat korjausohjeet, joissa kerrotaan kaikki korjaukseen tarvittavat tiedot. Näitä voivat olla muun muassa korin osien oikaisumahdollisuus tai vaihto ja sen katkaisukohdat, liitosmenetelmät sekä usein myös hitsausparametrit. Koska kolarikorjaukset ovat korjaamo-olosuhteissa tehtävää käsityötä, on näiden korjausohjeiden tunteminen ja noudattaminen erittäin tärkeää.

Tässä työssä tutustutaan auton koreissa yleisimmin käytettyihin korimateriaaleihin ja niiden korjausmahdollisuuksiin, yleisimpiin liitosmenetelmiin sekä korirakenteisiin. Työn lopussa suoritetaan vakuutusyhtiön lunastaman henkilöauton kolarikorjaus ja sen uudelleen rekisteröinti. Kolarikorjaus suoritetaan valmistajan korjausohjeilla sekä vakuutusyhtiön vahinkotarkastajan sanelemilla korjausehdoilla.

2 KORITEKNIIKAN KEHITYS

Koritekniikan kehitystä ovat aina ohjanneet kustannustehokkuus, saatavilla olevat raaka-aineet, senhetkinen tietämys ja muotoilu. Myöhemmin myös kolariturvallisuus ja ympäristön suojeleminen ovat nousseet merkittäviksi. Jo 1970-luvulta lähtien näihin on kiinnitetty huomiota ja niiden merkitys on korostunut koko ajan aina nykypäivään asti. Valitettavasti kustannustehokkuus ja autotehtaiden suuremman voiton tavoittelu voivat kääntää kolariturvallisuuden kehitystä väärään suuntaan. Tästä on historiassakin muutama esimerkki. (1, s. 7.)

Koritekniikan kehitystä voidaan verrata polttomoottoritekniikkaan, jossa kiristävät päästönormit ajavat autojen valmistajat kehittämään moottoreitaan taloudellisemmiksi ja vähäpäästöisimmiksi. Vastaavasti koritekniikassa korirakenteen kolarikäyttäytymisen ja -turvallisuuden täytyy täyttää tietyt tyyppihyväksytännöt, jotta auto voidaan hyväksyä liikenteeseen. Suurin osa nykyisistä tyyppihyväksytännöistä liittyy joko korirakenteisiin ja kolariturvallisuuteen tai ympäristöhaittoihin. (1, s. 7.)

Uusien autojen pitkien koritakuiden vuoksi autojen valmistajat joutuvat käyttämään hyvin korroosiota kestäviä materiaaleja ja kestävää korroosiosuojausta. Autojen korirakenteissa yleisin käytetty materiaali on teräs, jota ei ole pystytty täysin korvaamaan paremmin korroosiota kestäville materiaaleille, kuten alumiini ja komposiitit. Syynä tähän ovat korirakenteet, valmistusmenetelmät ja korkeammat valmistuskustannukset. (1, s. 6.)

Tyyppihyväksytännöjensä varten suoritettavat kolaritestit ja kuluttajille suunnatut kolaritestit tiukentuvat koko ajan. Tämän vuoksi autojen valmistajien on täytynyt ottaa käyttöön korirakenteissa vahvemmat suurlujuusteräkset ja uudet korirakenteet. (1, s. 6.)

Perinteisiä liitosmenetelmiä, kuten vastuspiste- ja MIG/MAG-hitsausta, käytettäessä korissa oleva sinkkipinnoite vaurioituu ja ruostesuojaus on tehtävä uudelleen. Korissa oleva sinkkipinnoite edellyttää myös suurempaa hitsausvirtaa

kuin pinnoittamaton, jolloin tuotu lämpö määrä on myös suurempi. Tämä aiheuttaa ohutlevyissä suurempia muodonmuutoksia ja sinkkipinnoitteen vaurioitumista laajemmalla alueella, kuin pienemmällä hitsausvirralla. Tämän takia autonvalmistajat joutuvat käyttämään ja laitevalmistajat kehittämään uusia liittomenetelmiä, joista yleistymässä ovat laserhitsaus ja MIG-juotto. (1, s. 6.)

2.1 Kolariturvallisuus

Erilaisia törmäystestejä kolariturvallisuuden tutkimiseksi on autoille tehty jo 1970-luvulta lähtien. Kolari- ja törmäystestit voidaan jakaa kahteen ryhmään, joita ovat tyyppihyväksyntänormeja varten suoritettavat testit sekä kuluttajille suunnatut testit. (1, s. 8.)

Tyyppihyväksyntänormeja varten suoritettavat kolaritestit varmistavat lainsäädännön minimivaatimusten täyttymisen, jotta auto voidaan hyväksyä yleiseen liikenteeseen. Näistä kolaritesteistä määräävät Euroopassa EU-direktiivit ja Yhdysvalloissa FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standards). Kuluttajille suunnatut testit ovat kuitenkin tietyiltä osin tiukemmat kuin tyyppihyväksyntänormeja varten suoritettavat testit. Euroopassa kuluttajille suunnattuja testejä ovat Euro NCAP ja yhdysvalloissa NHTSA:n (National Highway Traffic Safety Administration) ylläpitämät US NCAP sekä IIHS (Insurance Institute for Highway Safety) -testit. (1, s. 8.)

Autojen valmistajat suorittavat nykyään mielellään kuluttajille suunnattuja testejä ja mainostavat niiden tuloksilla, koska kuluttajia kiinnostaa autonsa kolariturvallisuus aiempaa enemmän. NCAP-testien tarkoituksena onkin ollut kannustaa auton valmistajia tekemään entistä turvallisempia autoja ja ohjaamaan koritekniikan kehitystä oikeaan suuntaan. Julkisuuden avulla tähän on myös päästy, koska auton valmistajat pyrkivät saamaan mahdollisimman hyvät arvosanat NCAPin julkisista kolaritesteistä. Myös tyyppihyväksyntänormit asettavat erittäin tiukkoja vaatimuksia koritekniikalle ja sen kehitykselle, joten niitäkään kolaritestejä ei tule väheksyä. (1, s. 8.)

2.2 Uusi koritekniikka

Koritekniikan kehityksellä on monta tavoitetta, joista tärkeimpiä ovat kolarikäyttäytyminen, polttoainetalous, pakokaasupäästöt ja ajo-ominaisuudet. Korin kolarikäyttäytymistä on voitu parantaa paljon suunnittelulla, jossa on hyödynnetty mallintamista ja simulointia. Myös suurlujuusteräksiä, kevytmetalleja ja komposiitteja sekä näiden yhdistelmiä eli hybridirakenteita ja niiden ominaisuuksia hyödyntämällä on voitu suuresti vaikuttaa korin kolarikäyttäytymiseen ja turvallisuuteen. (1, s. 9.)

Kolarikäyttäytymisen simuloinnin ja tarkemman mallintamisen avulla on voitu vaikuttaa korimateriaalien käyttöön ja tätä kautta painonsäästöön. Kevyellä korirakenteella voidaan parantaa polttoainetaloutta ja pakokaasupäästöjä. Tämä on mahdollista saada aikaan materiaalivalinnoilla ja ohuemmalla, mutta riittävän paksulla materiaalivahvuudella. Tästä hyvänä esimerkkinä on terästehtaiden projekti nimeltään ULSAB. Simuloinnin ja mallintamisen avulla on voitu myös parantaa korin kierto- ja vääntöjäykkyyttä, jotka parantavat auton ajo-ominaisuuksia. (1, s. 9, 11.)

2.3 ULSAB

ULSAB-AVC oli teräs- ja autoteollisuuden yhteinen kehitysprojekti, jossa kehitettiin kevyitä ja lujia teräksiä autoteollisuudelle. Uudet suurlujuusteräkset ja valmistusmenetelmät yhdistettynä tarkkaan ja luovaan suunnitteluun mahdollistivat saamaan auton koreista yhä kevyempiä ja lujempia. Kevyellä korilla pyritään pienentämään polttoaineenkulutusta, mutta samalla sen pitäisi lisätä myös auton turvallisuutta kolaritilanteissa. Projektin tarkoituksena oli myös parantaa autotehtaiden kustannustehokkuutta käyttämällä korirakenteissa mahdollisimman paljon terästä ja hyödyntämällä uusia valmistusmenetelmiä. (2, s. 1.)

Uusilla valmistusmenetelmillä mahdollistettiin räätälöityjen levy- ja putkiaihioiden valmistaminen laserhitaamalla ja suurpainemuovaamalla. Kevyen teräsrakenteen, matkustajan suojakehikon, perinteisten turvavarusteiden sekä tietoko-

ne-simuloinnin ja optimoinnin avulla on saavutettu korkeimmat mahdolliset kolari-
turvallisuusluokitukset. (2, s. 1.)

Kehitysprojekti alkoi 1999 ja valmistui 2002. Tänä aikana terästen ominaisuudet
paranivat huomattavasti. ULSABin jatkona on tullut myös ULSAC-
kehitysprojekti, jossa suunniteltiin kevyitä teräksisiä ovia ja luokkuja, sekä UL-
SAS-kehitysprojekti, jolla on saatu autojen jousitusrakenteet kevyemmiksi. UL-
SAB-AVC:ssa oli mukana 33 maailman johtavaa terästenvalmistajaa, joista eu-
rooppalaisista teräksen valmistajista olivat mukana seuraavat:

- Arcelor Luxemburgista
- Corus UK:sta ja Alankomaista
- Nová Hut, a. s Tshekistä
- Rautaruukki Oyj Suomesta
- Salzgitter AG Saksasta
- SSAB Tunnpplåt AB Ruotsista
- ThyssenKrupp Stahl AG Saksasta
- Vallourec Group Ranskasta
- Voestalpine Stahl GmbH Itävallasta. (2, s. 1–2.)

Rautaruukki Oyj on osallistunut vuodesta 1999 lähtien suurlujuusterästen kehi-
tykseen autoteollisuudelle. Rautaruukilla on pitkä osaaminen ja asiantuntemus
erikoislujien terästen ja putkien valmistuksessa. (2, s. 1.)

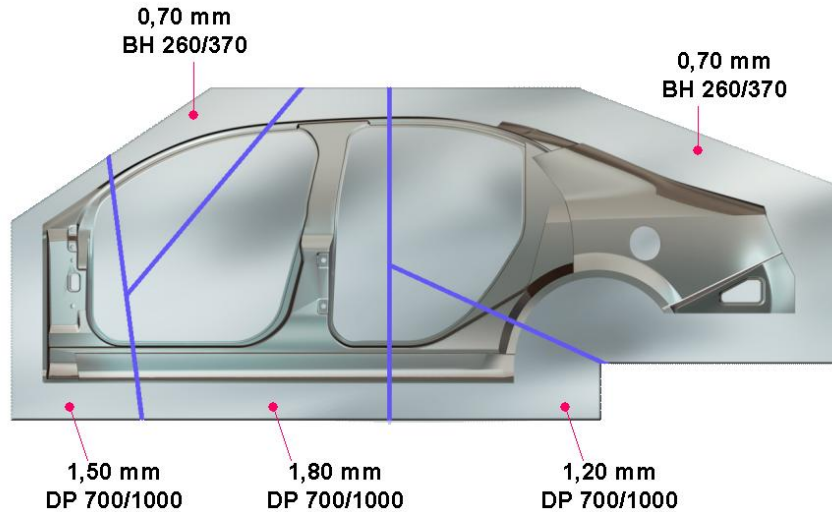
Lujat AHSS-teräkset sopivat hyvin korin turvarakenteiksi, sillä niillä on korkea
lujuus ja hyvä muovattavuus. Näiden ominaisuuksien ansiosta niillä voidaan pa-
ranta rakenteiden mekaanisia ominaisuuksia ja samalla vähentää korin pai-
noa. ULSABissa käytettiin lujia AHSS-teräksiä yli 80 painoprosenttia koriraken-
teista. Tämä oli yli 10-kertainen määrä siihen, mitä senhetkisissä henkilöauton
koreissa keskimäärin oli. (2, s. 2–3.)

Lujien teräksien ominaisuudet on saatu tarkalla koostumuksella ja valssausta
sekä lämpökäsittelyä kontrolloimalla. Autonvalmistajat voivat suunnitella va-
paammin turvarakenteita, tiloja ja ulkonäköä aiempaa ohuemmillä materiaali-

vahvuuksilla, jolloin rakenteen paino putoaa. Hyvällä muovattavuudella mahdollistetaan monimutkaistenkin muotojen valmistaminen. AHSS-teräksillä on voimakas muokkauslujittuminen, ja lujuus kasvaa edelleen maalinkuivausprosessissa (Bake Hardening), jossa lämpötila nostetaan noin 180 °C:seen. Muokkauslujittumisella ja maalinkuivausprosessilla saavutetaan jopa 50 % korkeampi myötölujuus muokkaamattomaan verrattuna. (2, s. 3.)

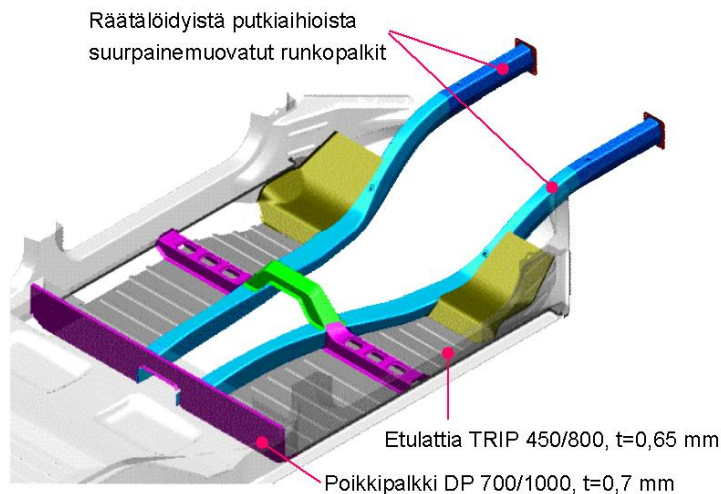
AHSS-terästen peruslujuuden lisäksi niiden TWIP-ominaisuudesta on hyötyä kolaritilanteissa. TWIP-ominaisuudella tarkoitetaan sitä, että muodonmuutosnopeus vaikuttaa teräksen muokkauslujittumiseen. Mitä suurempi on muodonmuutosnopeus, sitä lujemmaksi teräs muuttuu. Kolaritilanteissa muodonmuutosnopeudet ovat usein hyvin suuria, joten muokkauslujittumisaste on myös korkea. Tästäkin syystä AHSS-teräkset ovat tavallisia rakenneteräksiä turvallisempi vaihtoehto korin materiaaliksi. (2, s. 5).

Korirakenteen lisäksi suurlujuusteräksiä käytetään muun muassa jousituksessa, levypyörissä sekä kojelaudan tukirakenteissa. Myös polttoainesäiliö, istuimien rungot, puskuripalkit sekä ovet ja luukut ovat terästä. Räätelöidyt levyaihiot (kuva 1) on valmistettu syvävetämällä ja ohutseinäputkikomponentit suurpainemuovaamalla. Ovet ja luukut mukaan lukien noin 40 % korirakenteista on valmistettu räätelöidyistä levy- ja putkiaihiosta. Ulkopaneelit eli pintapellit on valmistettu 0,6 mm:n levystä nestemuovaamalla tai 0,7 mm:n levystä syvävetämällä. Syvävedettyjen levyosien osuus korissa on noin 70 %. (2, s. 3.)



KUVA 1. Laserhitsaamalla valmistettu levyaihio, josta on syvävetämällä valmistettu ulkosivu (2, s. 4)

Korin tärkeimmät turvarakenteet, kuten eturunkopalkit ja sivuyläpalkit, on valmistettu suurpainemuovaamalla ohutseinäputkesta (kuva 2). Suurpainemuovattuja osia auton korissa on noin 20 %, mitkä kustannussyistä on kuitenkin valmistettu kylmämuovaamalla. Ainoana poikkeuksena on taka-akselin vääntöpalkki, mikä painon optimoimiseksi on suunniteltu valmistettavan suurpainemuovaamalla ja karkaistavan tämän jälkeen. (2, s. 3.)



KUVA 2. Suurpainemuovaamalla räätälöidyistä putkiaihiosta valmistetut eturunkopalkit (2, s. 4)

ULSAB-AVC-projektin tuloksena C-kokoluokan auton, johon luetaan pienet perheautot (ns. Golf-luokka), omapainoksi tuli 933–966 kg ja PNGV-kokoluokan, johon luetaan amerikkalaiset keskikokoiset autot, omapainoksi saatiin 998–1031 kg. Massoihin on huomioitu kaikki, mitä valmiissa ajoneuvossa olisi tehtaalta tullessaan. (2, s. 5.)

ULSAB-konseptissa käytettiin yhteensä 14 teräslaatua, joista AHSS-teräksien osuus oli noin 85 %. Myös perinteisiä HSLA- ja BH-teräksiä on käytetty niille sopivissa kohteissa. Taulukon 1 käyttökohteissa A tarkoittaa liitännäisosia, B korirakennetta, C ovia ja luukkuja, F polttoainetankkia, S jousitusrakenteita ja W pyöriä. (2, s. 9–10.)

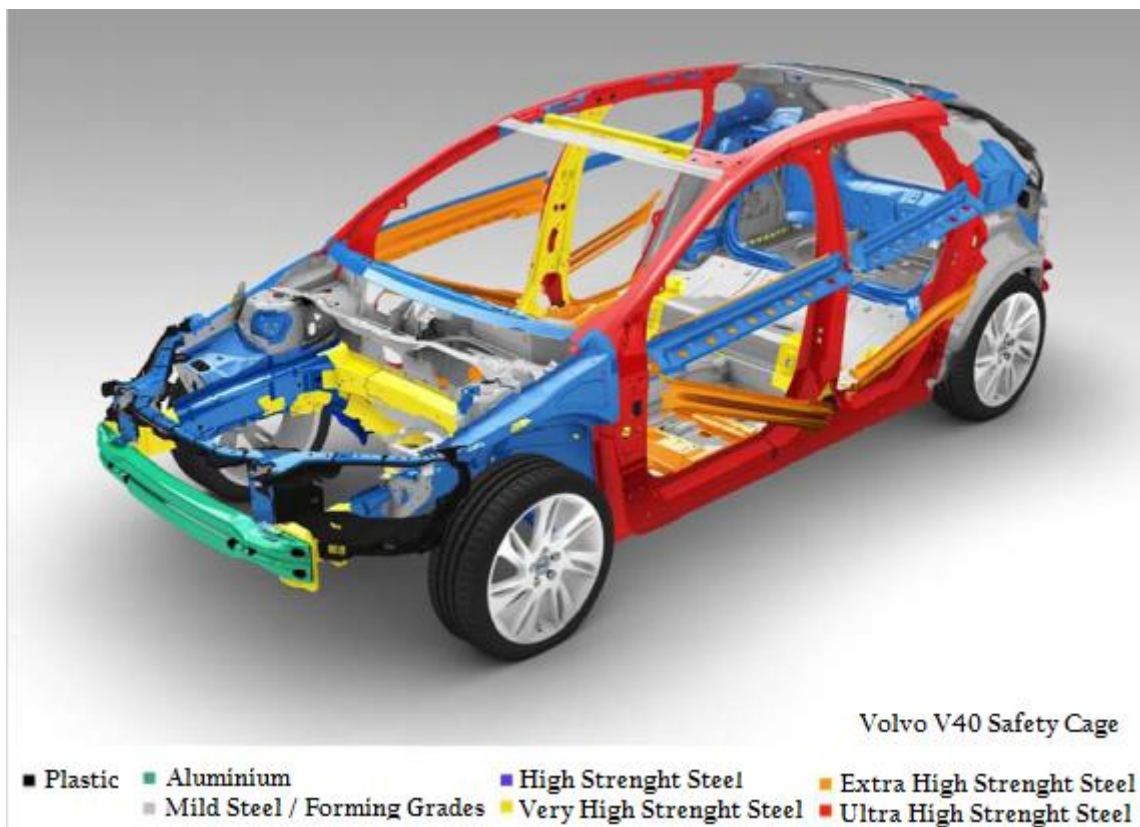
TAULUKKO 1. ULSABissa käytettyjen teräksien ominaisuuksia (2. s. 10)

Teräslaji	Myötölujuus (MPa)	Murtolujuus (MPa)	Murtovenymä A 80 (%)	n-arvo (5-15%)	r-arvo	Käyttökohde
BH 210/340	210	340	34-39	0.18	1,8	BB
BH 260/370	260	370	29-34	0.13	1,6	BB
DP 280/600	280	600	30-34	0.21	1,0	BB
IF 300/420	300	420	29-36	0.2	1,6	BB
DP 300/500	300	500	30-34	0.16	1,0	BB
HSLA 350/450	350	450	23-27	0.22	1,0	A,B, SS
DP 350/600	350	600	24-30	0.14	1,1	A,B,C,W, SS
DP 400/700	400	700	19-25	0.14	1,0	A, BB
TRIP 450/800	450	800	26-32	0.24	0,9	A, BB
DP 500/800	500	800	14-20	0.14	1,0	A,B,C, WW
CP 700/800	700	800	10-15	0.13	1,0	BB
DP 700/1000	700	1000	12-17	0.09	0,9	BB
Mart 950/1200	950	1200	5-7	0.07	0,9	A, BB
Mart 1250/1520	1250	1520	4-6	0.07	0,9	AA

3 KORIMATERIAALIT

Autojen koreissa käytettävät materiaalit ovat muuttuneet perinteisistä rakenne-teräksistä yhä lujempiin ja kehittyneempiin teräksiin. Alumiinin käyttö korirakenteissa on myös yleistynyt ja joissakin automalleissa korvannut osittain tai jopa kokonaan teräksen. Myös eri materiaalien sekoitukset, eli niin sanotut hybridirakenteet, ovat yleistyneet viime vuosien aikana.

Kun korirakenteissa käytettävät materiaalit muuttuvat ja vaihtelevat, on korikorjauksissa ehdottomasti tiedettävä, mistä materiaalista on kyse ja kuinka sitä voidaan korjata. Tähän ovat apuna valmistajien korjausohjeet sekä koritekniset Benchmarkdatat (kuva 3), joilla voidaan erottaa korissa käytetyt materiaalit toisistaan.



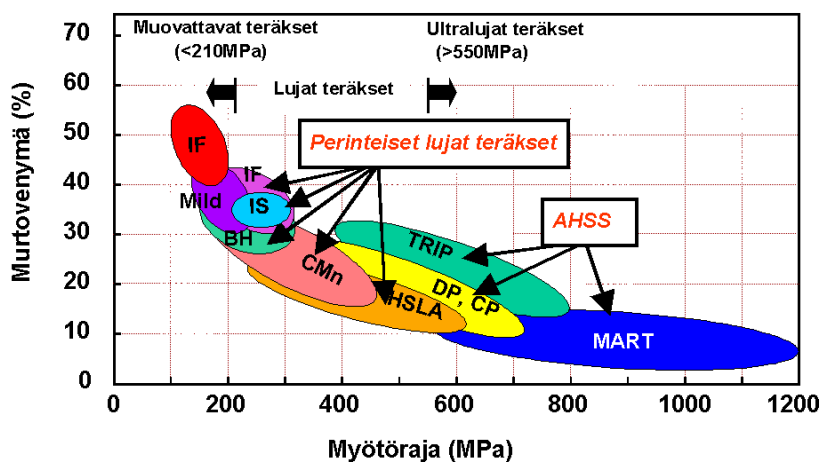
KUVA 3. Volvo V40:n Benchmark-kuva (3)

3.1 Teräkset

Teräs on yhä yleisin autoissa käytetty korimateriaali. Modernit suurlujuusteräkset ovat syrjäyttäneet tavalliset rakenneteräkset lähes kokonaan. AHSS-terästen ominaisuudet kuten lujuus, muovattavuus, hitsattavuus, energian absorptiokyky ja kierrätettävyys saavat autoista yhä turvallisempia, taloudellisempia, ympäristöystävällisempiä ja suorituskykyisempiä. (4, s. 3.)

Erilaisia teräslaatuja on olemassa lukuisia, ja niiden listaus ja tarkka laatujen kuvaus ei ole millään tavalla mielekäästä. Tästä syystä teräkset jaetaan usein luokkiin, joita myös voi olla lukuisia ja eri tavalla jaoteltuja. Autoissa käytettävät teräkset jaetaan usein myötö- tai murtolujuuden mukaan. Myötölujuudella, eli venymällä, voidaan hyvin kuvastaa teräksen korjattavuutta kolarikorjauksissa. (5, s. 1.)

World Auto Steel jaottelee autoissa käytettävät teräkset murtolujuuden mukaan HSS- tai UHSS-teräksiksi. Kuvassa 4 lujuuden asteikkona on käytetty myötörajaa, mutta seuraavaksi on myös esitetty näiden teräksien vastaavat murtorajat. Tämän murtolujuuteen perustuvan jaottelun mukaan HSS-terästen myötölujuus on 210–550 MPa tai murtolujuus 270–700 MPa. UHSS-terästen myötölujuus on yli 550 MPa tai murtolujuus yli 700 MPa. Ultralujia teräksiä on saatavana myötölujuudeltaan aina 1 200 MPa:iin saakka. (5, s. 10.) Teräksiä, joiden myötölujuus on alle 210 MPa, kutsutaan muovattaviksi rakenneteräksiksi (1, s. 9).



KUVA 4. Teräkset jaoteltuna myötölujuuden mukaan (2, s. 11)

HSS- ja AHSS-terästen ero on niiden mikrorakenteessa. AHSS-teräkset koostuvat useasta faasista, joita ovat martensiittinen, bainiittinen ja/tai jäännösauseniittinen. Näitä faaseja on eri suhteissa eri lujuuksisissa teräksissä. AHSS-teräksillä saavutetaan myös HSLA-teräksiä korkeampi lujuus ja helpompi muovattavuus. AHSS-teräksien lujuus perustuu kuumavalssausta seuraavan jäähdymisen nopeuden kontrollointiin tai kylmävalssauksen jälkeen tehtävästä hehkutuksesta tai kuumasinkityksestä. Yleisimpiä AHSS-teräksiä ovat DP-, CP-, MART-, TRIP- ja bainiittiteräkset. (2, s. 9.)

DP-teräksillä on huomattavasti suurempi murtolujuus kuin vastaavan myötölujuuden omaavalla perinteisellä teräksellä. DP-teräksillä on HSLA-teräksiin verrattuna myös suurempi muokkauslujittumiskyky, suurempi tasa- ja murtovenymä sekä korkeampi murtolujuus. TRIP-teräksillä on suuri muokkauslujittuminen kuten DP-teräksilläkin. TRIP-teräksillä muokkausasteen kasvaessa lisääntyy myös muokkauslujittuminen suuremmilla venymillä ja jatkuu pidemmälle kuin DP-teräksillä. Pienillä venymillä TRIP-terästen muokkauslujittuminen on vähäisempää kuin DP-teräksillä. (2, s. 10.)

CP-terästen kemiallinen koostumus vastaa DP- ja TRIP-teräksiä, mutta niitä on lisäksi seostettu pienillä määrillä niobia, titaania ja/tai vanadiinia. CP-terästen murtolujuus on erittäin korkea ja muovattavuus kohtuullisen hyvä. Tämä takaa ne soveltuvat hyvin niihin auton korin kohteisiin, joissa vaaditaan suurta energian absorbointi- ja muodonmuutoskykyä. (2, s. 11.)

MART-teräksillä voidaan saavuttaa jopa yli 1 500 MPa:n murtolujuus. MART-teräksestä valmistetuissa korin osissa hyödynnetään usein lämpökäsittelyjä sitkeyden parantamiseksi. Näiden terästen muovattavuus on rajoitettu, mutta siitä voidaan valmistaa korin osia taivuttamalla ja särmäämällä. Lujuusominaisuuksiin vaikuttavat jäähdymisnopeus ja teräksen karkenevuus, jota parannetaan lisäämällä hiiltä tai muita seosaineita. (2, s. 11–12.)

Painon pienentämisen kannalta, kolariturvallisuutta kuitenkin heikentämättä, ovat kaksoisfaasiteräkset hyvä valinta. Tämä on seurausta myötö- ja murtolu-

juuden korkeasta suhteesta. Näitä teräksiä käytetään suurpainemuovaamalla valmistetuissa osissa. Myös niiden hyvä kyky absorboida energiaa ja suuri muokkauslujittuminen ovat DP-terästen etuja. (2, s. 9.)

Toinen yleinen terästen luokittelu on venymän, eli myötörajan mukaan. Myötörajalla tarkoitetaan sitä voimaa pinta-alaa kohti (N/mm^2), jolla teräs alkaa venyä voimaa lisäämättä. Tällä voidaan helposti kuvastaa teräksen korjattavuutta.

Myötörajan mukaan teräkset voidaan jaotella

- MS-luokkaan, joiden myötöraja on alle 200 MPa
- HEL-luokkaan, joiden myötöraja on 200–400 MPa
- VHEL-luokkaan, joiden myötöraja on 400–600 MPa
- EHEL-luokkaan, joiden myötöraja on 600–800 MPa
- UHEL-luokkaan, joiden myötöraja on 800–1 200 MPa. (6.)

MS-luokan teräksiä käytetään yleisesti pehmeissä ja laaja-alaisissa korin muoto-osissa. HEL-luokan teräkset ovat yleisesti HSS-teräksiä tai mikroseostettuja HSLA-suurlujuusteräksiä. Yleensä myös maalauksen jälkeisessä uunituksessa lujittuvat BH-teräkset kuuluvat tähän ryhmään. HEL-luokan teräkset ovat vielä korjattavissa suhteellisen helposti, mutta vaativat jo erityistietämystä ja harkittua lämmön käyttöä korjauksissa. (6.)

VHEL-luokan teräkset ovat erikoislujia AHSS- ja mikroseostettuja HSLA-suurlujuusteräksiä. Nämä teräkset ovat jo vaikeasti korjattavia ja lämmön käyttöä korjaus- ja oikaisutöissä ei suositella. Korin rakenneosia vaihdettaessa katkaisu- ja liitoskohdat on myös tunnettava. EHEL-luokan teräkset ovat yleensä tuotantoprosesseissa lujittuvia teräksiä ja UHEL-luokan teräkset ovat ultralujia prässikarkaistuja PHS-teräksiä. (6.)

Prässikarkaistut teräkset eivät ole enää korjattavissa. Vaurioituneet osat ovat pääsääntöisesti uusittava. Teräs on jo niin kovaa, että korikorjauksia tehdessä on ehdottomasti tunnettava katkaisukohdat sekä liitostekniikat ja ne vaativat omat työmenetelmänsä. Edellä mainittujen lisäksi puhutaan jo MHEL-luokasta,

joiden myötörajat ylittävät 1 200 MPa. Näiden megalujien terästen myötölujuus on lähes sama kuin murtolujuus. (6.)

3.2 Kevytmetallit

Auton koreissa käytetään kevytmetalleista lähinnä alumiinia, jonka käyttö rajoittuu yleensä konepeltiin, takaluukkuun, oviin ja lokasuojiin. Markkinoilla on myös joitakin automalleja, joiden kori on valmistettu kokonaan alumiinista. Näistä esimerkkeinä ovat Audin mallit A2, A8 ja R8 sekä Jaguarin XJ-mallit. (1, s. 12.) Audi R8:n täysalumiinikori painaa ilman luukkuja noin 210 kg, kun normaalikoisten teräksestä valmistettujen henkilöautojen korit painavat vastaavasti noin 300–350 kg.

Alumiini olisi korimateriaalina erittäin hyvä, sillä sen ominaispaino on vain kolmannes teräksen ominaispainosta. Alumiinista saadaan pursottamalla helposti jäykkiä muotoprofiileja, sillä on hyvä korroosion kestävyys ja kyky sitoa energiaa itseensä törmäystilanteessa. Se kestää myös sopivalla seostuksella ja oikein suunniteltuna suuria muodonmuutoksia murtumatta. (1, s. 12.)

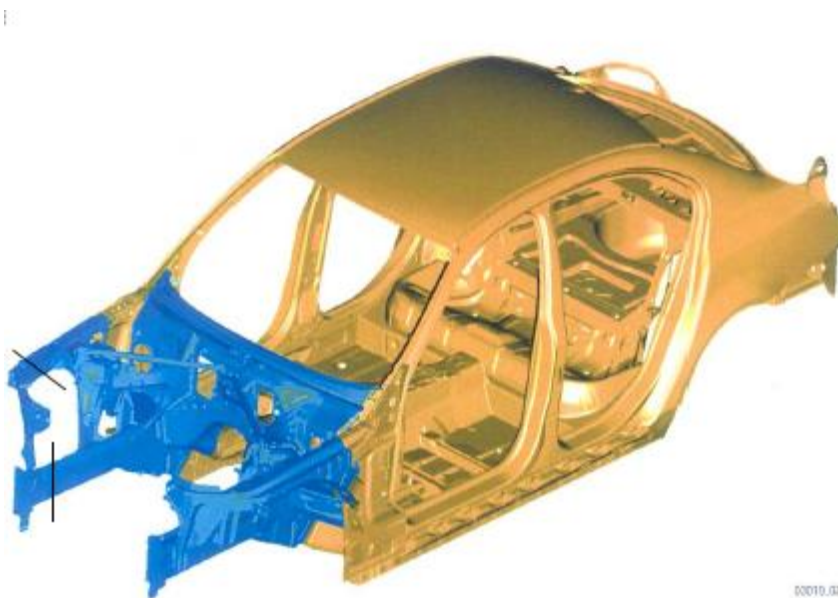
Alumiinin vähäinen käyttö korirakenteissa selittyy kuitenkin sen korkeilla materiaalikustannuksilla, jotka ovat noin 4–5-kertaiset teräksen hintaan verrattuna. Jotkin autonvalmistajat käyttävät alumiinia vain korin tietyissä osissa. Esimerkiksi BMW:n 5- ja 6-sarjan autoissa korin etuosa on alumiinia tuulilasiin asti, jolla on tavoiteltu paremman painojakauman kautta parempia ajo-ominaisuuksia. Myös alustan ja jousituksen osat ovat usein valmistettu alumiinista, jolloin saadaan jousittamaton massa pienemmäksi. Tämäkin on tärkeää ajo-ominaisuuksien kannalta. (1, s. 12.)

3.3 Hybridirakenteet

Hybridirakenteilla tarkoitetaan kahden tai useamman ominaisuuksiltaan erilaisen materiaalin, kuten alumiinin ja teräksen, liittämistä toisiinsa yhtenäiseksi rakenteeksi. Hybridirakenteilla voidaan yhdistää usean materiaalin hyvät ominaisuudet. Esimerkiksi halvemmassa teräsrunkorakenteessa hyödynnettäisiin alu-

miinin kykyä absorboida liike-energiaa, jolloin samalla rakenteen kokonaispaino laskee. (1, s. 13.)

Hybridirakenteessa pelti voi alkaa alumiinina ja päättyä teräksenä. Näin on tehty esimerkiksi BMW:n 5- ja 6-sarjan autoissa, jossa etukehikko on tuulilasiin asti alumiinia (kuva 5) ja loppuosa autosta tavallisia rakenne- ja suurlujuusteräksiä. Alumiinisen keulakehikon ansiosta korista on saatu vähennettyä 36 kg painoa ja painojakauma on saatu 50 % / 50 % etu- ja taka-akselin suhteen. Peltiä ei kuitenkaan ole voitu valmistaa yhtenäiseksi, koska alumiinin ja teräksen liittäminen hitsaamalla ei vielä luotettavasti onnistu. Etukehikko on liitetty teräksiseen koriin niittaamalla ja liimaamalla. (1, s. 13.)



KUVA 5. BMW e60:n korin etukehikko on alumiinia ja muu kori terästä (7, s. 2)

4 LIITOSMENETELMÄT

Jotta kehittyneistä korimateriaaleista saataisiin paras mahdollinen hyöty, on laitevalmistajien ja autotehtaiden täytynyt yhdessä parantaa jo käytössä olevia ja kehittää uusia liittostekniikoita. Autotehtaissa käytetäänkin usein niin kehittyneitä liittostekniikoita, ettei sellaista voida korjaamo-olosuhteissa hyödyntää. Uuden koritekniikan kehittyneet materiaalit asettavat vaatimuksia liittämismenetelmissä jo autotehtaissa, joten se on huomioitava myös kolarikorjauksissa. Auton valmistajien on jo suunnittelussa ja valmistuksessa otettava huomioon, kuinka mahdollinen kolarikorjaus täytyy suorittaa. (1, s. 14.)

Kolarikorjauksen yleinen ehto on, että kolaroitu auto pitää aina saattaa kolaria edeltäneelle tasolle ja auton täytyy täyttää vähintään tyyppihyväksyntävaatimukset myös korjauksen jälkeen. Autotehtaiden on yhdessä laitevalmistajien kanssa täytynyt siis kehittää liittostekniikoitaan sellaisiksi, jotta ne soveltuisivat myös korjaamokäyttöön. Automatisoidussa autonvalmistuksessa vastuspistehitsaus on liittämismenetelmänä hyvin yleinen ja soveltuu sellaisenaan myös korjaamokäyttöön. Toinen automatisoidun valmistuksen yleistymässä oleva liittämismenetelmä on laserhitsaus, joka taas ei sovellu lainkaan korjaamokäyttöön. (1, s. 14–15.)

MIG/MAG-hitsaus soveltuu hyvin kolarikorjauksiin korjaamo-olosuhteissa, mikäli autonvalmistajan korjausohjeet sen sallivat. MIG/MAG-hitsaus on selvästi vähentynyt auton korien valmistuksessa, koska se ei sovellu enää kovinkaan hyvin uusille korimateriaaleille ja niiden ominaisuuksille. (1, s. 15.)

Kaarijuotto, joka on erittäin vanha liittämismenetelmä, on jälleen yleistymässä autojen valmistuksessa. Se soveltuu hyvin uusien korimateriaalien liittämismenetelmäksi ja on varsin käyttökelpoinen myös korjaamo-olosuhteissa. Kaarijuottoa kutsutaan usein nimillä MIG-juotto tai MIG-lankajuotto. (1, s. 15.)

4.1 MIG/MAG-hitsaus

Automatisoidussa autonvalmistuksessa MIG/MAG-hitsausta käytetään vielä sellaisissa kohteissa, joissa korirakenne koostuu tavallisista rakenneteräksistä. Näiden ominaisuudet eivät merkittävästi muutu MIG/MAG-hitsatessa. MIG/MAG-hitsausta voidaan käyttää myös kohteissa, joissa korroosiokestävyys ei ole niin merkittävässä roolissa tai sauma voidaan suojata hyvin liittämisen jälkeen. (1, s. 15.)

Korjaamokäytössä MIG/MAG-hitsaus on hyvin yleinen ja varmasti käytössä niin kauan, kuin vanhempaa autokantaa on liikkeellä tai auton valmistajien korjausohjeet MIG/MAG-hitsauksen sallivat. Invertteritekniikalla varustetulla pulssi-MIG-laitteistolla voidaan kuitenkin hitsata alumiinia sekä suorittaa MIG-juottoa lisäainetta ja hitsausohjelmaa vaihtamalla. (1, s. 15.)

Yleensä alumiinisten korin osien mekaaniset ominaisuudet on saavutettu lämpökäsittelyillä. MIG/MAG-hitsauksessa tuotu lämpömäärä on kohtuuttoman suuri, jolloin alumiinin ominaisuudet kärsivät ja lämpökäsittelyt joudutaan suorittamaan uudelleen. Tästä syystä alumiinin MIG/MAG-hitsaus soveltuukin korin osien liittämiseen lähinnä tehdaskäytössä ja auton valmistajat suosivat korjausohjeissaan yleensä niittaus- ja liimausliittämistä alumiini osille. (1, s. 15.)

Parempia hitsausmenetelmiä alumiinisille osille ovat tehdasolosuhteissa laserhitsaus tai korjaamo-olosuhteissa TIG-hitsaus. Alumiinin korjaus MIG/MAG-hitsaamalla voidaan tehdä vain auton valmistajan korjausohjeiden sen salliessa. (1, s. 15.)

4.2 MIG-juotto

Osa autojen valmistajista on siirtynyt käyttämään MIG-juottoa auton korien valmistuksessa. Juottamista on käytetty autoteollisuudessa aina alkutaipaleelta lähtien, mutta nykyisin MIG-juottoa käytetään lähinnä sinkittyjen ohutlevyjen liittämiseen. Auton koriosien liitosmenetelmäksi MIG-juotto soveltuu erittäin hyvin, koska tarvittava lämpömäärä on huomattavasti alhaisempi kuin perinteisillä hit-

sausmenetelmillä. Tästä syystä korin pinnoitteena käytettävän sinkin ja lämmön aiheuttamat ongelmat ovat vähäisempiä kuin perinteisillä hitsausmenetelmillä. (1, s. 6–7.)

MIG-juottoon tarvittavat laitteet ovat huomattavasti edullisempia kuin laserhitsauslaitteet ja MIG-juotto soveltuu korjaamo-olosuhteisiin erittäin hyvin. Osa autojen valmistajista on kieltänyt korjausohjeissaan osin tai kokonaan MIG/MAG-hitsausliitokset ja vaativat MIG-juottoa kolarikorjauksissa. (1, s. 23.)

Juottamisen ero hitsaukseen on se, ettei juotettaessa sulateta perusainetta. Juotossa käytettävällä lisäaineella (juote) liitetään metalliset kappaleet yhteen. Juotteella sulamispiste on alhaisempi kuin perusaineilla, jolloin tarvittava lämpö määrä on pienempi, koska perusainetta ei ole tarvetta sulattaa. Juote sulatetaan kuumennettujen perusaineiden pinnalle, jolloin se jäähtyessään muodostaa niiden välille liitoksen. (1, s. 23.)

4.2.1 Menetelmän kuvaus

MIG-juotto on kovajuottoa, koska juottamislämpötila on kovajuotonlämpötila-alueella. Kovajuotonlämpötila-alue on 450–1 000 °C. Menetelmä muistuttaa ulospäin tavallista MIG-hitsausta, mutta olennaisina eroina ovat lisäaineen laatu ja lämpötila. Tavallisesti juotteena käytetään erilaisia kupariseoksia ja pronssia, joiden sulamispiste 910–1 040 °C. (1, s. 23.)

Juoton aikana lämpöä tuottava valokaari palaa lisäainelangan ja liitettävien kappaleiden välillä, aivan kuten hitsauksessakin. Valokaari kostuttaa perusaineen pinnan sulattamatta sitä, ja sulattaa lisäaineen sen päälle. Jähmettynyt lisäaine muodostaa juotosliitoksen kappaleiden välille. Koska perusaine ei sula, ei synny myöskään tunkeumaa juuri lainkaan. Kovajuotolle sallitaan kuitenkin 10 %:n tunkeuma, josta on hyötyä, koska lisäaineen nopean jähmettymisen vuoksi kapilaari-ilmiötä ei voida hyödyntää. (1, s. 23.)

MIG-juottaessa poltinkulman pitäisi olla työntävä eikä vetävä, jotta lämpövaikutus perusaineeseen olisi vähäisempi. Teräksisen korin pinnoitteena käytetään

usein sinkkiä, joka sulaa 420 °C:ssa ja höyrystyy 906 °C:ssa. Sinkkihöyryn jou-
tuessa valokaareen, tekee se siitä rauhattoman ja hankaloittaa lisäaineen siir-
tymistä perusaineelle. Yli 10 mm:n vapaalangalla ja työntävällä poltinkulmalla
höyrystyvä sinkki poistuu valokaaren tieltä helpottaen juottamista ja parantaen
liitosta. (1, s. 23.)

MIG-hitsattaessa käytettävän lisäaineen sulamispiste on noin 1 550 °C, jolloin
sinkki aiheuttaa roiskeita ja huokosia suuren lämpömäärän vuoksi. Juottaessa
sulan lisäaineen alla höyrystyvä sinkki ei juuri tuota huokosia eikä myöskään
synny roiskeita. Juotosliitosten huokoisuuteen vaikuttaa olennaisesti sinkkiker-
roksen paksuus. (1, s. 23.)

Auton valmistajien laatimat korjausohjeet korostuvat pitkien koritakuiden ja tur-
vallisuusvaatimusten myötä. Juottamisella voidaan vähentää pinnoitteena toimi-
van sinkkikerroksen vaurioitumista. Myös liitoksen jälkikäsitteilyn ja kor-
roosiosuojauksen tarve vähenee. MIG-juotossa ohutlevyjen muodonmuutokset
ovat pienen lämmöntuonnin vuoksi vähäisempiä kuin MIG-hitsauksessa. (1, s.
24.)

MIG-hitsauksen haittana on suurlujuusterästen ominaisuuksien kärsiminen,
koska teräs karkenee ja haurastuu suuren lämmön vuoksi. Teräksen karkene-
minen voidaan MIG-juotolla välttää niin autoteollisuudessa kuin korjaamoilla ta-
pahtuvissa korikorjauksissa. Yleensä auton valmistajan korjausohjeissa on tar-
koin määritelty korikorjauksissa käytettävät lisäaineet ja juottoparametrit, jotta
korin jäykkyys ja kolarikäyttäytyminen eivät muuttuisi. (1, s. 24.)

4.2.2 Juottolaitteet

Vakiokaarella tehtäviin juottoihin voidaan MIG-juottolaitteena käyttää tavallisia
transistori- tai tyristoriohjattuja MIG/MAG-hitsauslaitteen tasavirtalähteitä. Kui-
tenkin synerginen-pulssivirtalähde olisi parempi, jotta voitaisiin hyödyntää puls-
sikaaren ominaisuuksia. (1, s. 25.)

Vakiokaari- eli lyhytkaarijuotossa valokaari palaa vain osan juottoajasta. Valokaari oikosulkeutuu ja sammuu sulan lisäaineen osuessa liitettävään kappaleeseen ja syttyy uudelleen heti pisaran irrotessa. Näitä oikosulkuja tapahtuu 20–200 kertaa sekunnissa. Koska valokaari ei pala koko ajan, on lämmöntuonti vähäisempää ja menetelmä soveltuu hyvin ajoneuvojen sinkityille ohutlevyille. (1, s. 26–27.)

Pulssivirralla tarkoitetaan virran jaksottamista korkeampiin pulsseihin ja matalampiin perusjaksoihin. Toisin sanoen, hitsausvirtaa ei johdeta koko ajan samaa määrää. Perusvirran tehtävä on pitää valokaari palamassa ja korkeampi pulssi aiheuttaa lisäainelangan pään pisaroitumisen ja kasvamisen. Paras tilanne olisi, jos jokaisen pulssin aikana irtoaisi yksi lisäainepisara. Näin juotto tapahtuisi sujuvasti kokonaislämpömäärän jäädessä pienemmäksi. Pulssivirralla juotettaessa roiskeet vähenevät ja nopeus kasvaa verrattuna pulssittomaan vakiokaarijuottoon. Valokaaren tunkeumaan voidaan vaikuttaa mm. pulssivirtaa, taukovirtaa ja pulssin kestoa muuttamalla. (1, s. 26.)

Synerginenpulssivirtalähde muuttaa pulssiparametreja automaattisesti ennalta luotujen synergiakäyrien mukaan, suhteessa langan syöttönopeuteen. Jotta auton valmistaja voi luvata koritakuun jatkumisen myös vauriokorjauksen jälkeen, on osa autonvalmistajista siirtynyt tarkoin ohjeistettuun MIG-juottoon korikorjauksessa. Opel on muun muassa määritellyt vähimmäisvaatimuksen korikorjauksissa käytettäville MIG-juottolaitteille. (1, s. 26.)

Vähimmäisvaatimuksina juottolaitteille ovat olleet laitevalmistajien tekemät ohjelmat juotosparametreineen. Opelin korjausohjeiden mukaisesti kaikki korjausta tarvittavat osa-alueet on eritelty laitevalmistajan ohjeistossa. Eri kohteisiin on määritetty muun muassa hitsausjännite, -virta sekä vakio- ja pulssikaaren käyttö. Myös liitosmenetelmät on tarkoin ohjeistetut. Niissä kerrotaan, milloin käytetään päittäis-, limittäis-, päälle- tai pitkäreikäjuotoksia. Myös vastuspistehitsauksen vaatimukset ja hitsien sijainnit ovat tarkoin ohjeistetut. (1, s. 26.)

Päittäisliitokset on yleensä helpompi tehdä vakiokaarijuotolla. Pulssikaarijuotolla ilmarako kasvaa, jolloin myös läpipalamisen riski kasvaa ja sulan hallinta vaikeutuu. Päittäisliitoksia voidaan kuitenkin juottaa myös synergisellä vakiokaariohjelmalla, jolloin langan syöttönopeus ja juottoparametrit saadaan vastaavalle tasolle, kuin vakiokaarijuotossa. (1, s. 27.)

Vauriokorjauksessa korikorjaajien tehtäviksi jäävätkin vain valita oikeat korjausohjeet, oikea ohjelmanumero juottolaitteesta ja juottaa liitos. Liitoksen onnistumisesta kertoo sen tiiviys, roiskeiden määrä ja juotoksen vierestä palaneen sinkin leveys. (1, s. 26–27.)

Osassa Opelin malleissa on MIG-hitsaus ehdottomasti kielletty. MIG-juoton lisäksi sallittuja liittämismenetelmiä ovat vastuspistehitsaus, niittaus ja liimaus. Myös Peugeot vaatii vauriokorjauksissa käytettävän MIG-juottoa, vaikkakin eri laitevaatimuksilla sekä lisäaineilla. Opelin ohjeistuksissa ohjeistetaan käyttämään CuSi3 piipronssia, kun taas Peugeot vaatii käytettäväksi CuAl8 alumiinipronssia. (1, s. 27.)

4.2.3 Lisäaineet ja suoja kaasut

MIG-juotossa käytettävät lisäaineet ovat pehmeitä kuparivaltaisia seoksia eli pronssseja. Normaalisti näiden sulamispiste on noin 1 000 °C ja hitsin saavutettava kovuus vaihtelee 85–170 HV. (1, s. 24.)

Kovuuden yksikkö HV on Vickersin kovuuskokeen yksikkö. Kovuuskokeessa pyramidin muotoista timanttikärkeä on painettu tietyllä voimalla koeteltavaan kohtaan. Saatu kovuusarvo on kuormituksen ja painuman pinta-alan suhde. (8, s. 9.)

CuAl8 alumiinipronssin mekaaniset ominaisuudet ovat hyvin lähellä tyypillisiä rakenneteräksiä ja CuAl8Ni2 alumiini-nikkelipronssi vastaa taas lujuudeltaan lujia rakenneteräksiä. Alumiini-nikkelipronssi onkin suurlujuusteräksille tarkoitettu juote. Pii- ja tinapronssit ovat alumiinipronssseja pehmeämpiä ja niillä on muita lisäaineita matalampi sulamispiste. Täten ne ovat myös herkkäliikkeisempiä, eli

juoksevampia juotettaessa. Taulukossa 2 on esitelty kolmen eri MIG-juoton lisäaineen ominaisuuksia. (1, s. 24.)

TAULUKKO 2. MIG-juoton lisäaineiden ominaisuuksia (1, s. 25)

	CuSi3	CuAl8	CuAl8Ni2
Myötöraja (MPa)	160	175	330
Murtolujuus (MPa)	300	430	600
Venymä (%)	23	40	40
Hitsin kovuus (HV)	99	126	-
Iskusitkeys 20 °C:ssa (J)	25	70	65
Sulamislämpötila (°C)	1025	1040	1050

MIG-juoton suojakaasuina käytetään tavallisesti puhdasta argonia, argonin ja 1–2 %:n hapen tai argonin ja 1–3 %:n hiilidioksidin seoksia. Hapen on huomattu pienentävän sulan juotteen pisarakokoa ja nostavan sulan lämpötilaa, jolloin sulasta saadaan juoksevampaa. Myös tunkeuma kasvaa hieman. Happi tai hiilidioksidi suojakaasussa vakauttaa valokaarta ja vähentää roiskeita parantaen juotosliitoksen ulkonäköä. (1, s. 25.)

4.2.4 Edut ja haitat

MIG-juoton etuja MIG/MAG-hitsaukseen verrattuna ovat pienemmän lämmöntonnin vuoksi muun muassa pinnoitteiden vähäisempi vaurioituminen liitoksen ympäriltä ja sen juuripuolelta. Sinkkipinnoitteen höyrystymistä tapahtuu myös vähemmän, jolloin sen terveyshaittojen riskit pienenevät. Pienemmällä lämmöntonnilla saavutetaan myös ohutlevyjen vähäisemmät muodonmuutokset ja sisäiset jännitykset. Koska pinnoitteet vaurioituvat vähemmän ja roiskeita syntyy vähemmän, pienenee myös liitoksen jälkityöstön tarve huomattavasti. (1, s. 28.)

MIG-juotolla voidaan saavuttaa myös moninkertainen kuljetusnopeus MIG/MAG-hitsaukseen verrattuna, jolloin liitokset saadaan aikaan nopeammin. MIG-juotossa käytettävällä lisäaineella on erittäin hyvä korroosionkestävyys ja sillä saadaan aikaan myös katodinen suojavaikutus liitettäviin kappaleisiin. (1, s. 28.) Katodisella suojavaikutuksella tarkoitetaan uhrautuvaa, epäjalommasta metallista valmistettua elektroodia, joka suojatessaan korroosiolta syöpyy itse ennen terästä (9, s. 21).

MIG-juoton haittoina voidaan pitää MIG/MAG-hitsaukseen verrattuna kalliimpaa lisäainetta. Myös juotosparametrit on säädettävä tarkemmin kuin MIG/MAG-hitsauksen hitsausparametrit. Perusaineen sulamattomuudesta johtuen, on lisäaine kohdistettava tarkemmin liitoskohtaan sekä kuumakaarialueella toimittaessa on langansyötön oltava tasainen. Sula juote on erittäin herkkäliikkeistä verrattuna hitsauksen sulaan lisäaineeseen. (1, s. 28.)

Jotta MIG-juoton suurempaa kuljetusnopeutta voitaisiin täysin hyödyntää, vaatisi se mekanisointia. Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista korjaamo-olosuhteissa. Vaikka juotettaessa sinkkihuuruja syntyykin vähemmän, syntyy juottaessa silti kuparihuuruja kuten hitsatessa. Tästä syystä henkilösuojaus on oltava samalla tasolla kuin hitsatessakin. (1, s. 28.)

4.3 Vastuspistehitsaus

Laitteistojen kehityksen vuoksi vastuspistehitsausta käytetään hyvin yleisesti auton korin valmistuksessa ja korikorjauksissa. Laitteistojen kehitykselle on ollut tarvetta juuri uusien suurlujuusteräksien yleistymisen myötä. Vastuspistehitsausta käytetään lähinnä ohutlevyjen limittäis-liitoksissa. (1, s. 15.)

Vastuspistehitsauksessa liitettävät teräspinnat puristetaan toisiaan vasten suurella voimalla ja hitsauselektrodien läpi syötetään tarvittava hitsausvirta. Hitsausvirta saa aikaan paikallisen lämpötilan kohoamisen ja teräksen pehmenemisen. Liitettävien kappaleiden osittain sulaneet teräkset sekoittuvat puristus-paineen vaikutuksesta diffuusion avulla ja osat liittyvät toisiinsa. Jähmettymisen jälkeen liitos on valmis. (1, s. 15–16.)

Liitettävien terästen ominaisuus ja paksuus vaikuttavat hitsausvirtaan, virtatiheyteen, hitsausaikaan sekä puristusvoimaan ja tätä kautta hitsin ominaisuuksiin. Uusimmilla invertteritekniikkaan perustuvilla tietokone-ohjatuilla hitsauslaitteilla tehon säätely mahdollistaa nopean hitsaustapahtuman, jolloin terästen ominaisuuksia heikentävää lämpöä ei leviä kovin laajalle. (1, s. 16.)

Koska hitsausvirta on erittäin suuri, parhaillaan jopa yli 9 kA, hitsauselektrodit lämpenevät vastuspistehitsauksessa erittäin paljon. Lämpöä pyritään saamaan pois paineilman avulla tai uusimmissa laitteissa nestejäähdytyksellä. Tällä taataan parempi hitsin laatu ja työtehokkuus. (1, s. 16.)

Koska hitsauslaitteiston puristusvoima saadaan aikaan paineilmalla, vaikuttaa paineilma-verkon maksimipaine puristusvoimaan. Pitkät hitsauselektrodit pienentävät puristusvoimaa. Parhaimmillaan kaksimäntäiset hitsauspihdit pystyvät jopa 4,5 kN:n puristusvoimaan. (1, s. 16–17.)

Vastuspistehitsaus-laitteistojen kehitys on mahdollistanut myös liiman käyttämisen liitettävien kappaleiden välissä. Tällöin liittämismenetelmää kutsutaan liimahitsaukseksi. Liiman tarkoituksena liitettävien kappaleiden välissä on parantaa liitoksen kestävyyttä, koska hitsauspisteeseen kohdistuva väsyttävän kuormituksen vaikutus pienenee. Myös ohuiden muotopeltien ulkopuoliseen hitsaukseen tarkoitettu yksipuolinen pistehitsaus onnistuu silloin, kun MIG-hitsaus tai -juotto ei ole paras vaihtoehto. (1, s. 18.)

Autojen valmistajat ovat alkaneet vaatia hitsauslaitevalmistajilta valmiita hitsausparametriohjelmia, jotta laite saa autonvalmistajan hyväksynnän korikorjauksessa. Hitsauslaitteelle annetaan materiaalitiedot, josta laitteisto määrittää ohjelmoitujen synergiakäyrästäöjen mukaan käytettävät hitsausparametrit. Uusimmat hitsauslaitteet valvovat myös hitsaustapahtumaa ja varoittavat käyttäjää, mikäli parametrit eivät vastaa ohjelmoituja parametreja. (1, s. 18.)

Parhaimmissa hitsauslaitteistoissa voidaan korjatun ajoneuvon valmistenumeron mukaan tallentaa jopa 5 000 viimeistä hitsausparametria ja asetusta. Tä-

män avulla voidaan myöhemmin muun muassa tarkastaa ja tutkia korikorjausta ja sen vaikutuksia tapahtuneeseen onnettomuuteen. (1, s. 19.)

4.4 Laserhitsaus ja -juotto

Auton korien valmistuksessa laserhitsaus on yleistymässä. Tällä menetelmällä tuotu lämpö saadaan kohdistettua pienemmälle alalle, jolloin korin pinnoitteena käytetty sinkki vaurioituu pienemmältä alalta. Laserhitsauksella sauma saadaan lähes huomaamattomaksi ja sillä voidaan paremmin liittää eripaksuisia materiaaleja toisiinsa. Eripaksuisten materiaalien käytöllä voidaan parantaa auton korarikäyttäytymistä. Eripaksuisista materiaaleista valmistettuja yhtenäisiä kappaleita ovat muun muassa räätälöidyt koriaihiot, jossa levyaihio on valmistettu eripaksuisista ohutlevyistä ja pellin lopullinen muoto saatu prässäämällä. (1, s. 6.)

Laserhitsaus on kehitetty autotehtaiden vaatimusten mukaan ja tarkoitettu ainoastaan tehdaskäyttöön. Sitä käytetään lähinnä teräksien ja alumiinien liittämässä. Laserhitsauslaitteisto on erittäin kallis, toleranssit ovat pieniä ja työturvallisuus lähes mahdoton taata korjaamo-olosuhteissa, ja siksi laserhitsaus soveltuu ainoastaan automatisoituun tehdaskäyttöön. (1, s. 19.)

Laserhitsaus soveltuu erittäin hyvin nykyisille suurlujuusteräksille, koska lämmöntuonti on tarkkaa, eikä suurlujuusterästen ominaisuudet heikkene lämmönvaikutuksesta. Kun menetelmässä vaadittu lämpömäärä saadaan juuri sinne minne pitääkin, kokonaislämpömäärä jää pieneksi. Laserhitsauksella voidaan liittää perusaineet toisiinsa ilman lisäainetta tai lisäaineen kanssa. (1, s. 19.)

Jopa laserjuotto on mahdollista. Laserjuottamisella voidaan liittää teräksiä toisiinsa pii- ja alumiinipronssien avulla. Laserjuottamalla saadaan siisti ja kapea sauma, jonka ominaisuudet vastaavat MIG-juottoa. Eräiden VAG-konsernin autojen kattopeltien liitos sivuyläpalkkiin (kuva 6) on tehty laserjuottamalla sekä takaluukkujen rakenteissa on käytetty laserjuottoa. Laserjuotolla on myös mahdollista hybridisauman tekeminen, jossa alumiinia ja terästä on liitetty toisiinsa. Tätä ei ole kuitenkaan käytetty vielä kaupallisissa automalleissa, mutta on todennäköistä, että menetelmä tulee vielä yleistymään. (1, s. 19–20.)



KUVA 6. VW Polon kattopellin ja sivupaarteen laserjuottosauma (7, s. 19)

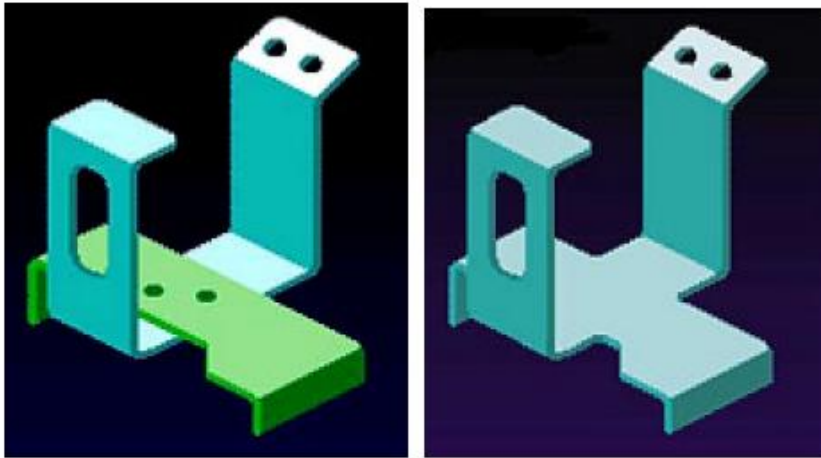
Laser-MIG-hybridihitsaus, joka on MIG-hitsauksen ja laserhitsauksen yhdistelmä, on myös yleistymässä. Tämä helpottaa huomattavasti eripaksuisten alumiinien liittämistä toisiinsa. Koska alumiini johtaa hyvin lämpöä, on eripaksuisten materiaalien liittäminen toisiinsa aiemmin ollut vaikeaa. Nyt paksumpaan materiaaliin tuodaan tarkasti lisälämpöä laserin avulla ja MIG-hitsauksella liitetään kappaleet toisiinsa. Tällä saavutetaan huomattavasti luotettavampi ja tasalaa-tuisempi sauma. Yleinen paikka laser-MIG-hybridihitsaukselle on alumiinikoristen autojen ohuen kattopellin liittäminen paksumpaan katon sisäkehikkoon. (1, s. 20.)

Audi ja Volkswagen ovat edelläkävijöitä laserhitsauksessa, jonka huomaa näiden merkkien automallien laserhitsaus-saumojen määrästä. Esimerkiksi Audin täysalumiinisissa A2-malleissa laserhitsaus-saumaa on noin 30 metriä ja A8-malleissa laserhitsaus-saumaa 25 metriä, josta laser-MIG-hybridihitsaus-saumaa 2 metriä. Audin teräskorisessa A3-malleissa laserhitsaus-saumaa on 33 metriä sekä laserjuottosaumaa 4 metriä. Teräskorisessa Volkswagen Golfissa laserhitsaus-saumaa on noin 72 metriä. (1, s. 20.)

4.5 Niittaus

Niittaus on aiemmin ollut hyvin yleinen teräksisten ohutlevyjen liitosmenetelmä. Nykyään kuitenkin CNC-särmäyksen ja laserleikkauksen yleistymisen myötä on monimutkaisempiakin rakenteita voitu valmistaa yhdestä levystä (kuva 7), jolloin niittauksen tarve on jäänyt vähemmäksi. Eri materiaaleista valmistettujen ohut-

levyjen liitosmenetelmänä niittaus on kuitenkin kasvattanut suosiotaan jälleen, koska hitsausliitosta ei usein voida toteuttaa. (10, s. 5.)



KUVA 7. Aiemmin niitattu rakenne voidaan valmistaa yhdestä levystä (10, s. 5)

Auton korien valmistuksessa niittaus on liitosmenetelmänä hyvin perinteinen ja yleinen liitettäessä alumiinisia korirakenteita teräksiseen. Teräskorisissa autoissa niittausta ei käytetä juuri lainkaan. Niittaus soveltuu alumiinin liittämiseen erittäin hyvin myös siitä syystä, ettei niittauksessa tuoda lämpöä lainkaan. Näin ollen alumiiniin lämpökäsittelyillä saadut ominaisuudet eivät kärsi. Niittaus on kuitenkin laserhitsaukseen verrattuna hidas ja tarvittavat puristustyökalut asettavat omat rajoituksensa niittausliitoksen tekemiseen. (1, s. 20.)

Aiemmin alumiiniosien niittauksessa käytettiin usein tyssäytyviä alumiininiittejä, mutta nykyään yleisempiä ovat ruostumattomasta teräksestä valmistetut haarauvat niitit. Ruostumattomasta teräksestä valmistetut niitit ovat luotettavampia, paremmin korroosionkestäviä sekä niiden lujuus on suurempi, jolloin voidaan käyttää pienempiä niittejä. (1, s. 20.)

Niittausliitoksessa käytetään usein vielä liimaa liitettävien kappaleiden välissä, jolloin liima ottaa vastaan väsyttävän kuormituksen ja tiivistää sauman. Alumiinisia korirakenteita liitettäessä teräksiseen rakenteeseen niittaamalla, liiman tehtävänä on myös eristää ja estää kosketuskorroosion muodostumisen. Koske-

tuskorroosiolla tarkoitetaan galvaanista korroosiota, jolloin epäjalomman alumiinin ollessa kosketuksissa jalomman teräksen kanssa alumiini syöpyy. (1, s. 20.)

Niittausta käytetään osana korinvalmistuksessa muun muassa Audin täysalumiinikorisisissa A2- sekä A8-malleissa. Myös Jaguar käyttää täysalumiinikorisen XJ-mallin valmistuksessa niittausta. BMW:n 5- ja 6-sarjan täysalumiiniset keulaosat on koottu ja liitetty teräskoriin niittaamalla liiman kanssa. Korikorjauksissa Audin ja BMW:n korikorjausohjeissa käsketään haaraniitit korvata tyssäytyvillä alumiininiiteillä, silloin kun ne voidaan puristaa C:n mallisilla paineilmapihdeillä. Ellei puristusta voida tehdä, nitit korvataan teräksisillä vetoniiteillä. (1, s. 20–21.)

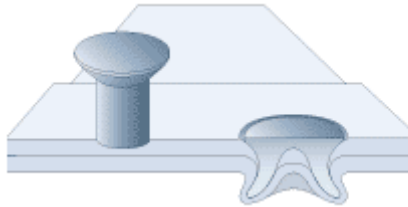
BMW ei salli muita liitosmenetelmiä alumiinisissa keularakenteissa kuin niittauksen. Jopa MIG-hitsatut maadoitusreitit on korvattava ruuviliitoksella. Audissa voidaan sen sijaan käyttää MIG- ja TIG-hitsausta. Liitoksissa käytetään myös epoksiliimaa, jota ennen liitettäville pinnoille täytyy tehdä silaanikäsittely liiman tarttumiseksi. (1, s. 20–21.)

Silaanikäsittelyllä voidaan parantaa merkittävästi liimaliitoksen mekaanisia ominaisuuksia. Silaanit ovat piiyhdisteitä, jotka tarttuvat hyvin alumiiniin, koska ne muodostavat alumiinin kanssa kemiallisia liitoksia. Epoksiliima taas koostuu polymeereistä, jotka tarttuvat vastaavasti hyvin silaaniin muodostaen sen kanssa kemiallisia liitoksia. (11, s. 6–7.)

Niittien poistaminen on haastavaa ja siihen on omat menetelmänsä ja työkalunsa. Porausta ei niitin poistamiseksi suositella, sillä niitin helma jää usein alumiiniin ja siitä aiheutuu korroosiovaara. Ruostumattomasta teräksestä valmistetun niitin poistamiseksi siihen hitsataan vetoniitti, johon kiinnitetään niittivedin. Näin alumiinissa oleva teräsniitti lähtee usein kokonaisuksi irti. (1, s. 21.)

Alumiinien niittauksessa itse-lävistävä niittaus on yleistymässä. Tämä tapahtuu ontolla niitillä ilman että levyihin tehdään reikiä. Niitti tunkeutuu liitettäviin levyihin niin, että sen yläpinta jää ylemmän liitettävän levyn pinnan tasalle (kuva 8). Näin liitoksen pinnasta tulee kohtuullisen tasainen. Ontto ja holkkimainen niitti

muovataan vastintyökalan avulla, jolloin niitin pää leviää ja niitti pysyy paikallaan. Niitin lävistämät levyt muotoutuvat ja liittävät lujasti ja tiiviisti toisiinsa. Levyihin ei tule reikää, eli niittiliitos on hyvin onnistuneena kaas- ja vesitiivis. (12, s. 30.)

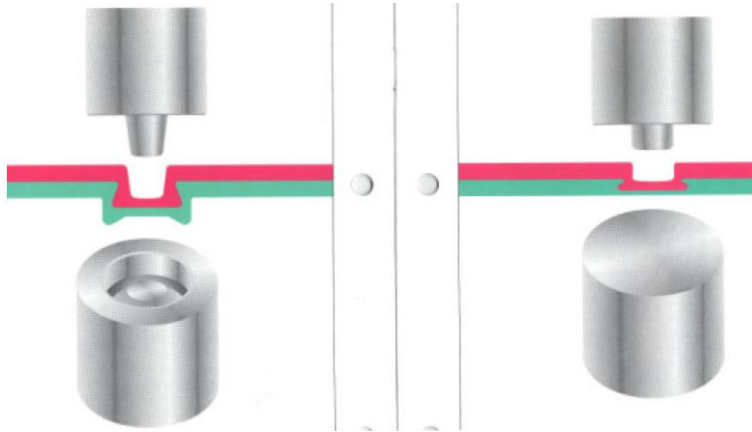


KUVA 8. Itselävistävä niitti eli onttoniitti (13)

Itse-lävistävä niittaus sopii myös erittäin hyvin pinnoitetuille ohutlevyille. Autonvalmistajista Audi käyttää itse-lävistäviä niittejä alumiinikorisen A2 valmistuksessa, jossa näitä niittejä on 1 800 kpl. Tällainen niittausliitos on tavallisesti lujempi kuin samankokoinen puristusliitos, etenkin silloin, kun niitti on lujempaa materiaalia kuin liitettävät materiaalit. Niitit ovat tavallisesti karkaistua tai ruostumatonta terästä tai alumiinia. (12, s. 30.)

4.6 Puristusliitos

Puristusliittämistä käytetään lähinnä ohutlevyille, eli materiaalipaksuudeltaan alle 3 mm:n palleille. Lisäaineeton puristusliitos perustuu materiaalien paikalliseen muovautumiseen (kuva 9). Pistintyökalu painaa liitettävät levyt tyynytyökalan sisään, jossa syntyy muoto, ja levyt kiinnittyvät toisiinsa. (12, s. 29.)



KUVA 9. TOX-puristusliitos (10, s. 5)

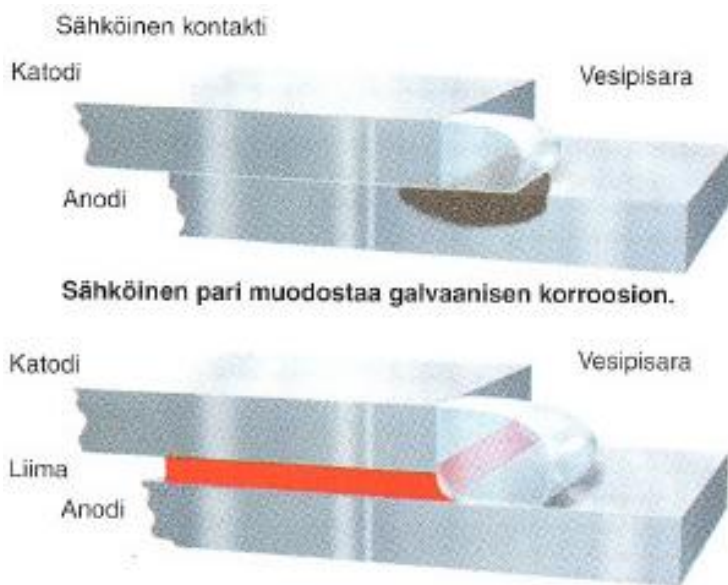
TOX-puristusliitoksia voidaan tehdä muotoillulla tai tasaisella vastinpinnalla, jolloin liitoksen toinen puoli on huomaamaton. Puristusliitokset soveltuvat erittäin hyvin pinnoitetuille ohutlevyille, koska pinnoite säilyy ehyenä liitoksessa. Tämä takaa esimerkiksi pistehitsausta paremman korroosiosuojan. (10, s. 5.)

Lisäaineettoman puristusliitoksen etuina on muun muassa se, ettei se tarvitse korin kokoonpanossa kovin tarkkaa paikoituslaitetta, koska peltiin ei tehdä reikää ennen liitosta. Niitin syöttöä ei myöskään tarvitse järjestää. Puristusliitokset eivät ole avattavissa, vaan liitos rikottava esimerkiksi poraamalla. Lisäaineettomalla liitoksella saadaan yleensä vähintään yhtä luja liitos kuin lisäaineellisella niittausliitoksellakin. (12, s. 28.)

Mercedes-Benz on ottanut ensimmäisenä käyttöön puristusliitokset korin osien sarjavalmistuksessa. Myös joitakin Volvo S70:n korinosia, muun muassa hattuhylly, kasataan pelkästään puristusliittämällä. Puristusliitostyökalut ovat yleensä robotisoituja monipistintyökaluja. Volvo S70:n hattuhyllyn kasauksessa 70 pistintä ja tyynyä liittävätkin hattuhyllyn kaksi syvävedettyä levyä toisiinsa yhdellä puristimen painalluksella. (12, s. 29.)

4.7 Liimaus

Liimaliitoksella saavutetaan huomattavia etuja mekaaniseen liitokseen verrattuna. Liimaliitoksessa jännitykset jakautuvat tasaisemmin, koska liima jakaa kuormituksen suuremmalle pinta-alalle. Tästä syystä liimaliitos kestää paremmin taivutusta ja tärinää, kuin esimerkiksi niittiliitos. Liitoksen lisäksi liima toimii myös eristeenä, jolloin vältetään galvaaniselta korroosiolta (kuva 10), kitkan aiheuttamalta kulumiselta (erosio) ja syöpymiseltä, jotka mekaanisissa liitoksissa on hyvin yleisiä. Liimalla saadaan liitettyä mekaanisia liitoksia paremmin epätaaisia pintoja toisiinsa. Myös painon lisäys liimaliitoksessa on vähäinen eikä liitettävien kappaleiden mitat ja koot muutu. (10, s. 16.)



KUVA 10. Liimaliitoksen aiheuttama galvaaninen erotus (10, s. 16)

Käytettävä liima tulee valita lujuus- ja vanhenemisominaisuudet, liitettävät materiaalit ja niiden pintakäsittelyt huomioon ottaen. Liimalla voidaan liittää usein myös eri materiaaleja toisiinsa. Liima toimii liitoksessa myös tiivisteinä, joka usein mekaanisissa liitoksissa joudutaan järjestämään erikseen. Liimaliitoksen järjestäminen kokoonpanossa on myös helpompaa, koska sillä saadaan vähen-

nettyä komponenttien määrää kokoonpanossa. Valmiin tuotteen ulkonäkö myös paranee, koska liimaliitokset ovat tasaisia. (10, s. 16.)

Korin kokoonpanossa liimausta käytetään usein jonkun mekaanisen liitoksen, esimerkiksi niittausliitoksen lisäksi. Metallien liittämässä pelkästään liimalla ei saavuteta riittävän lujaa ja luotettavaa liitosta. Niittiliitoksessa liimalla saavutetaan tiiviys ja galvaaninen erotus, parempi kestävyys sekä rasitusten tasaisempi jakauma.

5 KORIRAKENTEITA

Itsekantava korirakenne on nykyaikaisissa henkilöautoissa yleisin, ja se on yleistymässä myös pienissä pakettiautoissa ja maastoautoissa. Itsekantavassa korirakenteessa ei ole erillistä runkoa, vaan korirakenne kantaa itsessään kaikki voimat ja kuormat. Itsekantava korirakenne hoitaa siis korin tehtävät, huolehtii matkustajien mukavuudesta ja suojaa törmäystilanteessa. Itsekantavaan koriin kuuluu korikehikon lisäksi myös liimalla kiinnitetyt lasit. Ruuvikiinnitteiset osat, kuten ovet, luukut, lokasuojat kuuluvat kantamattomiin rakenteisiin. (14, s. 16.)

Itsekantavasta korirakenteesta on olemassa useita yhdistelmiä, jotka voivat olla niin sanottuja seka- tai kuorirakenteisia koreja (kuva 11). Myös erilaiset hybridi-rakenteiset korit ovat yleistyneet huomattavasti. Näissä käytetään useampaa materiaalia sekaisin, joiden avulla saadaan muun muassa vähennettyä painoa ja tasaisempi painojakauma. Tällä saavutetaan paremmat ajo-ominaisuudet. Hybridikorirakenteita voivat olla esimerkiksi alumiininen keularakenne tai muoviosat, jolloin vaaditaan jäykät kantavat korirakenteet. (7, s. 2.)



KUVA 11. Sekarakenteinen korirakenne (7, s. 1)

Korin kantava rakenne on suurlujuusteräksistä tai alumiinista valmistettu muotojäykkä korikehikko. Itsekantavan korin rakenteita ovat erilaiset kotelorakenteet,

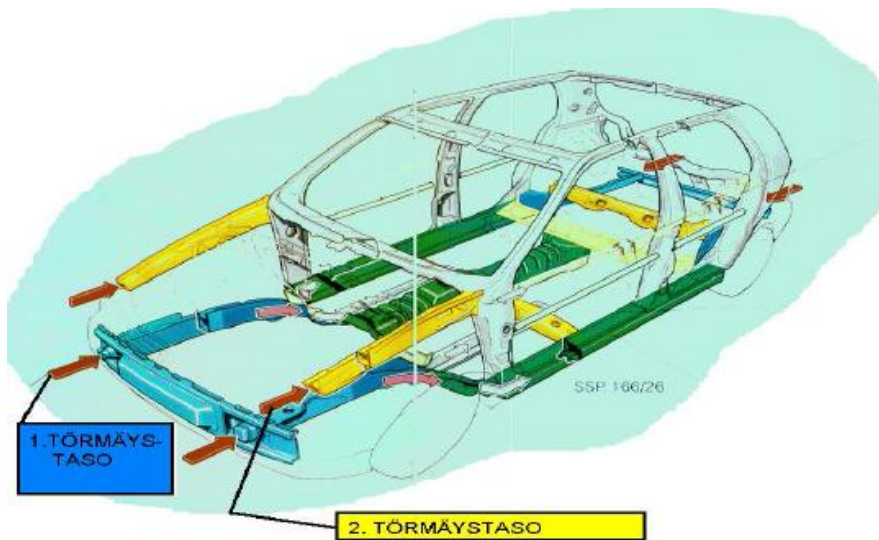
puristusjäykisteet ja -särmäykset sekä muut muotojäykisteet. Sen etu- ja takaosassa on kokoon painuvat tai -puristuvat pituuspalkit eli muodonmuutoselementit. Nämä pituuspalkit ottavat kolaritilanteessa törmäysvoimat vastaan ja suojaavat näin matkustamo ja siellä olevia matkustajia. Kulkikolarissa matkustamo suojaa korikehikon lisäksi ovien sisään rakennetut sivutörmäyssuojat ja jäykät istuimien rungot. (15, s. 51.)

5.1 Turvakori

Turvakori kuuluu passiivisiin turvavarusteisiin, jolla pyritään minimoimaan vahingot kolaritilanteessa. Turvakorin ideana on absorboida energiaa törmäystilanteessa mahdollisimman hyvin. Turvakorissa saadaan myös hallittuja muodonmuutoksia, jotka pienentävät törmäyksen aiheuttamaa hidastuvuutta. (7, s. 4.)

Hallittuja muodonmuutoksia, ilman erillisiä vahvikkeita on mahdollista saada muun muassa valmistamalla etu- ja takaosan pitkittäispalkit erivahvaisista teräslevyistä. Tällä tarkoitetaan sitä, että palkin teräs on välillä eri paksuista (ohut/vahva/ohut). Myös törmäysenergian siirtäminen pois matkustamosta kuuluu turvakorin toiminnan ominaisuuksiin. Tällöin matkustamo pysyy lähes muodossaan kolaritilanteessa. Normaali muodonmuutosalue on auton keula- ja peräosasta 0,3–0,6 m. (7, s. 10.)

Turvakori jaetaan usein törmäystasoihin eli muodonmuutosvyöhykkeisiin ja törmäysreitteihin. Kuvassa 12 esitetyn turvakorin ensimmäinen törmäystaso sitoo törmäysenergiaa poikittaispalkin avulla molempiin runkopalkkeihin, jotka siirtävät törmäysenergiaa jalkatilojen poikittaispalkkien avulla haarukkamaisesti keskittuneeiin sekä pitkittäispalkkeihin ja helmakoteloihin. Mikäli törmäys on niin voimakas, että muodonmuutosalue yltää toiseen törmäystasoon asti, sitovat lokasuojien pitkittäispalkit törmäysenergiaa ja siirtävät sitä vahvojen A- ja B-pilarien sekä jäykän kattopaarteen avulla auton takaosaan asti. (7, s. 8.)



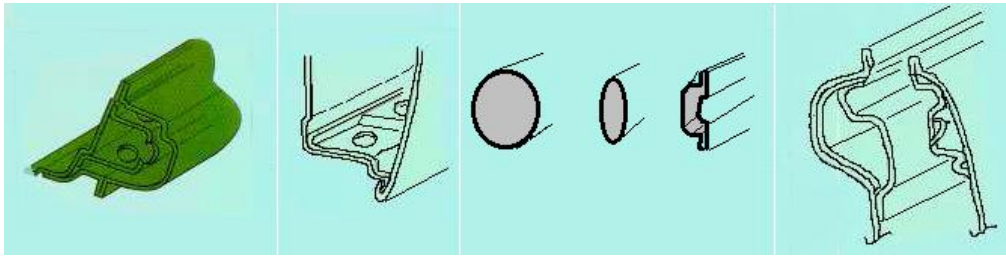
KUVA 12. Turvakorin törmäystasot ja -reitit (7, s. 8)

Usein etu- ja takapuskurin takana sijaitseva poikittaispalkki on kiinnitetty varsinaiseen koriin törmäysiskunvaimentimien (crash-box) välityksellä. Näiden tarkoituksena on, että pienillä törmäysnopeuksilla toimisivat vain törmäysiskunvaimentimet sitoen törmäysenergiaa. Nämä painuvat runkoaisoja helpommin kasaan, jolloin törmäysenergia ei leviä muuhun koriin ja kolarikorjaustoimenpiteet rajoittuvat vain näihin. Usein törmäysiskunvaimentimet ovat pultti- tai niittiliitoksilla kiinnitettyjä, mikä helpottaa niiden vaihtamista. (7, s. 9.)

On kuitenkin huomioitava, että etupoikittaispalkki ja etuapurunko ottavat suuren osan törmäysvoimista vastaan. Nämä voivat ohjata törmäysvoimia muuhun koriin ja vauriot saattavat ulottua hyvinkin pitkälle. (7, s. 9.)

Noin joka kolmas kolari tapahtuu auton kylkeen. Turvakorin toiminta perustuu törmäysenergian sitomiseen pidemmällä liikematkalla ja hallittuun muodonmuutokseen. Sivutörmäyksessä törmäysenergiaa ei voida sitoa suurena liikematkana, joten sitä on vaimennettava koko korin sivun pituudella. Tästä syystä kotelorakenteet ovat muuttuneet perinteisestä putkipalkista useampikerroksisiin ja monimutkaisempiin kotelorakenteisiin, joilla törmäysvoimia voidaan välittää ko-

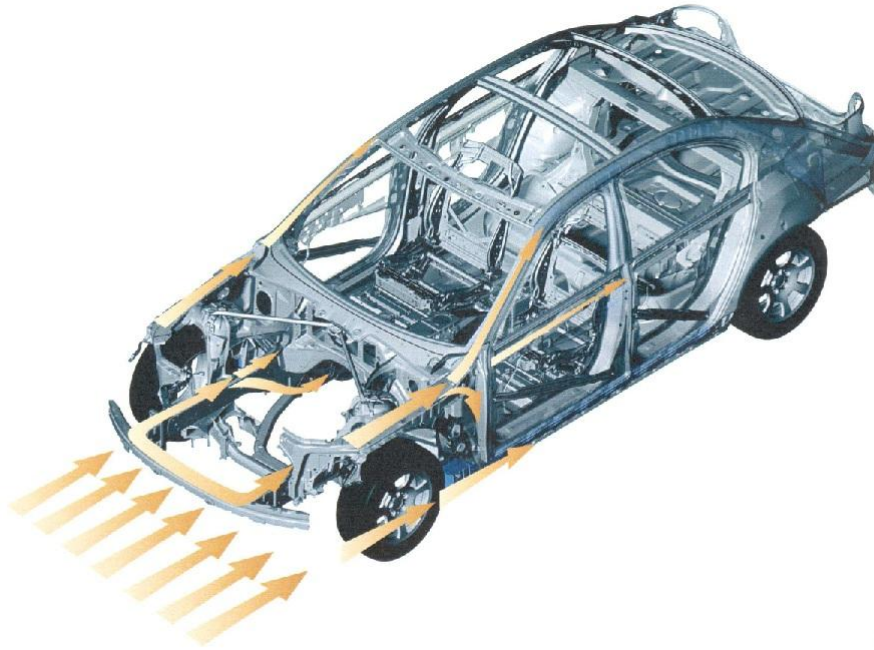
ko auton sivunpituudella. Myös ovet ottavat vastaan ja siirtävät osan törmäysvoimista. Näitä kotelo- ja palkkirakenteita on esitetty kuvassa 13. (7, s. 11.)



KUVA 13. Mahdollisia kotelarakenteita vasemmalta alkaen: helmakotelo, oven alaosa, oven sivutörmäyssuoja ja oven yläosa (7, s. 11)

BMW 5 -sarjan e60-korimalli edustaa varsin hyvin nykyistä turvakoritekniikkaa GRAV-keuloineen. Tässä korimallissa on vankat ja kuormitusta kestävät palkkirakenteet, jolloin matkustamosta on saatu erittäin jäykkä. Myös muodonmuutospituudet on pyritty hyödyntämään parhaalla mahdollisella tavalla. Keulatörmäyksessä puskurin poikittaispalkki ja törmäysiskunvaimentimet sitovat törmäysenergian 15 km/h saakka, jolloin korissa itsessään ei tapahdu muodonmuutoksia. (16, s. 35–36.)

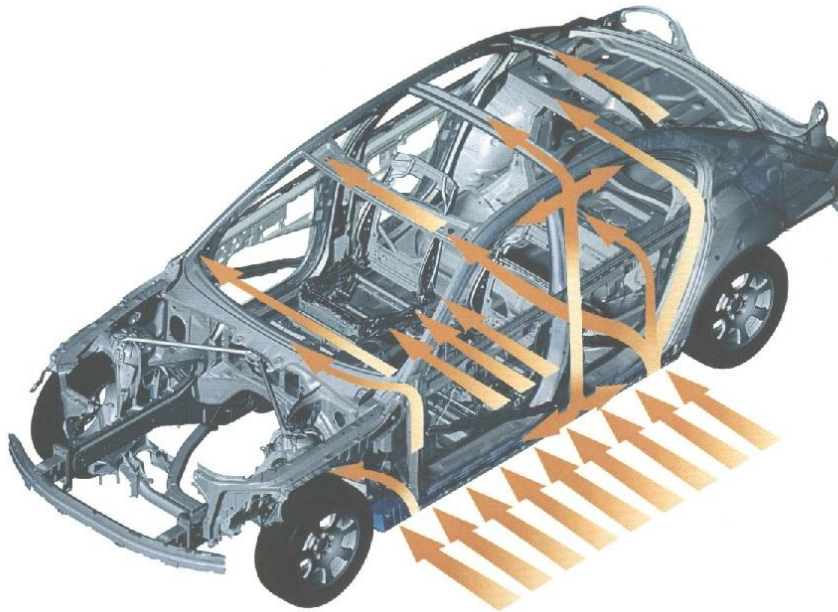
Yli 15 km/h törmäysnopeuksilla voimat välittyvät törmäysiskunvaimentimista etuosan pitkittäispalkkeihin (kuva 14). Hallittu muodonmuutos saavutetaan etuapurungossa sekä joustintuissa ennen matkustamon ja keulaosan erottavaa rintapeltiä. Mikäli törmäys kohdistuu vain toiselle puolelle korin etuosaa, saadaan törmäysvoimat jaettua puskurin poikkipalkin, törmäysiskunvaimentimien, etuapurungon ja keularakenteen avulla koko korin vasemmalle ja oikealle puolelle. Tarvittaessa törmäysvoimaa siirretään korin kattopaarteiden, ovien sivutörmäys-tukien ja helmakoteloiden avulla korin peräosaan. (16, s. 36.)



00542_02

KUVA 14. BMW e60:n keulatörmäyksen voimien jakautuminen (16, s. 36)

Sivutörmäyksessä (kuva 15) törmäysvoimat suuntautuvat ensin sivutörmäyssuojapalkille, josta ovien lukkojen ja saranoiden kautta edelleen A-, B- ja C-pilareille. Mikäli muodonmuutos jatkuu edelleen, sivutörmäyssuojat tukeutuvat B- ja C-pilareihin ja ovien sisäpellit tukeutuvat kynnyspalkkiin. Tämän rakenteiden limittäin sijoittelun vuoksi syntyy kiinteä liitos koko sivuseinän alueelle. Jo tässä vaiheessa törmäystä koko sivuseinärakenne suojaa matkustamoja ja siirtää törmäysvoimia jäykkiin katon, keulan, perän ja lattian poikittaispalkkeihin, jotka ottavat vastaan ja sitovat törmäysenergiaa. (16, s. 37.)



02844_02

KUVA 15. BMW e60:n sivutörmäyksen voimien jakautuminen (16, s. 37)

Törmäyksen sattuessa auton takaosaan (kuva 16) jakautuu törmäysvoima puskurin poikittaispalkin ja törmäysiskunvaimentimien kautta korirakenteen molemmille puolille. Samoin kuin auton etuosassa myös takaosassa puskurin palkki ja törmäysiskunvaimentimet toimivat muodonmuutos elementteinä nopeuden ollessa alle 15 km/h. Suuremmilla nopeuksilla törmäysvoimat välittyvät auton pitkittäispalkkeihin, jossa törmäysenergiaa sidotaan. BMW e60-korimallissa polttoainesäiliö on sijoitettu taka-akselin etupuolelle, jolla pyritään välttämään perätörmäysten aiheuttamaa polttoainejärjestelmän vaurioitumista. (16, s. 38.)



02848_02

KUVA 16. BMW e60:n perätörmäyksen voimien jakautuminen (16, s. 38)

5.2 Rääätälöidyt koriaihiot

Rääätälöinnillä tarkoitetaan käyttötarkoitukseen optimoidun korirakenteen valmistusta. Tällä mahdollistetaan kolaritilanteessa muodonmuutoksien vaiheittainen ja hallittu kohdistuminen korirakenteeseen. Rääätälöinti on kohtuullisen uusi korin rakenneosien valmistustyyli ja liittyy olennaisesti AHSS-teräksien käyttöön korirakenteissa. Rääätälöintiä käytetään yleisesti valmistustekniikkana korin kokoonpano-osissa. (17, s. 8.)

Yleisimpiä rääätälöinnin tuotantotekniikoita ovat TWB, TWR ja PATCH. TWB:llä (Tailor Welded Blank) tarkoitetaan rääätälöityä hitsausta ennen prässäystä, jossa materiaalin paksuus vaihtuu aina saumassa. TRB:llä (Tailor Roller Blank) tarkoitetaan rääätälöityä valssausta, jossa materiaalin paksuus vaihtelee optimoidusti. PATCH tarkoittaa ”laastaria” ja se on paikallinen lujitusvahvike. (17, s. 8.)

Rääätälöityjä koriaihiota voidaan valmistaa myös HF, RF, BH ja WH valmistustekniikoilla. HF (Hydro Forming) on nestepainemuovaus, jossa jo esimerkiksi laserhitsaamalla valmistetusta rääätälöidystä levyaihiosta voidaan valmistaa optimaalinen rakenneosa. RF (Roll Forming) on vastaava kuin HF, mutta osan muotoileminen tehdään rullaamalla nestepainemuovauksen sijaan. BH:lla (Bake Hardening) tarkoitetaan uunituslujittumista ja WH:llä (Work Hardening) muokkauslujittumista. (17, s. 8–9.)

Erilaisilla lämpökäsittelyillä voidaan myös vaikuttaa korin rakenneosien ominaisuuksiin. Näitä voivat olla muun muassa PFHT, PHS ja TQ. PFHT:lla (Post Forming Heat Treatment) tarkoitetaan yleisesti muokkauksen jälkeistä lämpökäsittelyä. PHS (Press Hardened Steel) on prässikarkaistu teräsosa ja TQ (Tailored Quenching) on rääätälöity osittaiskarkaistu teräsosa. (17, s. 9.)

Rääätälöinnillä pyritään laadukkaampiin ja turvallisempiin korikehikoihin samalla kun painoa voidaan jopa pudottaa optimoidun materiaali vahvuuden ansiosta. Rääätälöityjä koriaihiota liitetään toisiinsa erilaisilla kylmä- ja kuumaliitostekniik-

koilla, jotka lisäävät haasteita korikorjauksia tekeville. Näiden lisäksi autotuo-
tannon erilaiset lämpöreaktiiviset 1-K Crashliimat tulevat olemaan haasteellisia
soveltaa korikorjauksien yhteydessä. (17, s. 8.)

5.3 Aktiivinen ja passiivinen turvallisuus

Auton kolariturvallisuuteen vaikuttavat passiiviset ja aktiiviset turvarakenteet (1,
s. 14). Aktiiviset turvavarusteet pyrkivät ehkäisemään onnettomuuden syntymis-
tä. Näitä ovat kaikki ajamista helpottavat hallintalaitteet, kuten ABS-jarrut sekä
ESP-ajovakauden hallintajärjestelmät. Myös liikenteeseen sopeutuvat va-
kionopeudensäätimet tutkajärjestelmineen luetaan aktiivisiksi turvalaitteiksi.
Nämä havaitsevat tilanteita, joissa etäisyys edellä ajavaan autoon muuttuu äkis-
ti, jolloin nopeutta hiljennetään automaattisesti tai jopa suoritetaan automaatti-
sesti hätäjarrutus. (18.)

Auto voidaan katsoa aktiivisesti turvalliseksi, jos sillä on hyvä ajaa kaikissa olo-
suhteissa, matkustusmukavuus on hyvä ja siitä näkee hyvin ulos kaikkiin suun-
tiin. Kaikilla näillä on tarkoitus ehkäistä onnettomuuden syntymistä. (14, s. 81.)

Passiiviset turvalaitteet ovat auton rakenteisiin tai turvavarusteisiin liittyviä omi-
naisuuksia, joilla pyritään onnettomuustilanteessa ehkäisemään tai lieventä-
mään auton matkustajien ja ulkopuolisten henkilöiden henkilövahinkoja. Passii-
visia turvavarusteita voivat olla muun muassa turvakorirakenteet, turvavyynyjär-
jestelmät, turvavyönesikiristimet ja -voimanrajoittimet sekä aktiiviset pääntuet.
(18.)

Tärkein passiivisen turvallisuuden tekijä on korirakenteen lujuus ja oikealla ta-
valla periksi antavat muodonmuutosrakenteet. Mikäli korirakenne on matkusta-
mon kohdalta heikko, korirakenne antaa kolaritilanteessa periksi ja turvavarus-
teet menettävät suurimman osan tehostaan. Turvavarusteet eivät voi riittävästi
suojata matkustajia auton sisällä, mikäli niille ei jää riittävästi selviytymistilaa.
(14, s. 81–82.)

Turvakorirakenteeseen kuuluvat muun muassa muotoutuvat muutosvyöhykkeet, joissa keulaosan kuuluu sitoa itseensä törmäysenergiaa sisään painumalla ja siirtää sitä muihin vaimentaviin rakenteisiin törmäysreittien välityksellä. Vaiheistetetut passiiviset turvavarusteet ovat suunniteltu toimimaan vaiheittain erilaisten voima- ja kiihtyvyyssantureiden avulla. Väärin korjattu korirakenne kolaritilanteessa voi muuttaa kolarikäyttäytymistä myös siten, että turvalaitteita ohjaavat voima- ja kiihtyvyyssanturit saavat kolaritilanteesta virheellistä tietoa ja ohjaavat vaiheittaisia turvalaitteita väärin. (1, s. 14.)

Jos jokin törmäysvoimia vastaanottava korirakenne on korjattu väärin ja se jous-
taa liian paljon kolaritilanteessa, voi kiihtyvyyssanturi antaa ohjainlaitteelle liian
pienen kiihtyvyystiedon, jolloin ohjainlaite luulee tapahtuvan todellista pienem-
män törmäyksen. Tämän seurauksena vaiheistettu turvatyyny voidaan laukaista
vain osapanoksella, vaikka todellisuudessa tarve olisi ollut täyspanoksella lau-
kaisuun. (1, s. 14.)

6 VAURIOKORJAUKSET

Koritekniikan kehitys tulee näkymään hieman viiveellä vauriokorjaamoilla ja sen todelliset vaikutukset huomataan vasta pahempien vaurioiden sattuessa. Ongelmaksi turvakorisen auton vauriotarkastuksessa muodostuukin, miten erottaa paha ja pahannäköinen kolarivaurio toisistaan. Vauriotarkastusta tehdessä lievämpikin näköinen vaurio voi ulottua hyvin laajalle ja olla erittäin suuritöinen ja vaikea korjata. (19, s. 1.)

Uutta tietoa ja korjaamotekniikkaa tulee olla saatavilla ja sitä on käytettävä sekä vauriotarkastuksissa että korjaussuunnitteluissa. Passiivisten turvalaitteiden kehityksen myötä voivat pienehköiksi jäädä vauriot jopa selkiintyä ja olla helpommin tunnistettavissa. Vaiheistettujen aktiivisten turvajärjestelmien laukeamiskynnysten tunnusmerkit kertovat jotain törmäyksen voimasta ja vaurion vakavuusasteesta. Tämä edellyttää kuitenkin vaurioon johtaneiden tapahtumien tietämistä, kuten esimerkiksi sitä, onko toinen ajoneuvo ollut pysäköitynä vaurion sattuessa. (19, s. 1, 3.)

Lievät vauriot ovat edelleen helppo tunnistaa ja korjata, mutta vuosien kokemus ei välttämättä auta pahemmin kolaroidun turvakorisen auton vauriomäärityksessä. Näissä törmäysreittien ja -tasojen tuntemus on erittäin tärkeää. Viisaat ja vaiheistetut passiiviset turvatekniikat ja turvakoritekniikat eivät ole yksistään vauriokorjaamoiden haaste vaan ne asettavat haasteita myös katsastus- ja vakuutusaloille. Lauenneita turvavarusteita käytetään nykyäänkin vielä liian usein ajoneuvon lunastusperusteena. Osakseen tämä voi johtua myös turvalaitteiden korkeasta hinnasta. (19, s. 3.)

Vaurioiden korjattavuusluokittelut olisi myös hyvä tuntea. Näitä ovat asennustyönä tehtävät, peltityönä tehtävät sekä vaativat korikorjaukset. Asennustyönä tehtävät ovat enenevässä määrin mekaanisia asennustöitä, osan vaihtoja sekä pieniä SMART-korjauksia. Peltityönä tehtävät ja vaativat korikorjaukset sisältävät perustöiden lisäksi eritasoisia korin rakenneosien vaihtoa. Vaativissa korikorjauksissa näiden lisäksi vaaditaan jopa erityisiä korjauslaitteita. (19, s. 2.)

6.1 Korjaamoluokitukset

Suomessa tapahtuu kolareita noin 300 000 vuodessa. Näistä 10 % on niin pahoin vaurioituneita, että niiden korjaus vaatii erityisosaamista. Lisäksi autoja lunastetaan vakuutusyhtiön toimesta vuodessa noin 15 000, joista 9 000 päätyy takaisin liikenteeseen korjattuna. (17, s. 2.)

Nykyisten autojen tekninen rakenne on monimutkainen ja korirakenteet usein hankalasti korjattavissa. Korikomponenttien liitostekniikat ovat kehittyneet paljon. Passiiviset ja aktiiviset turvalaitteet ovat myös yleistyneet ja monipuolistuneet. Näiden luotettava toiminta vaurion jälkeen edellyttää virheetöntä korjaamista kaikilta osa-alueilta. (17, s. 2.)

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi edellyttää vaurioituneen ajoneuvon korjauksia ja mittauksia asianmukaisilla korjaus- ja mittausvälineistöllä ja hyvällä ammattitaidolla. Tästä syystä on pyrittävä siihen, että vaurioituneet ajoneuvot ohjautuisivat korjattavaksi sinne, missä ovat asianmukaiset korjaus- ja mittausvälineistöt ja henkilökunnalla tarpeellinen ammattitaito. Tämän mahdollistaa vain vauriokorjaamoiden korjaamoluokittelu, jonka tarkoituksena on todetun vaurioasteen mukaan ohjata ajoneuvo sen vaatimalle korikorjaamolle. (17, s. 2.)

Korikorjaamot jaettiin aiemmin kolmeen vaativuusluokkaan. Ensimmäiseen luokkaan kuuluivat uuden turva- ja koritekniikan korjaamot, toiseen luokkaan korikehikon perusrakenteiden korjaamot ja kolmanteen pintavaurioiden korjaamot. (17, s. 2.)

Nykyisin korikorjaamot jaetaan luokkien sijaan tähtiluokkiin, jonka järjestys on päinvastainen kuin aiempi luokitus. Tähtiluokassa yhden tähden korikorjaamo on pintavaurioille, kahden tähden korikorjaamo korikehikon perusrakenteille ja kolmen tähden korikorjaamo uusille turva- ja koritekniikoille. Näiden lisäksi on olemassa myös nollan tähden luokitus, johon kuuluvat sellaiset korikorjaamot, jotka eivät täytä edes ensimmäisen luokan vaatimuksia. Tähtiluokituksella pyritään selkeyttämään luokitusjärjestelmää. (20, s. 13.)

Korjaamoluokituksista pidetään korjaamorekisteriä, jota ylläpitää Autoalan Keskusliitto. Korjaamorekisteri on jaettu katsastus- ja vakuutusosastolle, jonka ansiosta vakuutusyhtiöt voivat ohjata vaurioituneet ajoneuvot jatkossa vaurioluokituksen mukaiseen vauriokorjaamoon. (20, s. 14.)

Korjaamoluokitukset ovat ainakin tällä hetkellä vielä vapaaehtoisia ja perustuvat korikorjaamoiden itsearviointiin annettujen luokittelukriteerien pohjalta (17, s. 2). Itsearvioinnin perusteella korikorjaamolle voidaan myöntää nollan tai yhden tähden luokitus, mutta kahden tai kolmen tähden luokitus vaatii Autoalan Keskusliitto ry:n audiotitahon tekemän tarkastuksen vauriokorjaamosta. (20, s. 16).

Autoalan Keskusliitto ry:llä on meneillään projekti, jonka tarkoituksena on saattaa pahoin vaurioituneiden autojen korikorjaukset luvanvaraisiksi. Tällä varmistettaisiin vauriotyön laatu. Luvanvaraisuus koskisi laajojen kolarivaurioiden korjaamista silloin, kun airbag tai muu turvalaite on toiminut kolarin johdosta tai korikorjaus koskee kantavia korinosia. Katsastusviranomaiset valvoisivat korjauksia asiapapereiden avulla. Myös Autovahinkokeskukselta (AVK) myytävät ajoneuvot olisi korjattava tarpeen vaatiessa luvanvaraisissa korjaamoissa. (20, s. 8–9.)

6.2 Benchmarkdata

EuroCarBody on ACI:n (Automotive Circle International) kehittänyt koulutus-, benchmarkkaus-, ja palkitsemistilaisuus. (21, s. 1.) Benchmarkkauksen tavoitteena on saada maailmanlaajuisesti yhteinen korimateriaalitekniikan luokittelu. (17, s. 8.)

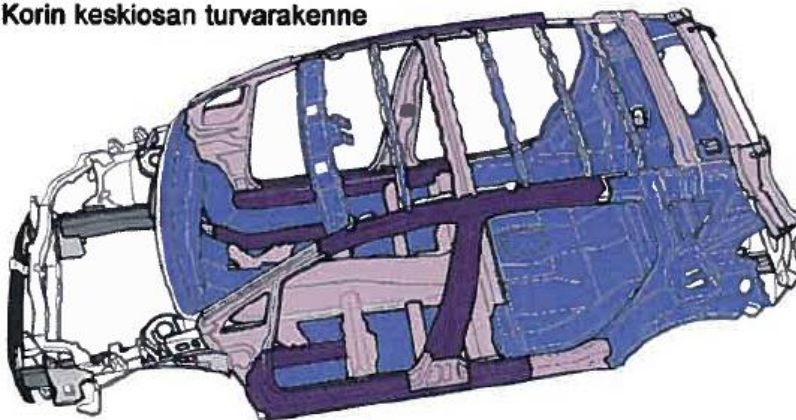
Benchmarkkauksella tarkoitetaan korimateriaalien EuroCarBodyn mukaista väritystä. Benchmarkkauksen väritys (kuva 17) on standardisoitu ja ollut käytössä vuodesta 2009 eteenpäin. Tämän värityksen on kehittänyt Mercedes Benz. Benchmarkkauksen tarkoituksena on helpottaa AHSS-korirakenteiden vauriokäyttämisen ja korjattavuuden ymmärrystä. (21, s. 4.)

Materials: corresponding metallurgical classes		RGB colour code
Steels	Low Strength Steels: Mild steels	R 153, G 204, B 255
	High Strength Steels (HSS): High Strength Interstitial-free Steels (HSIF), Bake Hardening Steels (BH), High Strength Low Alloy Steels (HSLA)	R 051, G 102, B 255
	Advanced High Strength Steels (AHSS): Dual Phase Steels (DP), Transformation Induced Plasticity Steels (TRIP)	R 255, G 153, B 204
	Stainless steels: Austenitic stainless steels	R 051, G 051, B 153
	Ultra High Strength Steels (UHSS): Complex Phase Steels (CP), Martensitic Steels (MS)	R 204, G 153, B 255
	Press Hardened Steels (PHS)	R 128, G 000, B 128
Aluminium	Aluminium sheets: 7xxx series	R 051, G 204, B 153
	Aluminium sheets: 6xxx series	R 000, G 255, B 000
	Aluminium sheets: 5xxx series	R 204, G 255, B 204
	Aluminium extrusion profiles	R 153, G 204, B 000
	Cast aluminium	R 051, G 153, B 102
Magnesium	R 255, G 255, B 000	
Plastics	Fibre reinforced plastics	R 255, G 000, B 000
	Duroplastics, including Sheet Molding Compound (SMC)	R 255, G 153, B 000
	Thermoplastics	R 153, G 051, B 000
Other materials,	R 192, G 192, B 192	

KUVA 17. EuroCarBodyn benchmarkkaus korimateriaaliluokittelut (22, s. 4)

Benchmark-kuvista (kuva 18) ilmenee mistä materiaalista mikäkin korinosa on valmistettu. Kuvista voidaan jopa hahmottaa korikorjauksia tehdessä katkaisukohtia, joita voidaan tarkentaa BORON-testeillä. Materiaalituntemus ja Benchmarkdatat voivat auttaa myös vetotöiden suunnittelussa. On kuitenkin muistettava käyttää aina ensisijaisesti valmistajan laatimia korikorjausohjeita.

Korin keskiosan turvarakenne



KUVA 18. Korin keskiosan turvarakenteet Benchmark-väriyksenä (17, s. 10)

6.3 AHSS-teräkset

AHSS-teräkset ovat tulleet jäädäkseen autoteollisuuteen. Erilaiset ULSA-projektit ovat vauhdittaneet näiden erikoislujien terästen käyttöä autoteollisuudessa. AHSS-teräksillä voidaan saavuttaa erittäin lujia korirakenteita sekä muodonmuutos ja törmäysenergian hallintaa. AHSS-terästen myötä erilaiset tuotanto- ja liitostekniikat, kuten laserpohjaisten liitosmenetelmien ja neste-painemuovauksien käyttö korin rakenneosien valmistuksessa on yleistynyt. Näiden ansiosta myös erilaiset räätälöidyt koriaihiot ovat yleistyneet. MIG-hitsaus on korvautumassa vastaavalla juotolla ja hybridirakenteiden (teräs/alumiini/muovi/lasi) käyttö kemiallisine liitostekniikoineen yleistyvät. (19, s. 4.)

NCAPin turvatähtikilpailu on pakottanut autonvalmistajat siirtymään erikoisluihin teräksiin. Näiden vaikutusta korikorjauksiin ei tarkemmin vielä ole selvitetty, mutta ne tulevat vielä olemaan korikorjaajien arkipäivää. Teräslaatuja ilmoittamiselle ei ole vielä standardoituja merkintätapoja, vaikka tarvetta jo olisi. Vetolujuusluokittelut ovat kuitenkin muuttumassa myötörajan mukaiseen luokitteluun, joita ovat kaikki HEL-johdannaiset. Vetolujuusluokittelun HSS/UHSS -luokittelu, joiden myötöraja-arvo on 550 MPa, ei riitä korikorjauksia tekeväälle. (19, s. 5.)

ULSA-projektien myötä teräslaatuja kolmiosainen luokittelu on myös yleistynyt. Ensimmäinen kirjainyhdistelmä kertoo terästyypin, seuraava luku ilmoittaa myötörajan ja viimeinen luku vetolujuuden minimiarvot (esim. MnB 1200/1600). Vastaavanlainen jaottelu olisi hyvä standardiksi, koska siitä ilmenee kaikki oleellinen käytetystä teräksestä, sen ominaisuuksista ja rajoituksista. (19, s. 5.)

Korikorjauksia tehdessä HEL-luokan teräksillä on jo pieniä oikaisu- ja korjausvaikeuksia. VHEL-luokan teräksillä vaikeuksia on jo melko paljon ja UHEL-luokan teräksien oikaisu- ja korjausmahdollisuudet ovat lähes mahdottomia. Erikoislujat teräkset ja niihin niitatut alumiinirakeet antavat haasteita korin rakenneosien vaihtoon. Näissä katkaisurajoitukset ja sen työmenetelmät vaikutta-

vat merkittävästi vaurioitunutta osaa poistettaessa, koska perinteiset porat ja sahat eivät tehoa erikoisluihin teräksiin. Erikoisluijen terästen lisäksi kevytmetalleille on omat työmenetelmänsä. (19, s. 1, 5.)

Pinta- ja muoto-osiin suurlujuusterästen rinnalle on tullut myös erikoislujat-teräkset. Erikoislujista teräksistä yleisimpiä ovat karkaistut booriteräkset (MnB 1200/1600), joita esimerkiksi Volvo käyttää takapeltirakenteissa ja B-pilareissa. Erikoisluijen terästen liitoksien purku on erittäin vaikeaa ja teräkustannukset nousevat. Nykyään saatavilla on kalliita BOR-poranteriä ja erikoisohuita katkaisulaikkoja, jotka ovat tarkoitettu erikoisluijille teräksille. Pistehitsien avaukseen on myös kehitteillä plasmapohjainen leikkuri, mutta sen haittapuolena ovat sulaiskeet. (19, s. 4.)

Rintapellin yläosassa ja kylkialueen pilareissa on usein käytössä UHEL 600-terästä. Ovien turvapalkeissa käytetään jo karkaistuja 1 200 MPa myötörajan omaavia teräksiä. Volvo käyttää takapelleissään vastaavaa MnB 1200/1600 -terästä. Opel on korvannut C Vectra:n B-pilarin karkaistulla MnB 1200/1600 -teräksellä aiemmin käytetyn karkaistun 280/450 -teräksen sijaan. Kattopaarteisiin ja -palkkeihin karkaistut MnB-teräkset ovat yleistymässä. Kojelaudan poikittaispalkkeihin sekä ovi- ja luukkurakenteisiin ovat yleistymässä neste-painemuovaamalla valmistetut DP-teräsputki -turvarakenteet. Tämä on mahdollista uusien valmistus- ja liitostekniikoiden ansiosta. (19, s. 7.)

80- ja 90-lukujen HEL teräksistä on erittäin pitkä matka nykyisiin yleisesti käytettyihin Boori- ja DP-teräksiin. Boori- ja DP-teräkset ovat pääsääntöisesti VHEL- ja UHEL-teräksiä, joita käytetään korin turvarakenteissa. Nämä teräkset ovat jo niin lujia, ettei niihin pure perinteiset poranterät ja peltisahat. (19, s. 7.)

6.4 Alumiini

ULSA-projektit vähensivät kevytmetallien käyttöä autojen korirakenteissa, koska teräksestä voitiin valmistaa myös kevyitä korirakenteita huomattavasti edullisemmin kuin kevytmetalleista. Alumiiniteollisuuden ULSA-projekteja vastaavat AIV-projektit (Aluminium Intensive Vehicle) ovat kuitenkin kiihdyttämässä ke-

vytmetallien käyttöä autoteollisuudessa. Näiden ansiosta erilaiset alumiiniset asennusosat ja hybridikorirakenteet tulevat yleistymään. (19, s. 9.)

Premium-luokan autoissa alumiiniset korirakenteet ovat jo yleistyneet. Uudet tuotantotekniikat ja kehittyneet alumiinilaadut näkyvät jo selvästi täysalumiinikoristen autojen rakenneratkaisuissa. Uudet valmistustekniikat mahdollistavat alumiinin käytön myös hybridikorirakenteissa. (19, s. 9.)

Täysalumiinikorisisista autoista 2000-luvulla merkittävin on Audi A2:n ASF II (Audi Space Frame II) korikehikko. Tässä painevalamalla valmistetut korinosat ovat liitetty pintapelteihin laser- ja MIG-hitsaamalla sekä pistehitsejäkin lujemmilla haaraniiteillä liimaa apuna käyttäen. Tällaisen korikehikon vauriokorjauksessa laitteistolla ja työmenetelmillä on omat vaatimuksensa ja rajoituksensa. Tyypivahingot on kuitenkin otettu huomioon jo auton suunnittelussa ja niiden korjattavuus on tehty helpommaksi. (19, s. 9–10.)

BMW e60 -korirakenteen alumiinikeula on tehty profiileista, painevalukappaleista sekä levytuotteista. Kokoonpanossa on käytetty lujia haaraniittejä. Alumiininen keularakenne on liitetty lujaan sinkittyyn teräspeltiin teräksisillä niiteillä liimaa apuna käyttäen. (19, s. 10.)

Lujat alumiiniseokset, erilaiset tuotantotekniikat sekä galvaanisen korroosion vaara antavat omat vaatimuksensa alumiinisen korirakenteen vauriokorjauksen työmenetelmille. Usein painevalukappaleet ja muotoprofiiliosat on vaihdettava sekä pintapeltien korjaukseen ja vaihtoon on omat työmenetelmänsä. (19, s. 11.)

ASF II:ssa ja BMW e60:n keularakenteessa käytettyjen teräksisten haaraniittien poistoon ja korjauksissa käytettävään niittausliimaukseen on omat erikoistyökäytäntönsä. Niittausliimauksessa käytettävissä puristustyökaluissa on useiden tonnin puristusvoima. Teräsniittiä ei saa poistaa alumiinisesta rakenteesta hiomalla tai poraamalla, koska alumiiniin voi jäädä niitin teräsjäänteitä, jolloin galvaanisen korroosion vaara kasvaa. Daimler-Chryslerin hybridirakenteissa käytettävi-

en teräsniittien poraukseen on tulossa omat erikoistyökalunsa, joita vaaditaan vauriokorjauksissa. (19, s. 11.)

Usein autonvalmistajan antamat korjausohjeet alumiinirakenteiden korjaukseen ovat sekavia. Jotkut merkit sallivat melko rajattoman kuumentamisen alumiiniosien oikaisun helpottamiseksi ja toiset rajoittavat sitä edellyttäen lämpövärien käyttöä. Kuumennustarpeeseen ja rajalämpötilaan vaikuttavat olennaisesti alumiinin ominaisuudet sekä käyttökohde. (19, s. 11.)

Laatuongelmien välttämiseksi alumiinirakenteiden korjaus vaatii oman työtilan ja asianmukaisen korjaamovarustuksen. Hitsaus- ja hiontatöissä on oltava tehokas kohdepoisto, eikä hitsausta ja hiontaa saa tehdä yhtä aikaa samassa työtilassa. Työtilat on myös puhdistettava säännöllisesti hiontapölystä ja kohdeimuri huollettava säännöllisesti. Pölyjen poistoon ei saa käyttää paineilmaa. Alumiinikorjaukseen tarkoitetun työtilan pitää olla oma ilmanpoisto-järjestelmä. Alumiinille ja teräkselle pitäisi myös olla omat työkalunsa. Nämä vaatimukset ovat tarkat siitä syystä, että alumiinin hiontapöly on räjähtävää ja teräspölyä alumiinipinnalla voidaan verrata silikoniin teräspinnalla. (19, s. 10–11.)

Alumiini venyy ja muokkauslujittuu terästä helpommin, mikä on huomioitava alumiinisen rakenteen veto-oikaisussa. ASF II:n korikehikkoa ei voida merkittävästi oikoa vaan painevalukappaleet ja muotoprofiilit pääsääntöisesti vaihdetaan. Itsekantavassa korirakenteessa veto-oikaisu tulisi suorittaa lämpöä apuna käyttäen ja lämpötilakontrolli on otettava korjausohjeiden mukaisesti huomioon. Alumiinin lämpötilaa ei voida kontrolloida materiaalin väriä tarkkailemalla. Lämpötilakontrolliin tarvitaan lämpötunnistusnauhaa, digitaalista tai infrapuna lämpömittaria, lämpöpuikkoja tai muita erityislaitteita. Uusille lujille seosalumiinisille osille yleinen lämpötilaraja on 170 °C. (19, s. 11–12.)

Pintapeltien muoto-oikaisussa teräskanttisia ja kovia oikaisutyökaluja tulisi välttää. Huomattavasti parempia vaihtoehtoja ovat muovi-, puu- tai alumiinivasarat ja vastaavat -vastimet. Suoraoikaisua ei suositella kovaa vastinta käyttäen. Yleensä alumiinin oikaisu aloitetaan painauman keskeltä toisin kuin teräksellä

sekä oikaisu suoritetaan mieluummin painamalla kuin iskemällä. Venymiä voidaan poistaa myös lämmöllä merkkikohtaisista korjausohjeista ja alumiiniseoksesta riippuen. Alumiinipellille on myös omat työkalunsa, koska muokkauslujittuminen voi johtaa repeämiin. Muokkauslujittumisen ehkäisemiseksi voidaan käyttää apuna päästöhehkutusta. (19, s. 11–12.)

Alumiinin hitsaus suoritetaan pääsääntöisesti TIG- tai MIG-hitsaamalla. Osa autonvalmistajista vaatii korjausohjeissaan digitaalista MIG-pulssihitsaustekniikkaa. Hitsauslaitteiden valmistajat ovat kehittäneet myös alumiininhitsaukseen tarkoitettuja synergisiä pulssi-MIG-invertterivirtalähteitä. Samoin kuin alumiiniosien oikomisessakin, myös hitsauksessa vaatimukset ovat vielä hieman sekavia. Alumiinin pistehitsaukset korvataan tavallisesti MIG-tulppahitseillä, koska vastuspistehitsaukseen tarvittaisiin erittäin tehokkaat hitsauslaitteet ja erikoishitauselektrodeja. (19, s. 12–13.)

Alumiinisten rakenneosien kokoonpanossa käytetään usein haaraniittejä. Kehitteillä on niittauslaitteita, joilla tällaiset niittaukset voidaan tehdä myös korjaamolosuhteissa. Toistaiseksi haaraniitit korvataan ainakin Audilla täysalumiinisilla umpi- tai vetoniiteillä ja BMW:llä pinnoitetuilla teräsniiteillä. Usein niittausliitoksessa käytettävät liimausprosessit eroavat merkkikohtaisesti merkittävästi toisistaan. (19, s. 13.)

Alumiinikorien korjauksissa eivät perinteiset pop-niitit ja liimat enää riitä. Niittauksiin tarvitaan paineilma-hydraulisia tai akkukäyttöisiä niittauskoneita, jotka ovat varustettu erikoiskaroilla. Alumiinisia niittejä käytettäessä käytetään usein myös epoksiliimaa liitettävien peltien välissä. Täydellisiä niittauskoneita, joilla niitit poistetaan ja tehdään niittausliimausliitoksia, on myös kehitteillä. (19, s. 13.)

Alumiinin kittauksiin on olemassa myös omat alumiinipulverit hartseineen. Tavallista polyesterikittiä käytettäessä täytyy alumiini käsitellä epoksipohjusteella. Jotkut autonvalmistajat vaativat kittaukseen käytettäväksi happopohjaista kittiä, joka levitetään puhtaalle alumiinipinnalle. (19, s. 13.)

Nykyistä alumiinin kehitystä korirakenteisiin käytettäväksi voidaan kuvailla vastaavaksi kuin teräksellä oli 90-luvulla. Alumiineja on useita eri laatuja eri ominaisuuksineen. Tulevaisuudessa hybridirakenteet ja materiaaliyhdistelmät tulevat yleistymään. Alumiinia, muovia ja erilaisia AHSS-teräksiä niitataan yhteen. Myös teräksen ja alumiinin hitsausliitoksia on saatu jo tehtyä laserhitsaamalla niin limittäis- kuin puskuksaumanakin. (19, s. 13–14.)

Alumiinisen korin rakenneosien vaihdossa vauriokorjaamoiden on mietittävä eri tekniikoita vaatimusten, tehokkuuden, turvallisuuden ja laadun kannalta. On pystyttävä erottamaan mahdollisuudet ja mahdottomuudet. Lujista materiaaleista valmistetut turvarakenteet vaikuttavat korjaustöissä käytettäviin oikaisu- ja liitosmenetelmiin. Oikaisuvoimat, vetotarraimet, oikeanlaiset tuennat ja vastavedot sekä oikeat katkaisukohtat ja liitostekniikat on tiedettävä. (19, s. 14.)

6.5 Liitosmenetelmät

Robotisoidussa autonvalmistuksessa nykyisin käytetyt laserhitsaus ja -juotto, MIG-juotto, suurtehopistehitsaus, rakenne- ja hitsausliimaus, joustava liimaus ja niittaus ovat hyvin yleisiä. Näiden liitosmenetelmien korvaamiset ja soveltamiset ovat hyvin rajallisia, joten on syytä aina varmistua oikeasta menetelmästä valmistajan korjausohjeista. Näiden erikoisempien liitosmenetelmien käyttö valmistuksessa kasvaa jatkuvasti ja niiden käyttökohteet sekä -sovellukset lisääntyvät. (19, s. 7.)

Laserhitsausta käytettiin aluksi vain räätälöityjen koriaihioiden valmistukseen, mutta myöhemmin sen käyttö on yleistynyt myös kokoonpanossa. Hyvänä esimerkkinä on kattopellin lisäaineeton liittäminen. Teräskorisessa autossa jopa pistehitsejä on alettu korvata laserläpihitsausliitoksella, joka oli alun perin tarkoitettu alumiinin hitsaukseen. Laseria käytetään myös pinnoitteita säästävissä kovajuotossaumoissa. Kokoonpanossa laserin käyttöä on sovellettu yhdistämällä laser- ja MIG-hitsaus hybridilaserhitsaukseksi. Näiden erikoisempien liitosmenetelmien korvaustapoja tarvitaan korjaamoille. (19, s. 7.)

Korin kokoonpanossa vastuspistehitsauksen virrat nousevat jopa 30 kA:iin ja pisteiden halkaisijan nousevat usein yli 8 mm:iin pellin paksuudesta riippuen. Korjaamoilla vastuspistehitsauksen virta on usein maksimissaan noin 10 kA:a. Tällaisia pistehitsejä on autotehtaissa korvattu MIG-juoton yleistettyä tulppahitsityyppisellä pitkäreikä-MIG-juotolla. Myös korjaamoilla pistehitsien korvaaminen MIG-juotolla tulee yleistymään ja MIG/MAG-hitsaus on muutenkin korvautumassa MIG-juotolla. MIG-juottoa voidaan käyttää myös kolariturvallisuuden kannalta tärkeiden pistehitsien varmistuksena. (19, s. 8.)

6.6 Laitevaatimukset

Autonvalmistajat ovat aloittaneet korjaamostandardien kehittämisen varustelun ja vaurioasteen mukaan. AKL (Autoalan Keskusliitto) on ottanut käyttöön kori-korjaamoluokituksen, jossa vauriokorjaamot jaetaan kolmeen eri vaatavuusluokkaan. Näiden mukaan ”monimerkki-vauriokorjaamot” soveltuvat vain pienehköille tyyppivahingoille. (19, s. 15.)

Korin rakenneosien vaihdot ovat tuottavaa työtä mutta ne vaativat suuria investointeja asianmukaisiin laitteisiin. Hitsattujen rakenneosien vaihdoissa käytetään jo yleisesti sinkittyjen suurlujuusteräslevyjen kohdalla 3x2 mm vastuspistehitsauslaitevaatimusta. Myös puristusvoimavaatimukset ovat suuret suurlujuusteräksisille ohutlevyille. Erikoislujien terästen kokoonpanohitsaukseen kehitetyistä koneista on jo saatavilla korjaamoversioitakin. Usein nämä laitteet ovat vesijäähdytetyjä invertteritekniikkaan perustuvia vastuspistehitsauskoneita, joita tarvitaan liitettäessä paksuhkoja UHEL-teräksiä. (19, s. 15.)

Erikoislujat VHEL- ja UHEL-teräkset, kuten myös kevytmetallit, saattavat yllättää vauriokorjaamoja. Aiemmin näitä materiaaleja käytettiin ainoastaan kalliissa loistoautossa, mutta nykyään jo ihan tavallisissa autoissakin. NCAPin kylkikolaritestissä täydet pisteet saanut Peugeot 307 on saanut tähtensä VHEL ja UHEL teräksiä lisäämällä. Peugeot vaatii vauriokorjauksissa käytettäväksi MIG-juottoa ja korjauskelvottomien korinosien vaihto edellyttää erikoistyökaluja. Hyvätkään

poranterät, hiomakoneet ja paineilmataltat eivät pure näihin erikoisluihin teräsiin. (19, s. 16.)

6.7 Veto-oikaisu

Usein kolarivauriot ulottuvat pintapeltejä syvemmälle auton kantaviin rakenteisiin, jolloin niitä kutsutaan syviksi kolarivaurioiksi. Tällaisten vaurioiden korjaaminen asianmukaisesti ilman vetotyötä on mahdotonta, vaikka vauriokohdat korjattaisiinkin uusilla osilla tai lohkoilla. Myös kaikkia vähemmän voimakkaita rypyjä ja painaumuksia voidaan ja on syytä oikaista vetämällä. Veto-oikaisulle toinen vaihtoehto on työntää hydraulisyliinterillä vaurion sisäpuolelta. Molemmilla menetelmillä lopputulos on sama, mutta pinta-oikaisua samalla suoritettaessa hydraulisyliinteri on usein tiellä. (23, s. 92–94.)

Syvät kolarivauriot ulottuvat usein esimerkiksi auton runkopalkkeihin etu- tai takaosassa, kattoon tai lattiaan. Tällaisia vetotöitä varten auto kiinnitetään oikaisupenkkiin joko kotelon helmasta, nostorei'istä tai jostain muusta sellaisesta kohdasta, joka kestää tarvittavan vedon. Ennen varsinaisia vetotöitä ovat vauriot mitattava, jotta päästään selville eri lohkojen siirtymistä. Mittaamalla varmistetaan siitä mitkä kohdat siirtyneet sekä kuinka paljon ja mihin suuntaan. Mittaamista tarvitaan myös vetotöiden suunnitteluun, koska silloin usein selviävät tarvittavien vetojen suunnat. (23, s. 93–95.)

Erilaiset kevytmetallit ja AHSS-teräkset ovat yleistyneet autonkoreissa myös muodonmuutos- ja turvarakenteissa. Veto-oikaisua vaativissa korjaustöissä korostuu erityisesti materiaalien oikaisurajoitukset, oikaisuvoimien tarve sekä tuentajärjestelmien merkitys. Näistä tietämätön korikorjaaja voi saada suurtakin tuhoa aikaan esimerkiksi turvakorisen auton runkoaisojen ja kylkivaurioiden veto-oikaisussa. (19, s. 1–2.)

Korikorjauksia tehdessä valmistajan korjausohjeet ja -rajoitukset tulisi olla saatavilla ja niiden mukaisesti tulisi toimia. Osa erikoislujista teräksistä ja kevytmetalleista eivät ole oikaistavissa, joten vaurioituneet rakenneosat on vaihdettava. Tiedetyt vaurio-osat ovat tehty vaihdettavaksi ja näiden vaihto rasittaa turhaan

kanta-auton vaihdettujen osien määrää. Tämä on myös yksi syy siihen, minkä takia korin rakenneosien vaihtoa yritetään välttää. Tällöin rakenne voi olla väärin korjattu ja siksi ei niin turvallinen, kuin oikein korjattuna. (19, s. 3.)

Eriasteiset ylivedot, materiaalien ja hitsien repeämiset ja pistehitsien peittäminen tulevat muodostamaan ongelmia veto-oikaisutöissä. Usein erikoislujien teräksien myötö- ja murtolujuudet menevät niin lähelle toisiaan, että oikaistava osa usein repeää itse tai se irtoaa liitoksistaan ennen kuin se alkaa oieta. Veto-oikaisutöissä korostuu entisestään mistä, millä ja miten vedetään. Lämmön käyttö veto-oikaisutöissä ei usein ole rakenteiden lujuus- ja/tai väsymisominaisuuksia tuhoamatta mahdollista. Vetotöiden aikana on syytä tarkkailla liitoksia ja vetotöiden jälkeen tarkistaa kaikki liitokset. (19, s. 7.)

Cabas-vauriokorjauslaskentajärjestelmän oikaisutyö osioon olisi hyvä saada erikoislujien terästen käyttökohteet, jotta vauriokorjaamolla olisi tieto näistä teräksistä. Oikaisunormeihin olisi myös syytä saada ajallisia tarkastuksia ja osien vaihtorajoja. Usein autonvalmistajan korjausohjeissa vaihtorajoja jo kuitenkin esitetään. Veto-oikaisu- ja tuentatekniikoilla voidaan kuitenkin vaikuttaa vaurioiden oikaisumahdollisuuksiin ja induktiokuumentimen käytöllä voidaan helpottaa vaihdettavan osan rajapintoihin liittyviä vaikeuksia. Lämpötilakontrolli on kuitenkin välttämätön. (19, s. 7.)

6.8 Alustan ja korin mittaaminen

Alustaa mitattaessa tulee olla huolellinen, koska alustan mitat vaikuttavat suoraan pyörien asentoon. Pyörien asennolla on suuri vaikutus auton ohjattavuuteen, ajo-ominaisuuksiin, ajokäyttäytymiseen sekä turvallisuuteen. Mikäli pyöränripustuksissa ei ole minkäänlaisia säätöjä, ovat niiden kiinnityskohdat saatava tarkasti paikoilleen. Vaikka pyöränripustuksissa olisi säätömahdollisuudet, ovat kiinnityskohdat saatava vähintään annettujen toleranssien sisään. Kiinnityskohtien sijainnista ei voida varmistua muulla kuin mittaamalla. (23, s. 136.)

Auton kori on valmistettu tarkkojen piirustusten ja mittojen mukaan. Korin toiminta ja osien sopivuus on mahdollista ainoastaan silloin, kun näitä mittoja nou-

datetaan. Mittojen noudattaminen on ehdotonta myös kolarikorjauksissa. (14, s. 171.) Alustan vähäisetkin mittavirheet tulevat esille viimeistään auton yläosaa korjattaessa. Myös osien sovituksessa voi tulla ongelmia, mikäli alustan mitat eivät ole vähintään toleranssien sisällä. Osat voivat sopia huonosti paikalleen tai ne eivät välttämättä sovi lainkaan. (23, s. 136.)

Alustan ja korin mittaustavat voidaan jakaa ristimittaukseen, vertailevaan ja point-to-point -mittaukseen. Ristimittauksella voidaan tarkastaa neljän pisteen keskinäinen suorakulmaisuus. (24, s. 17–19.) Koska auton korit ovat pääasias-
sa symmetrisiä niiden pituusakselin suhteen, voidaan korin suoruuksia tarkastella joissakin tapauksissa ristimittauksella. Vertailevassa mittauksessa mittoja voi-
daan ottaa myös auton ehjältä puolelta ja verrata niitä vaurioituneelle puolelle tai hankkia mittoja vastaavasta ehyestä autosta. Toisen auton mitattavaksi saaminen on usein kuitenkin haasteellista. Point-to-point -mittauksella mitataan valittujen mittapisteiden välimatkaa toisistaan. (14, s. 171.)

Korimittalaitteilla mitataan ajoneuvosta vertausmittoja, jota verrataan yleensä ajoneuvon valmistajan antamiin vauriottoman ajoneuvon mittoihin. Kun mitattuja arvoja verrataan valmistajan antamiin arvoihin, saadaan nopeasti selkeä käsitys vaurioiden laajuudesta. Mittaeroista nähdään heti kuinka paljon ja mihin suuntaan ennalta määrätty mittapiste on siirtynyt. Yleisesti hyväksyttävänä toleranssina voidaan pitää 3 mm:ä. Tällainen ero vaurioituneen ja ehjän korin välillä voidaan katsoa vielä säilyttävän ajoneuvon ohjattavuuden, alustan käyttäytymisen ja ajettavuuden. (24, s. 17.)

Vauriokorjauksien toleransseissa on huomioitava auton korien valmistuksessa käytettävät mittatoleranssit. Ajoneuvon valmistajilta saadut korin mitat, joita mittalaitteiden mittakorteissa käytetään, on useamman mitatun korin keskiarvoja.

6.9 Alustan ja korin mittalaitteet

Alustan ja korin mittauksissa käytetään tavanomaisten mittalaitteiden lisäksi myös korien mittaukseen tarkoitettuja mittalaitteita. Autojen korjaamokäsikirjat sisältävät mittapiirroksia korista ja alustasta, mutta ne eivät valitettavasti ole

kaikkien saatavilla. Autonvalmistajien mittatiedot voidaan kuitenkin ostaa. Korin mittalaitteiden valmistajat julkaisevat omia mittakorttejaan, mutta ne soveltuvat yleensä vain kyseisen mittalaitteen kanssa käytettäväksi. (14, s. 171.)

Korien mittalaitteet ovat jaettu pääsääntöisesti kahteen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä on mittapenkit (jigit), jotka ovat eräänlaisia kehikoita, joiden mukaan auto oikaistaan. Jigipenkkejä voidaan verrata tulkilla mittaamiseen. Toiseen ryhmään kuuluvat kaikki sellaiset mittaussuunnitelmat, joissa poikkeamat saadaan mitta-arvoina. Näitä ovat mekaaniset ja elektroniset korinmittalaitteet sekä muun muassa mittatanko. (14, s. 171.)

Jigipenkkejä lukuun ottamatta, mittalaitteet ovat pääsääntöisesti universaaleja, eli soveltuvat kaikkien automerkkien ja -mallien mittaamiseen. Mittalaitteet kiinnitetään tavallisesti korin oikaisupenkkiin tai ne voivat soveltua käytettäväksi esimerkiksi saksin- tai kaksipilarinostimen kanssa. (24, s. 19.)

Oikaisupenkeihin tarkoitettuja mittajärjestelmiä on useita erilaisia. Ne ovat pääsääntöisesti erittäin luotettavia ja pitkälle kehitettyjä mittalaitteita. Saatavilla on myös useiden eri valmistajien mittalaitteita omine mittakortteineen. (23, s. 136, 138.)

6.9.1 Mittatanko

Risti- ja vertailevaan mittaukseen mittatanko on usein käyttökelpoisempi kuin rullamitta. Mittatanko ei taivu, mittapisteen kohdistaminen on tarkempaa sekä ulottuvuus ja käytettävyys yksin työskennellessä ovat parempaa ja helpompaa. (14, s. 172.)

Kehittyneimmät digitaaliset mittatankot voidaan liittää langattomasti tai langallisesti tietokoneelle, jonka näytölle tulokset voidaan tulostaa. Digitaaliset mittatankot havaitsevat kahden mitattavan pisteen välisen pituuden sekä korkeuden. Mittatanko kalibroidaan vauriottomalta alueelta pituus- ja leveysuunnassa. Korkeuserojen mittaaminen perustuu kaltevuuden havaitsemiseen. Yleensä mit-

tatankojen toiminnot ovat muita korinmittalaitteita rajallisempia, mutta sopivat silti alustan- ja korinmittaukseen. (24, s. 23–25.)

6.9.2 Mittapenkki

Mittapenkkiä eli oikaisuohjainta (jigiä) käytettäessä varsinainen mittaaminen jää vähemmälle. Se on suuri etu, koska aikaa ei kulu mittalaitteiston asetteluun ja siirtelemiseen. Jigissä oikaistaessa alustan mittojen oikeellisuus on erittäin tärkeää, koska näiden mukaisesti alustaan kiinnitetyn jigin mitta- ja kiinnityspalikat toimivat mittakaaviona. Alustan oikeat mitat ovat muutoinkin kaiken perusta, sillä jos ne eivät ole kohdallaan, vaikuttavat ne auton yläpuolisiin peltisovituksiin. Yleensä jigioikaisussa yläpuoliset mittaukset ovat tarpeettomia, mikäli käytetään uusia tai virheettömiä vaihto-osia. (23, s. 135.)

Tavallisesti korikorjaamoissa on yleismallinen oikaisupenkki, johon liitetään erilaisten automallien ohjaimia (kuva 19). Koska jokainen automalli on erilainen, tarvitaan paljon mallikohtaisia kiinnikkeitä. Jigipenkillä määritetään, ovatko alustarakenteen muodot ja mitat muuttuneet kolarin seurauksena. Näiden avulla voidaan palauttaa korin ja alustan alkuperäiset mitat ja muodot. Tärkeitä kiinnityskohtia koriin nähden ovat jousituksen, ohjauslaitteiden, moottorin ja vaihteiston kiinnityspisteet. Jokaiselle automallille on omat jiginsä. (25, s. 53.)



KUVA 19. Teräksiset kiintopalat (24, s. 27)

Jigipenkin käyttö helpottaa huomattavasti vetotöitä tehtäessä. Vaurioitunut osa voidaan vetää oikeaan mittaan ja muotoon, jonka jälkeen se voidaan lukita paikalleen kiinnikkeiden avulla. Näin se ei pääse enää liikkumaan muita osia vedettäessä. Kiinnikkeitä voidaan käyttää apuna myös osien tai lohkojen vaihdossa, jossa joudutaan hitsaamaan. Ne toimivat aputukina ja pitävät osat tai lohkot paikoillaan hitsauksen ajan. (25, s. 53.)

Jigillä mitattaessa voidaan saada kahdenlaisia tuloksia; mitat joko ovat tai eivät ole alkuperäisiä. Mittojen ollessa alkuperäisiä kiintopalat kohdistuvat mitattaviin kohtiin. Mikäli mitat eivät ole alkuperäisiä, kiintopalat eivät kohdistu mitattaviin kohtiin. Tällöin kiinnikkeiden asennosta voidaan päätellä, kuinka paljon ja mihin suuntaan kiinnityspisteet ovat liikkuneet. Näin on helppo tehdä oikaisutöitä tarvittava määrä, jotta kiinnikkeet kohdistuvat mitattaviin kohtiin. Kun kaikki kiinnikkeet kohdistuvat koriin, kori myötäilee tehtaän mittoja. (24, s. 27.)

6.9.3 Mekaaniset korin mittalaitteet

Mekaanisia mittalaitteita (kuva 20) käytettäessä ajoneuvo kiinnitetään tavallisesti helmoistaan oikaisupenkkiin, johon kiinnitetään mittasillat. Näihin mittasiltoihin kiinnitetään mittapäitä, joita liikutellaan mitattavan kohteen luokse. Kun mittapää koskettaa mitattavaa kohdetta, voidaan mittasillan asteikolta lukea mitta-arvot pituus-, leveys- ja korkeussuunnassa. Näitä mittoja vertaillaan mittakortin arvoihin, jolloin voidaan määrittää mahdolliset siirtymät. Koska mittalaite on mekaaninen, joutuu mittauksia tekevä henkilö kirjoittamaan saadut mittatulokset käsin muistiin. (24, s. 19.)

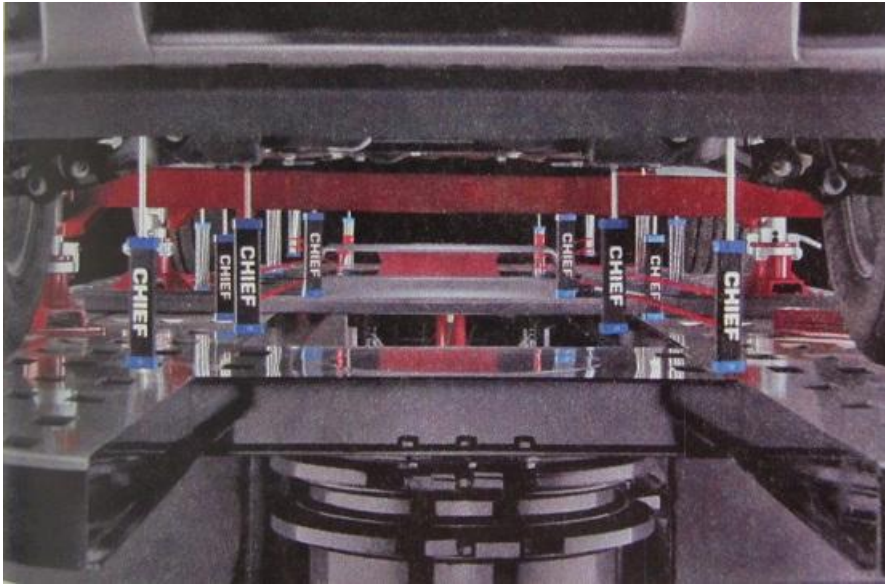


KUVA 20. Autorobotin mekaaninen mittalaite (24, s. 19)

Mekaaniset mittalaitteet helpottavat huomattavasti oikaisu- ja vetotöitä, koska ne voidaan pitää oikaisupenkissä kiinni oikaisu- ja vetotöiden ajan. On kuitenkin varottava vaurioittamasta mittalaitetta, koska jo pienetkin vääntymät mittasilloissa voivat aiheuttaa suuria mittavirheitä. (24, s. 20.)

6.9.4 Elektroniset korin mittalaitteet

Elektronisia mittalaitteita voivat olla optinen laser-, ultraääni- tai mittavarsi-mittalaitteet. Lasermittalaite kalibroidaan neljästä päävertailukohteesta, jotka valitaan alustan vauriottomasta kohdasta. Auton alle sijoitettava laseryksikkö lähettää laservaloa mittapisteisiin kiinnitettäviin kiinnikkeisiin (kuva 21), joista ne heijastuvat määriteltyihin kalibrointi pisteisiin analysoitaviksi. Kalibrointipisteiden kiinnikkeet välittävät tiedot mitoista tietokoneelle, jonka ruudulta voidaan lukea mahdollisten siirtymien suuruus ja suunta. Myös lasermittalaitetta voidaan käyttää veto- ja oikaisutöiden aikana. (24, s. 20–22.)



KUVA 21. Lasersäteitä heijastavat kiinnikkeet (24, s. 22)

Ultraäänellä toimiva mittalaite perustuu ultraääntä lähettäviin mittapäihin ja niitä tulkitsevaan mittapalkkiin (kuva 22). Ultraäänilähttimet kiinnitetään mittakortissa määriteltyihin kohtiin. Mittapalkissa olevat mikrofonit muuttavat saapuvat ääniaallot sähköisiksi signaaleiksi tietokoneelle, joka analysoi signaalit kuluneen ajan perusteella. Ultraäänen lähettämisestä vastaanottamiseen pitäisi kulua täsmälleen ennalta määrätty aika, jonka perusteella aikaerot voidaan muuttaa

mittaeroiksi. Ultraäänimittalaite kalibroi itse itsensä ja myös sitä voidaan käyttää oikaisu- ja vetotöiden aikana. (24, s. 22–23.)



KUVA 22. Vasemmalla auton alle sijoitettava mittapalkki ja oikealla mittapisteeseen kiinnitettävä ultraäänilähetin (24, s. 23)

Mittavarsi tyylinen korinmittalaite perustuu mittasiltaa pitkin liukuvaan nivellettyyn mittavarteen (kuva 23), jonka päähän kiinnitettyjen mittapäiden avulla mitataan halutut mittapisteeset mittakortin mukaisesti. Kun mittakärki on mitattavassa pisteessä, voidaan tulos tallentaa tietokoneelle mittavarren napista tai tietokoneelta. Tietokoneen ohjelma laskee mittaerot mitattujen tulosten ja auton valmistajan ilmoittamien alkuperäisten mittojen perusteella. (24, s. 25.)



KUVA 23. Mittavarsimittalaite (24, s. 26)

Mittavarsi kalibroidaan liikuttelemalla jokaista liikkuvaa osaa äärlaitoihinsa, jotta ohjelma tietää mittavarren sijainnin. Tämän jälkeen mitattavasta ajoneuvosta valitaan neljä kalibrintipistettä vauriottomalta alueelta, joilla kalibroidaan mittalaitteen asema mitattavaan ajoneuvon nähden. (24, s. 26.)

7 KOLARIKORJAUS

Tässä kolarikorjauksessa kuvataan vakuutusyhtiön lunastaman henkilöauton palauttaminen takaisin tieliikenteeseen. Idea tällaisen kolarikorjauksen suorittamiseksi syntyi täysin omasta tarpeesta. Autovahinkokeskuksen Internet-sivuilta oltiin jo pidempään etsitty kohdeautoksi sopivaa autoa, joka täyttäisi kaikki omat vaatimukset. Auton piti olla farmari, diesel-moottorilla, hyvillä varusteilla ja mielellään automaattivaihteistolla.

Kun syksyllä 2012 AVK:lle tuli myyntiin BMW e46 330dA touring, vuosimallia 2003, heräsi kiinnostus heti tätä autoa kohtaan. Auto oli facelift-malli ja varustettu tehokkaammalla 150-kW:isella 3.0 litran dieselmootorilla. Myyntitietojen perusteella autosta löytyi myös hyvät lisävarusteet, joita olivat muun muassa puoli-nahkaiset sport-penkit sähkösäädöllä ja muistilla, navigaattori, jokaisessa ovessa sähkötoimiset lasinnostimet, peruutustutka, automaatti-ilmastointi ja bi-xenon ajovalot. Koska myyntikuvien perusteella ei pysty huomaamaan kaikkia autossa olevia vaurioita, oli se nähtävä. Liitteessä 2 on esitetty AVK:n myyntikuvat.

Autoa käytiin vielä samana päivänä katsomassa AVK:lla. Paikanpäällä vauriot eivät vaikuttaneet ylitsempääsemättömiltä, vaikka auto myytiin ehdollisena korjauksena. Korjausehtoina oli muun muassa korinmittaus, vaikka silmämääräisesti katsottuna ajoneuvon kantavissa rakenteissa ei ollut havaittavissa vaurioita. Myös eturunkopalkit näyttivät silmämääräisesti suorilta. Autosta ei ollut lauennut turvavarusteita kolarin seurauksena.

Auton sisältä löytyneestä huoltokirjasta huomattiin myös kattava huoltohistoria, josta selvisi auton muutakin historiaa. Historiaa tarkastettiin vielä kuitenkin tarkemmin, eikä mitään epäselvyyksiä tai huomauttamisia löytynyt. Autosta tehtiin vielä karkea kustannusarvio, jossa selvitettiin tarvittavien varaosien hinta. Tämän perusteella korjaus olisi vielä kannattavaa ehyeen autoon verrattuna, joten autosta päätettiin tehdä tarjous. Autosta soitettiin AVK:lle ja kysyttiin auton viimeistä myyntihintaa. He olivat valmiita laskemaan auton hintaa vielä 10 %:lla, jolloin auto päätettiin ostaa.

Autovahinkokeskukselta lähetettiin sähköpostiin lasku, jonka maksukuittia vastaan auton sai noutaa. Autoa hakiessa kuitti maksutapahtumasta oli esitettävä ja sitä vastaan luovutettiin auto sekä sen avaimet. Luovutusasiakirjat ja katsastuksessa esitettävät myyntikuvat tietoisena postitettiin myöhemmin. Ulkona auton varastointitilasta auto nostettiin alustarakenteista autotrailerin päälle pyöräkuormaajaan kiinnitettyjen trukkipiikkien avulla. Nyt auto oli virallisesti vaihtanut omistajaa ja varsinainen kolarikorjaus voitiin aloittaa.

7.1 Valvontaehdot

Auton myyntitapa oli ehdollinen korjaus. Tämä tarkoittaa sitä, että auton myynti edelleen korjaamattomana on kielletty ja korjaus sekä rekisteröinti tulee suorittaa kahden vuoden kuluessa ostopäivästä. Mikäli ajoneuvoa ei rekisteröidä uudelleen kahden vuoden kuluessa, määrätään se tuhoutuneeksi, eikä sen rekisteröinti ole enää sen jälkeen mahdollista. (26.)

Autovahinkokeskuksen myyntiehdossa sanotaan ehdollisesta korjauksesta myös, että korjauksessa käytettävien varaosien alkuperä on selvitettävä rekisteröintikatsastuksen yhteydessä. Korjauksesta on katsastusviranomaisen vaatimissa esitettävä hyväksyttävä korinmittaus- ja pyörien asentokulmien mittauspöytäkirja. Auto on myös korjattava asianmukaisesti ja hyväksyttävillä työmenetelmin. Turvarakenteiden ja turvavarusteiden toiminta ja ominaisuudet on palautettava kolaria edeltäneelle tasolle ja korin turvarakenteet sekä -varusteet on korjattava maahantuojaan antamien korjausohjeiden mukaisesti. (26.)

Korjauksen valvontaehdot tässä autossa oli nelipyöräsuuntaus, korinmittaus ja valvontaehdot siirretty Trafiin. Nelipyöräsuuntauksella tarkoitetaan sitä, että autosta on rekisteröintikatsastuksen yhteydessä nelipyöräsuuntaustodistus. Auton pyöränkulmat on tarkastettava ja säädettävä oikeiksi ennen rekisteröintikatsastusta. Rekisteröintikatsastuksessa on esitettävä todistus pyörien asentokulmista ja todistuksesta on selvittävä todistuksen antaja. (26.) Pääsääntöisesti nelipyöräsuuntaustodistus vaaditaan, vaikka ajoneuvo myytäisiin vain korjattavaksi, eli ei ehdollisena korjauksena.

Korinmittaus-valvontaehdolla tarkoitetaan, että autosta vaaditaan rekisteröintikatsastuksessa todistus korinmitoista. Vastaavasti kuin nelipyöräsuuntauksessakin, ovat korin mitat korjattava oikeaksi ja mittauksesta on esitettävä todistus rekisteröintikatsastuksen yhteydessä. Todistuksesta tulee myös ilmetä todistuksen antaja. (26.)

Valvontaehdot siirretty Trafiin -valvontaehto tarkoittaa sitä, että auton dokumentit tarkastetaan rekisteröintikatsastuksen yhteydessä. Korjauksesta pyydetty dokumentit ja oikea korjaustapa tarkastetaan rekisteröintikatsastuksessa. (26.) Näiden lisäksi joka kerta AVK:lta myytäviin ja uudelleen rekisteröitäviin ajoneuvoihin vaaditaan selvitys käytetyistä varaosista ja vaihdettujen osien määrä prosentteina ja yleensä vielä käytettyjen varaosien ostokuitit.

7.2 Vauriot

AVK:lla myynnissä ollessaan auton vauriokuvaus oli etupää ja oikea etukulma. Törmäys oli tullut vaurioista päätelleen oikeaan kulmaan ja keulan keskelle, mutta kohtalaisen ylös. Törmäys ei ollut kohdistunut etupuskurin palkkiin eikä runkoaisoihin, vaan niiden yläpuolelle. Auton etupuskuri oli käytännössä ehjä, lukuun ottamatta pieniä naarmuja ja hankaumia aivan puskurin yläosassa.

Pintapeltivauriot autosta havaittiin jo ennen ostoa. Näiden lisäksi oli havaittavissa myös, että auton kaikki keulassa sijaitsevat muoviosat olivat vaurioituneet. Muoviosien lisäksi moottorin, ilmastoinnin ja ohjaustehostimen lauhduttimet olivat vaurioituneet. Myös oikean puolen etuvalaisin oli täysin tuhoutunut.

7.3 Purkaminen

Auton korjaustyö aloitettiin ostosta seuraavana päivänä, jolloin autosta purettiin kaikki vaurioituneet osat pois. Auton keulaa purettiin niin pitkälle, että kaikki vauriot oli varmasti havaittu ja näkyvillä (kuva 24). Purkamista helpotti huomattavasti se, että kaikki keulan osat oli kiinnitetty pulteilla, joten liitokset olivat helposti avattavissa ja osat poistettavissa. Autosta jouduttiin purkamaan keulasta

katsottuna pois kaikki osat ennen moottoria. Purkamista jatkettiin myös auton sivuille, joista purettiin pois etulokasuojat sekä muoviset sisälokasuojat.



KUVA 24. Kaikki vaurioituneet osat poistettuna

Autossa oli havaittavissa myös rintapellin lämpösuojapellissä pieni painauma katalysaattorista, mikä tarkoittaa sitä, että moottori oli käynyt kolarin seurauksena hieman takanpäin. Moottori oli kuitenkin palautunut alkuperäiseen paikkaansa joustavien moottorin tukikumien ansiosta. Moottorin kannakkeet ja tukikumit tarkastettiin tarkoin, eikä niissä ollut havaittavissa vaurioita. Autosta purettiin pois myös kaikki muoviosat tuulilasin alalaidasta ja moottorin päältä, jotta rintapelti päästiin tarkastamaan kunnolla. Tätä pientä painaumaa lukuun ottamatta vaurioita ei ollut havaittavissa.

Moottorin siirtymisen vuoksi auton pohjaa alettiin tarkastaa taka-akselia myöten. Kokoon painuvan kardanaixselin ansiosta voima ei ollut välittynyt taka-akselille

asti. Sen sijaan vaihteisto, joka on kiinteästi kiinni moottorissa, oli myös käynyt törmäyksen seurauksena hieman takanapäin. Tämän seurauksena vaihteiston alumiininen kannakepalkki oli katkennut ja molemmat vaihteiston kannakekumit olivat vaurioituneet. Myös vaihteiston kannakepalkin kaksi kiinnityspistettä olivat hieman revenneet korista. Vaihteisto tuettiin väliaikaisesti vaihteistotunkin avulla odottamaan varaosia ja kiinnityspisteiden hitsausta.

Kun etulokasuojat oli purettu pois, huomattiin molemmilla puolilla sivuylätuen ja a-pilarin liitoksessa liimasauman repeytymistä. Liimasaumat poistettiin kokonaan, jotta päästiin näkemään liiman alle mitä siellä oli tapahtunut. Liiman alla oli sivuylätuen pistehitsikiinnitykset, joilla oli liitetty kaksi peltiä limittäin. Näiden repeämistä ei ollut havaittavissa. Saumat suojattiin uudelleen sinkkimaalilla ja niiden päälle tehtiin uusi liimasauma. Nämä maalattiin lopuksi vielä takaisin korin väriin.

Kun autosta oli purettu kaikki keulan rakenneosat pois, alkoi vaurioiden todellinen laajuus olla selvillä. Silmin havaittavissa korin vaurioita olivat lähinnä yläsivutuessa lukkopellin kiinnityskohdassa. Tämä kohta oli kääntynyt hieman sisäänpäin. Pyöränkotelossa oli myös vaurioita. Se oli revennyt irti pistehitsausliitoksistaan yläsivutuesta ja taittunut taaksepäin. Näiden lisäksi korin rakennevaurioita oli vaihteistonkannakkeen kiinnityspisteiden repeäminen. Runkoaisat näyttivät edelleen silmämääräisesti olevan suorassa. Tätä epäilystä vahvisti myös se, että etutörmäysiskunvaimentimet olivat ehyet.

Auton keulasta otettiin ennen varsinaista korinmittausta muita mittauksia, joilla pyrittiin alustavasti selvittämään vaurioiden laajuus. Runkoaisoista otettiin muun muassa ristimittauksia, joiden mukaan ne olisivat suorassa. Koko keulakehikosta otettiin myös ristimittauksia, joiden mukaan oikea etukulma olisi hieman kääntynyt sisäänpäin. Tämä aiheutui lukkopellin kiinnityskohdan vääntymisestä. Sivuyläpalkeista otettiin myös pituusmittoja, joita verrattiin keskenään. Näistä havaittiin, että oikeanpuolen etukulma olisi siirtynyt hieman taaksepäin. Valvontaehtona oli kuitenkin korinmittaus, joten oikaisutöihin oli varauduttu korinmittauksen yhteydessä.

7.4 Varaosat

Kun kaikki vaurioituneet osat oli purettu pois autosta, voitiin alkaa tutkia, mitkä osat oli vielä kunnostettavissa ja mitkä osat oli vaihdettava. Vaihdeosat päätettiin hankkia pääsääntöisesti käytettynä alkuperäisosana tai uutena tarvikkeosana. Käytettyjä alkuperäisosia käytettiin pääsääntöisesti pintapelleissä ja ajovalossa, koska niillä voitiin taata osien täydellinen sopivuus autoon. Ne olivat myös huomattavasti edullisempia kuin uudet alkuperäisosat. Muut varaosat hankittiin uutena tarvikkeosana. Mikäli pintapeltejä ei olisi löytynyt käytettynä, olisi ne hankittu uutena alkuperäisosana.

Konepelti oli pahoin taittunut ja repeillyt saumoistaan. Tämän korjaaminen ei missään tapauksessa ollut enää kannattavaa, vaan se oli uusittava. Niittaamalla kasattu lukkopelti oli repeillyt ja niittaukset pettäneet. Lukkopelti oli myös vääntynyt pahasti, joten myös se oli uusittava. Oikean puolen etulokasuojia oli vääntynyt ainoastaan etuosastaan, jonka korjausta harkittiin. Kuitenkin varaosahintojen selvittelyn jälkeen se päädyttiin vaihtamaan, koska ehjä käytetty alkuperäisosa oli suhteellisen edullinen.

Muovisen etuvalaisimen muoviosia löytyi auton kydistä, mutta suurin osa palasista kuitenkin puuttui. Mikäli kaikki palaset olisivat olleet tallella, olisi valaisimen kunnostamista ehdottomasti harkittu, koska käytettykin alkuperäinen bi-xenon valaisin oli kuitenkin kohtuuttoman kallis. Ajovalo hankittiin kuitenkin käytettynä alkuperäisosana. Etupuskuri olisi ollut ehdottomasti kunnostettavissa, mutta se päätettiin vaihtaa toisenlaiseen.

Muita käytettynä alkuperäisosana hankittuja varaosia olivat vaihteistonkannatin, ilmastoinninlauhduttimen sähkötoiminen tuuletin, moottorinjäähdyttimen tuuletin ja sen viskokytkin sekä ohjaustehostimenpumpun hihnapyörä.

Uusia tarvikkeosia autoon hankittiin ohjaustehostinöljyn -jäähdytin, moottorinjäähdytin, ilmastoinninlauhdutin, konepellin kaasujouset, oikealle eteen sisälukasuojia sekä vaihteiston kannatinkumit. Kolarin seurauksena oli myös moottorinjäähdyttimesten termostaatin kotelo haljennut, minkä seurauksena moottoriin

vaihdettiin uusi termostaatti koteloineen sekä apulaitehihnat. Purkuvaiheessa havaittiin myös, että ahtoilmanjäähdytin vuotaa sen päädyn ja kenno-osan välis­tä, mikä ei ollut todennäköisesti kolarin seurausta. Ahtoilmanjäähdytin vaihdet­tiin kuitenkin uuteen tarvikevaraosaan.

Lähes kaikki keulan muoviosat olivat myös rikki. Suurin osa näistä oli korjaus­kelvottomia, koska muoviosiin ei löytynyt enää kaikkia palasia. Ainoat muo­viosat, jotka voitiin korjata, olivat jäähdyttimien sivuille tulevat muovit. Näiden tehtävänä on pitää kaikki neljä jäähdytintä yhtenä pakettina.

7.5 Korinmittaus

Korjauksen valvontaehtona oli korinmittaus, jonka pöytäkirjasta tarkastetaan re­kisteröintikatsastuksessa korinmitat. Korinmittaus suoritettiin Oulun Autofitin Alasintien korikorjaamolla. Korinmittaus- ja oikaisulaitteistona oli Car-O-linerin vauriokorjaamolaitteet. Korinmittaukseen käytössä oli Car-O-liner Mark 5 -oikaisupenkki, elektroninen mittavarsityyppinen Car-O-Tronic Vision Classic -mittauslaitteisto sekä Car-O-Soft 2000 -mittausohjelmisto.

Mittausohjelma päivitetään neljä kertaa vuodessa, jolloin siihen saadaan uu­simpien saatavilla olevien automallien korin mittatiedot. Car-O-Liner mainostaa heillä olevan maailman suurin vauriokorjaamolaitteiden ajoneuvotietokanta, mi­kä kattaa lähes kaikki automallit. Mittauslehdet ovat tehty yhteistyössä auton­valmistajien kanssa ympäri maailman, ja eri automallien mittadatalehtiä on tällä hetkellä saatavilla yli 13 000. (27.)

Korinmittauksessa auto täytyi ajaa oikaisupenkin päälle, joka tapahtui tähän tar­koitettuja ajosiltoja käyttäen. Ajosillat koostuivat kahdesta osasta, joista ensim­mäinen oli nouseva ramppi. Näiden ramppien jatkeena oli rullilla varustetut pu­kit, joiden päälle eturenkaat ajettiin (kuva 25). Näin eturenkaat saatiin liukumaan pidemmälle nosturin päälle ja takarenkaat jäivät nousurampin tasaiselle osalle.



KUVA 25. Rullilla varustettu pukki, jonka päälle eturenkaat ajettiin.

Kun auto oli ajettu oikeaan kohtaan oikaisupenkin päälle, nostettiin auto oikaisupenkissä olevalla saksinostimella riittävän korkealle, jotta ajosiltoina käytyt pukit saatiin käännettyä pystyyn. Auto laskettiin takaisin pukkien päälle, jolloin se oli alkutilannetta korkeammalla. Tämä sen takia, että oikaisupenkkiin voitiin nyt kiinnittää universaalit kiinnitysjalat, joiden tarkoituksena on kiinnittää auto tukevasti oikaisupenkkiin mahdollisia vetotöitä varten.

Autofitin vauriokorjaamolla BMW-korien kiinnitykseen tarkoitettuja kiinnitysleukoja ei ollut. BMW:n koreista puuttuu tyypillinen helmapokkaus, josta korit tavallisesti oikaisupenkkiin kiinnitetään. Käytössä olisi ollut kuitenkin BMW- ja Mercedes Benz -korien kiinnitykseen tarkoitettut yleismallin asennuslevyt, jolla olisi tarvittaessa saatu kori kiinnitettyä oikaisupenkkiin tukevasti. Koska tiesimme jo etukäteen, ettei suuria voimia vaativia vetotöitä tarvinnut tehdä, ei koria kiinnitetty asennuslevyillä kiinnitysalkoihin lainkaan. Kori nostettiin ilmaan kiinni-

tysjalkojen varassa, kuten esimerkiksi 2-pilarinostimen kädellä yleensä nostetaan.

Seuraavaksi oikaisupenkkiin kiinnitettiin mittalaitteen liukukiskot, jotka tulivat koriin nähden pituussuunnassa. Liukukiskojen päälle nostettiin varsinainen mittalaite (kuva 26), jota pystyttiin nyt liu'uttamaan korin pituussuunnassa. Mittalaitteen liukuosan päällä oli 360° kääntyvä levy, jossa oli 180° vaakatasossa kääntyvä lyhyempi varsi. Tähän varteen oli nivelöity 90° pystysuunnassa kääntyvä varsi, jonka päässä oli vielä jatkuvasti vaakatasossa pystyvä mittapää. Näillä kääntyvyyksimahdollisuuksilla ja nivelöidyillä varsilla oli mahdollista päästä mitattamaan koko auton pohja, mikäli autoon kiinnitetyt osat sen vain mahdollistivat.



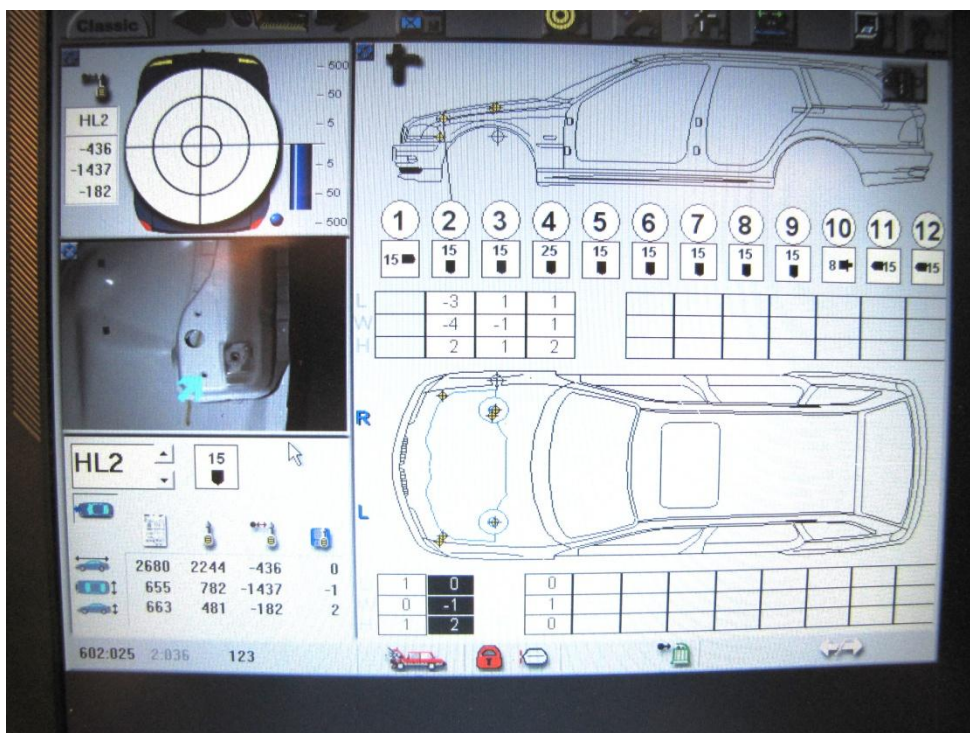
KUVA 26. Car-O-Tronic Vision Classic -mittalaite

Pystyvarsi oli kevyen jousikuorman varassa, joka painoi mittapäätä koko ajan ylöspäin mitattavaa kohdetta vasten. Mikäli mitattava kohde korissa oli niin korkealla, ettei mittapää sinne yltänyt, pystyttiin mittapäähän lisäämään jatkovarsia mitattavaan kohteeseen yltämiseksi. Mittalaite tunnistoi jatkovarren automaatti-

sesti ja huomioi sen mittaustuloksessa. Mittalaitteelle ei siis tarvinnut erikseen kertoa, kuinka pitkä jatkovarsi siihen oli nyt kiinnitetty.

Kun mittalaitteisto ja auto olivat valmiita mittausta varten, aloitettiin mittausohjelmistosta uusi mittaustapahtuma. Aluksi uuteen mittaustapahtumaan täytettiin yleisiä tietoja, kuten mittaaja, asiakas, ajoneuvon rekisteritunnus ja valmistenumero. Tähän myös valittiin mitattava ajoneuvo Car-O-Datan merkki- ja mallikohdaisesta valikoimasta, jonka jälkeen ruudulle tulostui mitattavan auton kuva sekä mittakortissa olevat mittapisteet. Mittakortin mittapisteet voidaan nähdä liitteestä 3.

Mittausohjelmisto oli asennettu kannettavalle tietokoneelle, joka kommunikoi bluetoothin avulla mittalaitteen kanssa. Tämän vuoksi tietokonetta oli helppo kuljettaa mukana mittauksen ajan. Mittausohjelman näkymä oli kuvan 27 kaltainen. Vasemman yläkulman ruudussa näkyy sinisellä pallolla mittapään sijainti mitattavaan kohteeseen nähden. Mitattava kohde on kuvassa 27 ympyrän keskikohta. Sinisellä palkilla kuvastetaan korkeuseroa. Vasemmalla keskellä olevasta valokuvasta voidaan selvästi havaita, mikä mitattava kohde on kyseessä, ellei sitä hahmota oikeanpuoleisesta mittakortista.



KUVA 27. Car-O-Soft 2000 -mittausohjelman näkymä

Kuvan 27 vasemman alakulman ruudussa näkyy mitattavan kohteen tunnus, joka tässä tapauksessa oli HL 2. Sen oikealla puolella kerrotaan, minkälaisella mittapöydällä sitä pitäisi mitata. Näiden alapuolella on mittapään sijainti mitattavasta pisteestä, jossa ensimmäiseltä riviltä nähdään pituus, toiselta riviltä leveys ja kolmannelta riviltä korkeus. Näiden oikealla puolella ensimmäisessä sarakkeessa on ajoneuvon valmistajan ohjearvo kyseisille mitoille. Toisessa sarakkeessa on mittapään sijainti reaaliajassa ja kolmannessa sarakkeessa on valmistajan ohjearvon ja mittapään sijainnin erotus reaaliajassa. Neljännessä sarakkeessa näkyy tallennettu mittaero valmistajan ohjearvoon nähden.

Kuten kuvasta 27 voidaan huomata, ei mittapää ole kyseisellä valokuvaushetkellä mittauskohteessa, koska reaaliajan ja tallennettu mittaero eivät ole samat. Kuvassa 27 oikealla puolella nähdään itse mittakortti, joka näyttää missä päin autoa mitattava kohde sijaitsee. Kylkikuvan alapuolella on mittakohteet numeroitu ja jokaisen kohteen alapuolella on kerrottu, millä mittapöydällä kohde pitää

mitata. Kattokuvan yläpuolella nähdään tallennetut mittaerot auton keskilinjan oikealta puolelta ja kattokuvan alapuolelta tallennetut mittaerot auton keskilinjan vasemmalta puolelta.

Mittauskortista valitaan aina mitattava kohde, jolloin ohjelma hakee mittadata-lehdestä ohjearvot mitoille. Kuvassa 27 valittu kohde näkyy mustana rivinä. Mittaeroissa ensimmäiseltä riviltä nähdään jälleen pituussuuntainen ero, keskimmaiseltä nähdään leveysuuntainen ero ja alimmaiselta riviltä nähdään korkeussuuntainen ero. Kyli- ja kattokuvasta nähdään myös pienellä tähdellä reaaliajassa mittapään sijainti.

Kuten jokaisessa mittalaitteessa, myös tässä mittalaite täytyy kalibroida ennen kuin mittaustuloksista saadaan luotettavia. Itse mittalaite kalibroitiin kääntelemällä jokainen liikkuva osa mittalaitteesta äärlaitoihinsa, jotta ohjelma tietäisi mittalaitteen rajat. Tämän jälkeen mittalaite kalibroitiin vielä kiskojen ja auton korin aseman suhteen neljästä sellaisesta kohteesta, jotka ovat varmasti alkuperäisissä mitoissaan. Näiden kalibrointi pisteiden avulla mittausohjelma laskee korin pituus-, leveys- ja korkeussuuntaiset erot sekä kiskojen ja korin keskilinjan poikkeaman, joita verrataan mittausdatassa oleviin mittoihin.

Auton mittakortista valittiin neljä helposti mitattavaa pistettä, joiden tuli mielellään olla yli yhden metrin etäisyydellä toisistaan. Tässä mittauksessa valitsimme takaa pitkittäistukivarsien etupään kiinnityksien uloimmat mittapistet sekä edestä apurungon takimmaisesta kiinnityspisteistä. Takana kiinnityspisteiden etäisyys toisistaan oli noin 1,5 m mutta edessä etäisyydeksi jäi vain noin 0,8 m. Korin pituussuunnassa kalibrointimittapisteiden etäisyys oli noin 2,2 m, joten mittapistet olivat kalibroinnin kannalta hyvät. Vaikka edessä kalibrointipisteiden etäisyys oli vain 0,8 m, oli näitä käytettävä, koska tämän etäimmältä toisistaan ei kalibrointipisteitä olisi ilman purkamista saatu.

Kun jokainen kalibrointipiste oli mitattu, antoi ohjelma kalibroinnin luotettavuuden 1–3 tähdellä. Yksi tähti ilmoittaa, ettei mittaustulos ole luotettava eikä mittausta kannata suorittaa ilman uutta kalibrointia. Kahdella tähdellä mittaus voi-

daan jo suorittaa, muttei se ole täysin luotettava sekä kolme tähteä kertoo kalibroinnin onnistuneen hyvin ja mittaus voidaan luotettavasti suorittaa. Saimme näillä kalibroinneilla kolme tähteä, joten mittaus voitiin luotettavasti suorittaa. Kalibroinnin onnistumisen huomasi myös kalibrointituloksista (liite 4), joissa mitaerot autonvalmistajan ilmoittamiin vastaaviin mittoihin olivat vain 0–2 mm.

Korinmittaus voidaan jakaa kahteen toisistaan selvästi poikkeavaan mittaukseen. Ensimmäinen mittaus käsittää alapuoliset mittapisteet, eli alustanmittauksen, jolla tarkastetaan auton pohjarakenteiden suoruus ja jousitusrakenteiden kiinnityksien paikka koriin nähden. Toinen mittaus koskee yläpuolisia mittapisteitä, joilla tarkistetaan keulakehikon ja muun muassa pilareiden suoruus.

Korinmittaus aloitettiin alapuolisilla mittapisteillä, joista tarkastettiin vain ne kohteet, jonne mittalaitteella päästiin purkamatta autoa enempää. Mikäli mittalaitteella olisi haluttu päästä mittaamaan jokainen mittapiste, olisi autosta jouduttu purkamaan pois etu- ja taka-apurungot tukivarsineen, kaikki heilahduksen- vaimentimet, pakoputki kokonaisuudessaan sekä vaihteiston kannake korista tai vaihteisto kokonaan.

Mittausohjelmistossa on mahdollista valita korjaamattoman tai korjatun auton mittaus. Korjaamattomalle autolle suoritettuna mittauksen tarkoituksena on selvittää, kuinka paljon kori on vääntynyt ja mihin suuntaan. Tämän avulla voidaan tehdä tarvittavia oikaisutöitä. Korjatulle autolle tehdystä mittauksesta saadaan varsinainen mittausraportti, josta oikaistut korin mitat ilmenevät.

Alustanmittaus suoritettiin ainoastaan ainoastaan korjatulle autolle, koska oli todennäköistä, ettei alustanmitoissa ollut liian suuria eroja eikä oikaisutyötä alustarakenteisiin tarvittu. Mikäli korjausta olisi jouduttu oikaisemaan, olisi mittauksen voinut helposti muuttaa korjaamattoman auton mittaukseksi.

Auton korien toleransseina pidetään yleisesti ± 3 mm. Tässä alustanmittauksessa kaikki mitaerot olivat näiden rajojen sisäpuolella. Mittauksessa havaittiin ainoastaan yksi 3 mm:n mitaero, joka oli takapuskurin oikean puoleisen törmäysiskunvaimentimen kiinnityksessä. Tämä mitaero ei voi olla tämän kolarin

aiheuttama ja mittaero on kuitenkin vielä toleransseissa, joten tämä ei aiheuttanut tarvetta lisäselvityksille tai oikaisuille. Kaikki muut mittaerot olivat 0–2 mm.

Kun alapuoliset mittapisteet oli mitattu, oli vuorossa yläpuoliset mittapisteet. Mittausohjelmasta tulostettiin vastaava mittakortti yläpuolisille mittapisteille (liite 5) kuin alapuolisistakin. Uusia kalibrointeja ei mittalaitteelle tarvinnut tehdä, koska autoa tai mittalaitteen kiskoja ei tarvinnut liikutella mittausten välissä. Yläpuolisille mittapisteille oli myös oma mittatankonsa, koska alapuolisille mittapisteille tarkoitetut mittapäät eivät olisi yltäneet yläpuolisiin mittapisteisiin. Lisäksi yläpuoliset mittapisteet suoritetaan nimensä mukaisesti normaalisti pellin yläpuolelta eikä alapuolelta.

Mittatanko kiinnitettiin alapuolisille mittauksille tarkoitetun mittapään tilalle (kuva 28). Mittatangossa oli aluksi lyhyt ja kiinteä vaakatanko, joka siirsi pystytankoa auton korilinjan ulkopuolelle mittausten helpottamiseksi. Kiinteän vaakatangon ja pystytangon liitoksessa oli yksi säätö, jolla voitiin kääntää pystytankoa 90°:tta vaakatasossa. Säätö ei ollut portaaton, vaan se tehtiin kolmella portaalla, jotka olivat nimetty A-, B- ja C-portaiksi. Pystytankoon kiinnittyi vielä vaakatanko, jonka korkeutta pystyi säätämään portaattomasti. Samasta kiinnityksestä pystyi myös vaakatangon pituutta säätämään portaattomasti. Pysty- ja vaakatangot olivat D:n mallisia, joten niitä ei voitu asettaa väärinpäin.



KUVA 28. Car-O-Tronic Vision Classic -mittauslaitteisto, jossa on yläpuolisiin mittauksiin tarkoitettu mittavarsi kiinni

Vaakatangon korkeuden säätö oli numeroitu 0–26 ja pituuden säätö 30–45. Viimeinen säätö mittatangossa oli mittakärjen asento, jota voitiin säätää osoittamaan ylöspäin (D), vaakasuoraan (E) tai alaspäin (F) riippuen siitä, miten mitattava piste sijoittui koriin. Näin voitiin mitata jotain tiettyä reikää ylä- tai alapuolelta sekä myös pystysuorassa pelissä olevia reikiä. Itse mittakärkeä pystyi myös vaihtamaan erimallisiin ja -pituisiin. Emme tarvinneet kuin yhtä mittakärkeä, joka oli nimetty Z:ksi. Mittausohjelma laski näiden säätöjen perusteella mittakärjen sijainnin, joten kaikki säädöt oli asetettava ohjelmaan juuri oikein.

Yläpuolisia mittauksia tehdessä mittalaitteen antamat mittaustulokset havaittiin jo alussa virheellisiksi, vaikka asetukset olivat varmasti oikeat. Mittaustulosten virheellisyys vain korostui, jos vaakatanko oli asetettu korkealle ja pitkäksi. Jo-kaisessa kiinnityskohdassa oli lähes olematon välys, mutta kun kiinnityspisteitä

oli useita ja etäisyydet pitkiä, olivat mittaustulokset aluksi varmasti virheellisiä ja ne hylättiin kokonaan. Vaikka mittakärki asetettiin mittauspisteeseen ja se pysyi siinä koko ajan, olisi välyksillä pystytty tahallisesti käsin vääristämään mittaustuloksia jopa yli 10 mm.

Vaikka mittatanko oli tehty muovista, se painoi kuitenkin useamman kilogramman aiheuttaen myös virheitä mittaustuloksiin. Mittatangon massa väännätti varsinaisen mittalaitteen mittavartta koko ajan alaspäin, ja mikäli vaakatangon oli korkealla, vääntyi pystyvarsi myös hieman.

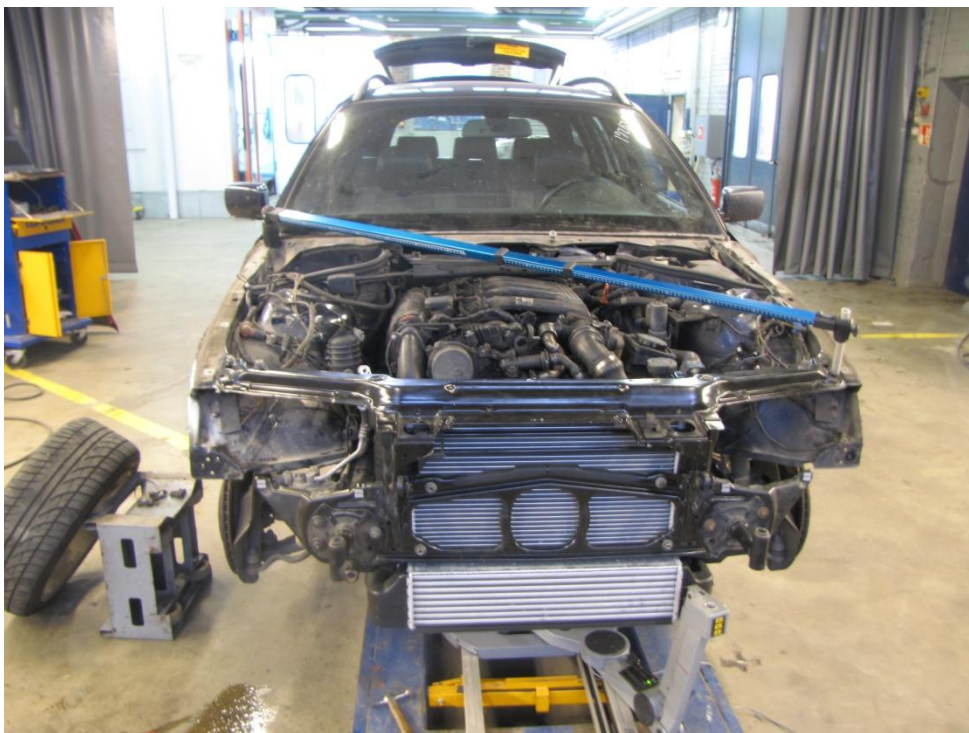
Tahallinen mittaustulosten vääristäminen katsastusviranomaisista varten olisi ollut erittäin helppoa sekä ala- että yläpuolisten mittapisteen mittauksissa. Alapuolisissa mittapisteissä mittapään paikkaa olisi voitu säätää mieleisekseen, valitsemalla tarkoituksella liian suuri mittakuppi. Esimerkiksi jos ohjelma olisi ohjeistanut mittamaan tietyn kuusioruuvien kannan paikkaa halkaisijaltaan 20 mm mittakupilla, olisimme ottaneet suuremman, esimerkiksi 24 mm mittakupin. Näin olisimme saaneet 2 mm mittapään liikutteluvaraa pituus- ja leveyssuunnassa sekä positiiviseen että negatiiviseen suuntaan.

Korkeuserojen mittaukseen mittapäättä olisi pitänyt vain käsin pitää hieman irti kuusioruuvien kannasta, jolloin liian korkealla olevaa mittapistettä olisi saanut huijattua olemaan mittakortin mukaisessa paikassa. Myös reikien mittaukseen tarkoitetuilla kartion mallisilla mittapäillä, jotka olivat hieman matalampia, olisi saanut mittaustuloksia muutettua haluamaansa suuntaan, koska ne eivät asettuneet tarkasti kuusioruuvien kannan ympärille.

Yläpuolisissa mittapisteissä mittaustulosten vääristämistä olisi saatu tehtyä liikuttelemalla vaakatangon korkeutta ja pituutta haluamallaan tavalla kertomatta sitä ohjelmistoon. Selkeiden mittausvirheiden lisäksi, joita yläpuolisissa mittauksissa tapahtui koko ajan, olisi näin saatu mittakärki näyttämään olevan mitaajan haluamassa kohdassa. Tällaisten mittaustulosten vääristämisen yleisyydestä ei ole tietoa, mutta näillä metodeilla mittaustuloksista saisi juuri mitaajan haluamat vaikka kori olisi todellisuudessa lähes kuinka kiero tahansa.

Kolarikorjaus oli kuitenkin tarkoitus suorittaa ammattimaisesti sekä hyvää ja turvallista lopputulosta hakien, joten mittaustulosten tahallinen vääristäminen ei tullut kysymykseenkään. Alustanmittauksessa kaikki mitat olivat toleransseissaan, joten ei tähän olisi ollut aihettakaan. Yläpuolisissa mittauksissa edellä mainittujen mittaustulosten vääristämistyylien käyttö olisi ollut mahdollista, mutta kaikki vaurioituneet kohdat oli tarkoitus oikaista, jotta pintapellit istuisivat koriin mahdollisimman hyvin.

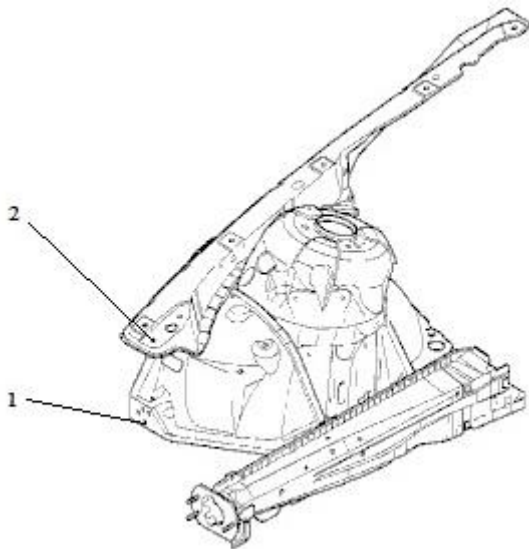
Koska oltiin tietoisia mittalaitteen painon aiheuttavan mittaustuloksiin hieman alle 10 mm systemaattisen mittavirheen pystysuunnassa, pystyimme tekemään mittalaitteelle hieman omaa kalibrointia mittaustulosten varmuuden parantamiseksi. Tämä mittavirhe varmistettiin vaurioitumattoman puolen vastaavasta mittapistestä, jota verrattiin vaurioituneeseen puoleen. Täyden varmuuden saamiseksi autosta otettiin vielä ristimittauksia erillisellä säädettävällä mittatangolla (kuva 29). Tällä mittatangolla myös korkeuseroja voitiin karkeasti arvioida mittatangossa olevan vesivaa'an avulla.



KUVA 29. Säädettävä mittatanko ristimittauksia varten

Vaakatankoa jouduttiin siis laskemaan hieman alle 10 mm alaspäin, jotta mitaustuloksista saimme luotettavia. Tätä emme kertoneet ohjelmistoon, koska ohjelma olisi korjannut vaakatangon korkeuden ja tilanne olisi ollut jälleen sama. Mikäli mittatangon painon ja välysten aiheuttamaa mittausrvirhettä ei olisi korjattu, olisimme joutuneet vetämään 100 %:n varmasti suoraa peltiä noin 10 mm alaspäin. Ilman tätä ei korinmittauksesta olisi saatu valmistajan toleransseissa olevaa mittausraporttia. Tätä ei varsinaisesti omaksuttu mitaustulosten vääristämiseksi, vaan ennemminkin mittalaitteesta johtuvan systemaattisten mittausrvirheiden tiedostamiseksi ja sen korjaamiseksi.

Mittasimme vielä yläpuoliset mittapisteet mitaten ensin vaurioitumattoman puolen ja verraten sitä vaurioituneeseen. Koska mittaukset tuli tehdä korjaamattomalle ja korjatulle ajoneuvolle, mittasimme ensin luonnollisesti korjaamattoman ajoneuvon keulan, jonka jälkeen olimme tietoisia todellisista vaurioista. Vasemman puolen (kuljettajan puoli) etukulma oli toleranssien sallimissa mitoissa, mutta oikeassa etukulmassa, johon törmäys oli sattunut, oli jo silmin havaittavissa vääntymisiä. Kuvassa 30 on vaurioitunut alue, johon on numeroitu toleransseista poikkeavat mittapisteet.



KUVA 30. Auton etuosan sivurakenne (28)

Lokasuojan tuen, eli ylemmän pitkittäispalkin, etuosa oli lukkopellin kiinnityskohdasta (kuvassa 30 numero 2) kääntynyt 4 mm sisäänpäin ja 3 mm taaksepäin. Pyöräkotelon etuosa (kuvassa 30 numero 1) oli myös jo silminnähden vääntynyt sekä repeytynyt irti pitkittäispalkista. Tämä oli vääntynyt 9 mm taaksepäin, 17 mm sisäänpäin ja 6 mm alaspäin. Pyöräkotelon etuosassa mittapistettä 1 sisempänä ei ollut yhtään valmistajan antamaa mittapistettä, joten oikaisu tänne suoritettiin silmämääräisesti ja lopuksi vertailevana mittauksena toiselle puolelle verraten.

Seuraavat mittapisteteet olivat heilahduksenvaimentimien yläpään kiinnityspisteissä sekä keskikohdassa. Nämä mitat olivat toleranssien sallimissa mitoissa. Käytimme apuna myös erillistä mittatankoa, jolla teimme ristimita-mittauksia lokasuojan kiinnitysruuviin rei'istä. Tällä mitattiin lähinnä vaurioiden laajuutta ja näin voitiin nähdä, missä kohtaa pitkittäispalkin etuosan pitäisi olla. Koska ristimitaus ei varsinaisesti huomioi korkeuseroja, tässäkin käytettiin apuna ristimitalaitteen vesivaakaa ja korinmittalaitetta.

Yläpuolisten mittausten mittauskortista (liite 5) mittasimme vain ne pisteen, jotka oli mahdollista mitata purkamatta autoa enempää. Korinmittauksen suorittaminen kaikille yläpuolisille mittapisteille olisi vaatinut muun muassa ovien ja luukkujen irrottamisen, mitä autolle ei tehty. Ovet ja luukut avautuivat ja kiinnittyivät normaalisti sekä kaikkien ovien raot olivat samankokoisia, joten niiden irrottamiselle ei nähty aiheutta.

Asiaa varmisteltiin kuitenkin vielä katsastuskonttorilta, jossa auton rekisteröintikatsastus oli tarkoitus suorittaa. Katsastajalle kerrottiin vaurioiden laajuus ja perusteltiin ovien ja luukkujen irrottamatta jättäminen niiden normaalilla toiminnalla. Hänelle kerrottiin myös heilahduksenvaimentimien yläpään kiinnityksien olevan autonvalmistajan sallimissa mitoissa, eli vauriot eivät olleet levinneet kovinkaan laajalle. Katsastaja kertoi hyväksyvänsä mittaukset näiden tietojen perusteella, eikä hän nähnyt aiheelliseksi purattaa ovia ja luukkuja pois loppujenkin mittapisteiden mitaamiseksi.

7.6 Vaurioiden korjaus

Ennen vaurioiden korjauksen aloitusta oli jo tutustuttu BMW:n korikorjaus ohjeisiin. Korikorjausohjeet on saatavana muun muassa BMW TIS:stä (Technical Information System) eli BMW:n teknisestä tietojärjestelmästä.

Valmistajan automallikohtaisessa yleisessä korikorjausohjeessa sanotaan, että kaikki korin osat, joita ei voida palauttaa alkuperäisiin mittoihinsa ilman lämmitämistä, on vaihdettava. Oikaisun jälkeen hitsausseammat ja pistehitsaukset on tarkastettava ja tarvittaessa korjattava. Korjaukset voidaan suorittaa pistehitsauksin ja MIG-hitsaamalla. Vaikeasti päästäviin paikkoihin, minne pistehitsauksia ei voida tehdä, korvataan ne MIG-tulppahitseillä. (29, s. 1.)

Jotta autoa pystyttiin siirtämään lisävahinkoja tekemättä, hitsattiin ensimmäisenä korin vaihteistonkannakkeen kiinnityspisteet kuntoon. Autoa oli kasattu tässä vaiheessa jo sen verran, että se olisi muutoin ajokuntoinen. Autoon oli asennettu uudet moottorin-, ilmastoinnin-, ahtoilman- ja ohjaustehostimenjäähdyttimet. Myös uusi lukkopelti oli asennettu jo paikalleen niin hyvin, kun se vain suinkin oli mahdollista. Moottorin jäähdytys- ja ohjaustehostin-järjestelmät olivat täytetty, jotta moottori voitiin käynnistää. Kaikki nämä oli tehty jo ennen ensimmäisen korinmittauksen aloittamista.

Korin vaihteistonkannakkeen kiinnityspisteet hiottiin ympäriltään paljaalle pellille ja pellin reunat naputeltiin vasaralla toistensa tasalle, jotta niihin pystyttiin muodostamaan päittäisliitokset. Kiinnityspisteiden kohdistaminen ei ollut vaikeaa, koska ne eivät olleet revenneet irti ympäri asti, vaan vain osittain. Kun kirkas pelti oli näkyvillä ja peltien reunat tasalla, voitiin kiinnityspisteet hitsata MIG-hitsillä kiinni.

Hitsausseammat hiottiin tasaiseksi, jotteivät ne jää kantamaan vaihteistonkannaketta irti korista, vaan kannake myötäilee korin muotoja niin kuin sen alun perin kuuluu. Paljas pelti ja hitsausseammat suojattiin sinkki maalilla ja kiveniskusuoja-aineella ulkoapäin. Vaihteiston kannakkeen kiinnityspisteet sijaitsivat korin pitkittäispalkeissa, joten palkin sisäpuolelle suihkutettiin kotelosuoja-aine

kiinnityspisteiden rei'istä. Ruostesuoja-aineiden kuivuttua kunnolla, voitiin vaihteiston kannake ja vaihteisto kiinnittää koriin jälleen tukevasti ja luotettavasti. Auton liikutteleminen omin voimin oli tämän jälkeen taas mahdollista.

Seuraavaksi aloitettiin oikean etukulman oikominen. Koska auto oli jo korinmitausta varten aseteltu oikaisupenkkiin, oli vaihtoehtoina käyttää tässä järeää oikaisupuomia tai hieman kevyempää hydraulitunkkia. Erona näissä on se, että oikaisupuomilla vauriota vedetään edestäpäin ja hydraulitunkilla työnnetään vaurion takaa. Koska suuria oikaisuvoimia vaativia oikaisuja ei tarvinnut tehdä, päätettiin tässä vaurionkorjauksessa käyttää hydraulitunkkia sen helpomman käytettävyyden vuoksi. Hydraulitunkilla alapuolelta työntäen oli myös mahdollista käyttää kokoajan korinmittalaitetta, mikä ei vetopuomilla olisi ollut mahdollista.

Korissa peltinen pyöräkotelo on kiinnitetty yläpäästään pistehitseillä sivuyläpalkkiin. Näistä pistehitseistä etummaisesta oli repeytynyt irti ulkoreunastaan. Pistehitsaukset hitsattiin heti ensimmäisenä takaisin kiinni, jotta pyöräkotelon muodonmuutokset oikenisivat samalla kun sivuyläpalkkia oikaistaan. Pistehitsaukset sijaitsivat kahden pellin reunassa, joten näiden luokse pääseminen oli helppoa. Pistehitsaukset korjattiin uusilla pistehitseillä, eikä MIG-tulppahitseille ollut tarvetta. Lopuksi tehtiin pistehitsien ruostesuojaus maalaamalla ne sinkki-maalilla ja kiveniskusuoja-aineella.

Sivuyläpalkki oli muotojykkä U-profiili, jossa kolarin seurauksena oli kuitenkin tapahtunut jo muodonmuutos. Tämän takia se oli muuttunut kohtuullisen pehmeäksi, lähes käsin väänneltäväksi. Pelkona hydraulitunkilla oikaistaessa oli, että sivuyläpalkin kärki nousee ylöspäin. Ylöspäin nousulle ei ollut tarvetta, koska korkeus oli juuri sama, kuin vaurioitumattomalla puolellakin.

Oikaisua hydraulitunkilla päätettiin kuitenkin kokeilla. Pystyimme kokoajan mittaamaan lukkopellin kiinnityskohdasta sivuyläpalkin oikenemistä. Olisimme tarvittaessa voineet vaihtaa hydraulitunkin oikaisupuomiin, mikäli palkin kärki olisi alkanut nousta ylöspäin. Hydraulitunkki asetettiin viistosti maata vasten ja se

tuettiin oikaisupenkkiin, jolloin se samaan aikaan työnsi sivuylätuen kärkeä eteen- ja ulospäin, tietenkin samalla myös yrittäen nostaa sitä ylöspäin. Hydraulitunkilla painettiin vauriota alapuolelta, kokoajan mittalaitteen näyttöä seuraten. Sivuylätuen kärjen nousemista ei ollut havaittavissa, joten oikaisua voitiin jatkaa tällä.

Aina kun paine poistettiin hydraulitunkista, palautui ylätuen kärki lähes alkuperäiseen paikkaansa. Lopuksi se saatiin asettumaan oikeaan paikkaan tekemällä pieni ylityöntö. Sivuylätuen etuosa työnnettiin hieman yli oikean paikkansa, jolloin se hieman palautuessaan jäin oikeaan paikkaan.

Seuraavaksi alettiin oikaista pyöränkotelon etuosaa. Pyöränkotelo oli ohuesta pellistä valmistettu ja sivuylätukea huomattavasti pehmeämpi. Pyöränkotelon etuosa palautui lähes alkuperäisiin mittoihin jo sillä, kun se kiinnitettiin takaisin sivuylätukeen ja sivuylätuki oli oikaistu. Pientä rakenteellista oikaisua sille joutui kuitenkin tekemään vielä hydraulitunkin avulla (kuva 31).



KUVA 31. Hydraulitunkilla pyöränkotelon oikaisua

Pyöränkotelon etuosaa oikaistaessa, ei mittalaitetta voinut pitää koko aikaa kiinni mitattavassa pisteessä, koska se olisi tullut hydraulitunkin eteen. Mittalaite siirrettiin sivuun ja pyöränkotelo etuosaa oikaistiin aina hieman, jonka jälkeen suoritettiin mittaus. Oikaisua jatkettiin tällä tavalla niin kauan, että mittapiste oli palautunut alkuperäiseen paikkaansa. Pyöränkotelon näkyviin pelteihin jäi hieman taitoksista johtuvia loivia lommoja ja kulmia, joita oiottiin vielä peltivasaralla vastinta apuna käyttäen.

Sivuylätuen mitat varmistettiin vielä ristimittalaitteen avulla. Tässä otettiin koko keulakehikosta ristimitat, joita verrattiin toisiinsa. Ristimittalaitteessa oli myös vesivaaka, jonka näyttämä voitiin kalibroida ristimittalaitteen toisen kärjen kor-

keutta muuttamalla. Näin huomioimme myös mahdolliset korkeuserot. Sivuylätuista otettiin myös pituusmittoja, joita verrattiin vaurioitumattomalle puolelle.

Mittaeroja ei saatu myöskään ristimittalaitteella, joten sovitimme vielä lokasuojia paikoilleen. Lokasuojat istuivat molemmin puolin varsin hyvin paikoilleen, joten keulakehikon rakenteellisten osien mittojen voitiin olettaa olevan kunnossa.

Kun korinmitat oli korjattu valmistajan ilmoittamiin mittoihin, voitiin suorittaa yläpuolisille mittapisteille korjatun ajoneuvon korinmittaus. Yläpuolisista mittapisteistä mitattiin jälleen ne mittapisteet, jotka pystyttiin mittaamaan enempää purkamatta. Nämä mittapisteet kattoivatkin oikeastaan koko keulakehikon.

Korinmittauksen todistuksia saatiin tästä korinmittauksesta korjaamattoman auton yläpuoliset mittapisteet (liite 7), korjatun auton yläpuoliset mittapisteet (liite 8) ja korjatun auton alapuoliset mittapisteet (liite 8). Alapuolisille mittapisteille ei ollut syytä tehdä kahta mittausta, koska mitat olivat jo valmiiksi tehtaan ilmoitamisissa, eikä oikaisuja tarvinnut tehdä.

7.7 Maalaus

Maalauksen pohjustustyöt autolle päätettiin suorittaa itse, mutta varsinainen maalaus jätettiin ammattilaisen tehtäväksi. Maalaus suoritettiin Autofit Alasintien vauriokorjaamon maalaamossa. Auton peltiosia oli jo aiemmin sovitettu sen verran paikoilleen, että voitiin luottaa niiden sopivan hyvin paikoilleen maalauksen jälkeenkin. Kaikki käytetyt peltiosat olivat myös alkuperäisiä, joten se edesauttoi peltiosien sopivuudessa.

Pohjustustyöt aloitettiin pesemällä auto ja kaikki irto-osat kauttaaltaan vahvalla liuottimella ja pesuaineella. Näiden tarkoituksena oli saada maalipinnoilta pois kaikki lika ja aiemmat vahajäämät. Tämän jälkeen auto pyyhittiin vielä kauttaaltaan rasvanpoistoaineeseen kostutetulla liinalla. Kun auto ja irto-osat oli pesty, merkattiin kaikki korjausta vaativat painaumat, naarmut, kiveniskeymät ja alkatavat ruostevauriot valkoisella tussilla, jotta ne olisivat helposti havaittavissa, eivätkä ne pääsisi unohtumaan työn edetessä. Kun korin kaikki virheet oli merkat-

tu, huomattiin kosmeettisten virheiden määrä. Tällöin auto päätettiin maalata kauttaaltaan, eikä vain keulaosaa.

Pesun ja virheiden merkkauksen jälkeen autosta purettiin pois kaikki ylimääräinen maalaus- ja pohjustustöiden helpottamiseksi. Näiden poistaminen korista helpottaa myös maalauksen ajaksi suoritettavan teippauksen ja suojaamisen tekemistä sekä vähentää mahdollisia teippirajoja lopputuloksessa. Autosta purettiin pois kaikki mahdollinen, eli muun muassa kattokaiteet ja -listat, kylkilistat, ikkunoiden ympärystat, takavalot, kaikki mallimerkinnot, ovenkahvat, sivupeilit, antenni ja rekisterikilven valojen lista. Autosta oli purettu jo aiemmin purkuvaiheessa takapuskuri ja helmamuovit pois.

Auton etuovien alalaitojen liimasaumojen huomattiin jo purkuvaiheessa olevan ruosteessa. Etuovet jouduttiin käyttämään irti, jotta ruosteet voitiin helpommin poistaa. Irrallaan olevien etuovien alalaidoista poistettiin liimasaumat ja peltien taitokset käännettiin auki. Tämän jälkeen ruostuneet kohdat hiekkapuhallettiin kirkkaalle pellille. Huolellisen puhdistuksen jälkeen peltitaitos ruostesuojattiin uudelleen ja käännettiin takaisin kiinni. Korjatut kohdat pohjamaalattiin ja taitoksen päälle tehtiin uusi liimasauma, mikä maalattiin vielä oikealla värillä ja lakalla. Tämän jälkeen etuovet laitettiin takaisin paikoilleen pohjatöiden jatkamiseksi.

Seuraavaksi aloitettiin varsinainen maalipinnan virheiden korjaus. Kaikki kohdat, jotka ulottuivat pellille asti, hiottiin vauriokohdan ympäriltä pellille. Vain näin voitiin varmistua siitä, ettei maalipinnan alle jää alkavaa ruostetta. Mikäli tiedettiin jo etukäteen, että vauriokohdassa joudutaan käyttämään tasoitetta, tehtiin hionta karheudeltaan P180 paperilla tasoitteen tarttuvuuden takaamiseksi. Tasoite levitettiin aina paljaalle pellille tai hyvin karhennetulle vanhalle maalipinnalle.

Mikäli tasoitetta ei tarvinnut käyttää, hiottiin vauriokohta karheudeltaan P320 paperilla, jotta naarmut saataisiin piiloon täyttävällä pohjamaalilla. Ennen pohjamaalauksia maalikerrosten rajat hiottiin kuitenkin riittävän loiviksi, etteivät ne näkyisi lopputuloksesta. Sellaiset vauriot, jotka eivät ulottuneet pellille asti, hiottiin pois siihen maalikerrokseen, mihin vaurio ulottui. Tällaiset hionnat suoritet-

tiin suoraan P800 vesihiontapaperilla, koska näitä ei pohjamaalattu ennen varsinaista maalausta. Myös näissä maalikerrosten rajat hiottiin niin loiviksi, etteivät ne käsin tuntuneet.

Pellissä olevat painaumat (lommot), joissa maalipinta oli kuitenkin ehjä, karhennettiin vanha maalipinta koko painauman alueelta P180 paperilla tasoitteen tarttuvuuden takaamiseksi. Kun tasoitteet oli kuivunut, hiottiin ne karkeasti muotoonsa P180 paperilla. Tämän päälle levitettiin tasoite uudelleen, joka hiottiin lopulliseen muotoonsa P320 paperilla, jotta hiontanaarmut saataisiin peitettyä täyttävällä pohjamaalilla. Kaikki hionnat suoritettiin pääsääntöisesti käsin joko pehmeähköä tai kovaa hiomatukea käyttäen. Laaja-alaisissa painaumuksissa käytettiin kuitenkin apuna noin 400 mm pitkää hiontahöylää tasaisen lopputuloksen aikaan saamiseksi.

Kaikki kohdat, joissa oli paljas pelti tai tasoite näkyvillä, maalattiin ruosteenest ominaisuudet omaavalla täyttävällä pohjamaalilla. Tämä pohjamaali valittiin siksi, että pohjamaalin päälle pystyy valmistajan mukaan maalaamaan suoraan kaikilla 1- ja 2-komponenttisillä maaleilla, eikä se tarvitse enää erikseen hiontamaalia. Tämä pohjamaali hoiti siis ruostesuojamaalauksen, hiontanaarmujen täytön ja hiontaväriin tehtävän.

Muoviosille suoritettavat pohjustustyöt suoritettiin vastaavasti kuin peltiosillekin, mutta ennen pohjamaalausta tai tasoitusta paljaalle muoville hiotut kohdat maalattiin muovin pohjustusaineella. Lopuksi koko auton ja irto-osien maalipinnat karhennettiin P800 vesihiontapaperilla uuden maalin tarttuvuudeksi. Uusi maalipinta tuli siis joko vanhan karhennetun maalipinnan tai uuden karhennetun pohjamaalin päälle (kuva 32). Maalaus tapahtui kauttaaltaan P800 hiontajäljelle. Pohjamaali oli maalattu korkeintaan P320 hiontajäljelle ja kaikki kohdat, joissa oli tasoitetta tai paljasta peltiä, oli pohjamaalattu.



KUVA 32. Pohjustutyöt valmiina ja auto suojattu maalausta varten

Koska konepelti oli erivärinen sisäpuolelta kuin lopullinen väri, oli se helpompi maalata irrallaan. Myös etu- ja takapuskurit sekä helmamuovit oli helpompi maalata irrallaan. Kaikki pienet korinväriset osat, mitkä autosta irrotettiin, maalattiin myös irrallaan. Näitä olivat muun muassa ovenkahvat, ajovalojen koristeelliset pesureineen, sivupeilien kuoret ja peräluukussa oleva rekisterikilvenvalojen lista.

Moottoritilan puolelta sisälokasuojaa oikaistaessa tuli sen maalipintaan vaurioita, joten se oli myös maalattava. Tämä maalattiin jo ennen varsinaista maalausta, jotta moottoritila saatiin kokonaan suojattua maalauksen ajaksi. Etulokasuojan alle piiloon jäävät pellit ruostesuojattiin sinkkimaalilla ja maalattiin päälle kiveniskusuojaa-aineella. Autovahinkokeskuksella autoa oli kuljetettu pyöräkuormaajaan kiinnitetyillä trukkipiikeillä, joten pohjassa oli pieniä kuljetusvau-

rioita. Vauriot olivat vain ruostesuojuuksissa, joten korjausta vaativat kohdat hiottiin pellille ja ruostesuojattiin uudelleen sinkkimaalilla ja alustamassalla.

7.8 Kasaus

Kolarikorjauksessa irrallaan maalattavia uusia osia on syytä sovittaa paikoilleen ennen pohjustustöiden aloitusta, tai viimeistään ennen maalausta. Tällöin osien lopulliseen sopivuuteen voidaan vaikuttaa vielä uutta maalipintaa vaurioittamatta, mikäli osat eivät niiden säätöjen puitteissa sovi paikoilleen halutusti. Osien sovitukset ovat erittäin tärkeitä lopputuloksen kannalta, koska kolarin seurauksena korin eri lohkot voivat siirtyä ennalta arvaamattomista paikoista. Huonosti kolarikorjatun auton tunnistaakin usein huonosti istuvista osista muuttuvine osien välisine rakoineen. Tämän voi aiheuttaa myös huonosti istuvat tarvikeosat.

Tässä kolarikorjauksessa osia soviteltiin paikoilleen jo korinmittauksen ja oikomisen aikana. Tämä helpotti huomattavasti lopullista kasausta, koska voitiin olla varmoja, että osat istuvat paikoilleen halutusti myös maalauksen jälkeen. Tätä edesauttoi se, että korinosat olivat alkuperäisiä, vaikkakin käytettyjä.

Maalaukseen jälkeen irrallaan maalatut korinosat kiinnitettiin autoon. Kaikki suuret korinosat sovitettiin paikoilleen uudelleen maalauksen jälkeen, mikä vaati malttia. Lähes kaikissa korin osissa oli erityisen hyvät säädöt, joilla mahdollistettiin osien sopivuus toisiinsa nähden. Konepellin sovituksessa oli suurin työ, koska saranat olivat irrotettu niin korista kuin konepellistäkin. Kaiken lisäksi konepelti oli eriautosta, joten oli tiedossa, että sen sovituksessa menee aikaa. Saranoissa oli erittäin monipuoliset säädöt niin korin kuin konepellinkin kiinnitysruuvien rei'issä. Tämä teki säätötyöstä erittäin työlää, mutta hyvän lopputuloksen kannalta monipuoliset säädöt olivat välttämättömät.

Tarvikkeena hankitun, oikeanpuoleisen etu-sisälokasuojan sovitus oli erittäin työläs. Muovisesta sisälokasuojasta joutui sahaamaan pieniä paloja reunoilta pois, poramaan lisää reikiä ja lähes kaikkia reikiä laajentamaan ruuvikiinnityksen ja istuvuuden mahdollistamiseksi. Myös koko sisälokasuojan muoto ei ollut lähellekään vastaava kuin alkuperäinen, joten lopuksi sisälokasuojaa joutui

lämmittämään kuumailmapuhaltimella pehmeäksi ja muotoilemaan uudelleen. Loppujen lopuksi tästäkin tarvikkeena hankitusta sisälokasuojasta saatiin muotoiltua hyvin koriin ja muihin osiin sopiva.

7.9 Nelipyöräsuuntaus

Tämän kolarikorjauksen valvontaehdoksi oli asetettu vakuutusyhtiön toimesta nelipyöräsuuntaus. Tämä suoritettiin Autofit Alasintien tiloissa, Hunter DSP600 3D -mittalaitteella. Tällaisen mittalaitteen mittaus perustuu pyörissä kiinni olevien peilien (kuva 33) ja auton etupuolella sijaitsevien tutkien väliseen langattomaan, infrapunalla tapahtuvaan, kommunikointiin.



KUVA 33. 3D-nelipyöräsuuntauslaitteiston peilit

Ennen nelipyöräsuuntauksen aloittamista, autosta tarkastettiin kaikki alustan nivelien ja helojen mahdolliset välykset. Nelipyöräsuuntauksen voi suorittaa, mutta pyöränkulmia ei saa luotettavasti ohjearvoihin, mikäli alustassa on välyksiä.

Auton alustassa havaittiin välyksiä etuakselilla oikealla puolella alapallonivelessä ja vasemmalla puolella raidetangon sisäpään nivelessä. Autoon vaihdettiin kuitenkin etuakselille molemmat alatukivarret heloineen ja nivelineen, molemmat raidetangot kokonaisuudessaan ja kallistuksenvakaimen pystytangot. Tämän jälkeen voitin varmistua alustan olevan välyksetön, joten oli edellytykset suorittaa luotettava nelipyöräsuuntaus.

Taka-akselin camber-kulmien säädöt olivat ruostuneet jumiin, ja niiden avaaminen oli työlästä. Akselistoon on tehty camber-kulmien säätömahdollisuus pitkittäistukivarren ja alemman poikittaistukivarren kiinnityskohtaan. Tässä säätö tapahtuu epäkeskeisellä ruuvilla, joka oli ruostunut erittäin tiukasti helan sisään. Ruuvi saatiin irrotettua kuitenkin induktiokuumentimen ja ruosteenirrotus aineen avulla. Taka-akselilla aurauksen säätö tapahtuu pitkittäistukivarren etupäästä, jonka säätäminen ei vaatinut erityistoimenpiteitä.

Autosta saatiin kaikki pyöränkulman säädettyä ohjearvoihin. Aiemman kokemuksen mukaan auraukulmat säädettiin niin etu- kuin taka-akselillakin niin lähelle ohjearvojen minimiä kuin vain oli mahdollista. Liitteenä 9 on esitetty mittaukset rekisteröintikatsastusta varten nelipyöräsuuntauksesta.

7.10 Rekisteröintikatsastus

Ennen rekisteröintikatsastukseen menoa autoon tehtiin perinteiset katsastustarkastukset. Auton kaikkien jarrusatuloiden liikutapit olivat alkaneet jumiutua, joten ne herkisteltiin ja suojattiin ruosteelta. Samalla uusittiin taakse raudoille kulumineet jarrupalat sekä etu- ja takajarruille jarrupalojen kulumisenilmaisimet. Jarrujen lisäksi kaikkien valojen kunto tarkastettiin ja alustan osien kunto oli tarkastettu jo aiemmin.

Rekisteröintikatsastukseen otettiin mukaan valvontaehdoissa mainittujen nelipyöräsuuntauksen ja korinmittauksen todistukset. Katsastuksessa tarvittiin myös vakuutusyhtiöltä saatuja valokuvia vauriosta (liite 2) ja auton luovutustodistus, jolla todistettiin omistusoikeuden vaihdos. Näiden lisäksi autosta luettiin vikamuisti airbag-järjestelmästä, josta otettiin varalta todistus katsastusta var-

ten. Autoon ei vaadittu varsinaista turvalaitediagnoosia, joten tämän oletettiin riittävän. Myös varaosien ostokuitit otettiin mukaan, mikäli katsastusviranomaisen haluaisi nämä nähdä.

Auton rekisteröinti katsastus suoritettiin Oulussa Heinäpään A-katsastuksella. Vakuutusyhtiön toimesta rekisteristä poistetun ajoneuvon rekisteröintikatsastus sisälsi perinteisen määräaikaikatsastuksen lisäksi tarkemman vaurioalueen tarkastuksen ja etenkin sen, että vauriot on korjattu hyväksyttävien menetelmin, jotta ajoneuvo olisi tieliikenteeseen turvallinen. Näiden lisäksi kaikkien valvonta-ehtojen täytyminen tarkastettiin paperien ja todistusten avulla.

Rekisteröintikatsastus sujui ongelmitta ja siitä selvittiin ilman huomautuksia. Katsastuspäätös oli hyväksytty, eikä uusintatarkastukselle ollut tarvetta. Rekisteriin merkittiin vaihdettujen osien kokonaismääräksi 6,5 %.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tutustuttiin uuteen koritekniikkaan ja sen asettamiin haasteisiin kolarikorjauksissa. Uudella koritekniikalla tarkoitetaan yleisesti erikoislujien terästen käyttöä auton korimateriaalina ja näiden mukanaan tuomia erikoisempia liitosmenetelmiä. Myös kevytmetallit ja hybridikorirakenteet omine liitosmenetelmien luetaan uudeksi koritekniikaksi.

Työssä kerrottiin myös vakuutusyhtiön lunastaman kolariauton korjauksesta, aina ostosta rekisteröintikatsastukseen saakka. Vaurioitunut ajoneuvo kunnostettiin omaan käyttöön. Kolarikorjaus suoritettiin valmistajan ohjeiden mukaisesti ja vakuutusyhtiön sanelemilla korjausehdoilla. Korjausehtoja olivat korinmittaus ja nelipyöräsuuntaus. Lopuksi autolle suoritettiin rekisteröintikatsastus ilman huomautuksia.

Koritekniikan kehitystä nykyiseen suuntaan on pitkälti ohjaillut NCAP-turvatahtikilpailu ja tiukkenevat tyyppihyväksyntävaatimukset. Auton turvallisuus on nykyään markkinointitapa, koska kuluttajia kiinnostaa autonsa turvallisuus aiempaa enemmän. Myös tiukkenevat pakokaasupäästövaatimukset ovat pakkaneet autonvalmistajat saamaan entistä kevyempiä autoja, jossa yksittäisenä komponenttina autonkori on hyvä kevennyksen kohde. Tästä hyvänä esimerkkinä on terästen valmistajien ja autotehtaiden yhteinen ULSAB-projekti.

ULSAB-projektissa kehitettiin nykyisiä erikoislujia AHSS-teräksiä, ja niiden käyttöä lisättiin huomattavasti korien valmistuksessa. Lujalla teräksellä voitiin valmistaa huomattavasti aiempaa kevyempi korirakenne, koska materiaalin vahvuutta voitiin pienentää. Simuloinnin ja mittavien kokeiden avulla voitiin käyttää juuri riittävän vahvaa materiaalia ja juuri oikeassa paikassa. Näin saatiin auton koria kevennettyä huomattavasti ja ajo-ominaisuuksia parannettua. Myös uusia valmistusmenetelmiä kehitettiin ULSAB-projektissa, jotta AHSS-terästen ominaisuuksia voitiin hyödyntää.

Erikoislujien AHSS-terästen käyttö korimateriaalina lisäsi MIG-juoton käyttöä korin kokoonpanon liitosmenetelmänä. Myös laserhitsaus ja jopa laserjuotto yleistyivät. Sen sijaan perinteisen MIG-hitsauksen on usea autonvalmistaja kielittänyt kokonaan korikorjauksissa, koska se tuhoaa AHSS-terästen ominaisuuksia ja korin korroosiosuojauksen laajalta alalta. Kolarikorjauksia tehdessä valmistajan antamat korjausohjeet sanelevat oikeat liitosmenetelmät. Usein esimerkiksi pilarien materiaalit ovat niin lujia, etteivät niihin perinteiset porat ja sahat pure. Kuulemma tämän ovat saaneet huomata myös palo- ja pelastusviranomaiset, jotka yrittävät pelastaa vaurioituneesta ajoneuvosta henkilöitä kattoa poistamalla.

Turvalaitteet ja korikehikot ovat monimutkaistuneet niin paljon, että kolarikorjauksissa autonvalmistajan korjausohjeilla on suuri merkitys. Näissä oikeat katkaisukohdat ja liitosmenetelmät ovat erittäin tärkeitä. Veto-oikaisuissa mahdollinen lämmönkäyttö voi pilata korirakenteen, eikä sillä ole enää yhtä turvallista ajaa toista vastaavaa kolaria. Tämän voivat aiheuttaa myös vääristä kohdista katkaistut korirakenteet tai niiden väärä liittämistapa. Usein korjausohjeissa mainitaan liitostavan lisäksi myös hitsaus- tai juotosparametrit, joita noudattamalla liitoksesta saadaan kestävä ja turvallinen. Ilman valmistajan korjausohjeita on uuden turvakorisen auton kolarikorjaus lähes mahdotonta.

Suomessa vakuutusyhtiöiden tapa lunastaa pahoin vaurioituneet ajoneuvot ja myydä ne edelleen eteenpäin yksityisille henkilöille on mielestäni huono. Muissa pohjoismaissa vakuutusyhtiön lunastamat ajoneuvot puretaan varaosiksi ja näillä vakuutusyhtiön omistamilla varaosilla kunnostetaan vakuutuksen ottaneiden ajoneuvot. Suomessa kolarikorjaukset suoritetaan usein uusilla ja kalliilla alkuperäisosilla, jolloin kustannukset nousevat ja lunastusten määrä kasvaa.

Suomessa vakuutusyhtiöiden omistama Autovahinkokeskus myy yksityisille henkilöille vakuutusyhtiöiden lunastamia ajoneuvoja. Näissä kuitenkin tiukat valvontaehdot pakottavat tekemään kolarikorjauksen asiallisesti. On kuitenkin varmasti tapauksia, joissa auton rakenteet korjataan halvalla ja myydään edelleen eteenpäin rahallista voittoa tavoitellen. Näissä herääkin kysymys, onko au-

tot korjattu oikein vai halvalla. Yksityisillä henkilöillä on kuitenkin harvoin saatavilla tarvittavia erikoistyökaluja ja valmistajien korjausohjeita.

Uuden turvakoritekniikan yleistyttyä on Autovahinkokeskuksen Internet-sivuilla usein valvontaehtona tarkastajan käynti ja liitossaumojen tarkastus. Tämä tarkoittaa sitä, että vahinkotarkastajan on hyväksyttävä liitossaumat. Monella vahinkotarkastajalla ei välttämättä ole riittävästi ammattitaitoa pystyä sanomaan, että liitokset ovat riittävän hyvät. Hän joutuu kuitenkin itse allekirjoittamaan tämän dokumentin. Entäpä kuka ottaa vastuun, jos autolla ajetaan myöhemmin henkilövahinkoja vaativa kolari ja turvakorirakenne olikin väärin korjattu.

Kolarikorjauksen suoritustapoja on tarvetta kehittää työn laadun ja kolariturvallisuuden takaamiseksi. Korjaamoluokituksissa olisi selvät perusteet luvanvaraisuuteen. Vaurioituneita ajoneuvoja saisivat korjata vain ne vauriokorjaamot, joilla on riittävät resurssit sellaisen vaurion korjaukseen. Korjaamoluokituksia on tehty jo paljon, mutta ne ovat kuitenkin vielä vapaaehtoisia eivätkä ne sido silti mihinkään.

Vakuutusyhtiöt voivat ohjata vaurioituneita ajoneuvoja niille sopivalle vauriokorjaamolle, mutta asiakas saa itse päättää, missä haluaa autonsa korjata. Samalla vakuutusyhtiöiden omistama Autovahinkokeskus myy vakuutusyhtiöiden lunnastamia ajoneuvoja yksityisille henkilöille, joiden korjausten laadusta ei todellisuudessa ole mitään takeita. Vaurioautojen kunnostuksen kannalta eletään aikaa, johon toivotaan muutosta. On mielenkiintoista nähdä, tulevatko nykyiset toimintatavat muuttumaan ja jos tulevat, niin miten.

LÄHTEET

1. Koskinen, Ari – Kotamies, Juha – Mäkilaakso, Jarmo – Perhoniemi, Pasi 2004. MIG-juotto auton korikorjauksessa. Helsingin ammattikorkeakoulu Stadian julkaisuja, sarja A: Tutkimukset ja raportit 5. Helsinki: Yliopistopaino.
2. Ilomäki, Janne 2012. T333503 Koritekniikka. Kevyt teräsauto ULSAB. Opintojakson oppimateriaali syksyllä 2012. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
3. Holmikari, Martti 2012. Uusin koritekniikka ja vauriokorjaukset. Saatavissa: <http://www.angelfire.com/pro/auli/vanhat/aineistoja/holmikari.pdf>.
Hakupäivä 12.2.2013.
4. Ilomäki, Janne 2012. T333503 Koritekniikka. Rautaruukilta erikoislujia teräksiä autoihin. Opintojakson oppimateriaali syksyllä 2012. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
5. Advanced High Strength Steel (AHSS) Application Guidelines version 4.1, 2009. World Auto Steel. Saatavissa: http://309fbf2c62e8221fbaf0-b80c17cbaf20104b072d586b316c6210.r88.cf1.rackcdn.com/AHSS_Application_Guidelines_4-1June2009.pdf.
Hakupäivä 18.1.2013.
6. Karhimaa, Martti 2008. Korimateriaalit. Lähdeaineisto: Holmikari, Martti TTS Koulutus Koriakatemia. Pohjois-Kymenlaakson Autoteknillinen Yhdistys ry. Saatavissa: <http://pkaty.satl.fi/sivu/korimat>. Hakupäivä 31.1.2013.
7. Kaaja, Kari 2009. Esitys korirakenteista ja ULSABista. Tampereen Aikuis-koulutuskeskus, autotekniikka.

8. Niemi, Pekka 2010. ValuAtlas & Tampereen ammattiopisto, jälkikäsitteilytekniikka. Aineen koestus 1. Saatavissa:
http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/PN_jalkikasittely_K.pdf.
Hakupäivä 28.1.2013.
9. Katodinen suojaus, 2008. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimusselostus nro. VTT-S-00756-08. Saatavissa:
http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/katodinen_suojaus_2008.pdf.
Hakupäivä 28.1.2013.
10. Ilomäki, Janne 2012. T333503 Koritekniikka. Liitosmenetelmät. Opintojakson oppimateriaali syksyllä 2012. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
11. Sipilä, Lauri 2001. Pintakäsittelyn vaikutus alumiinin ja hartsin liitoksessa. Mikkeli: Mikkelin ammattikorkeakoulu, materiaali- ja pintakäsittelytekniikan koulusohjelma. Opinnäytetyö. Saatavissa:
https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33440/Sipila_Lauri.pdf?sequence=1.
Hakupäivä 6.3.2013.
12. Varis, Juha 2004. Lisäaineettoman puristusliitoksen hintakilpailukyky verrattuna lisäainetta käyttävään niittiliitokseen ja esimerkki laskelmien soveltamisesta erääseen volyymituotteeseen. . Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tulevaisuuden tehdas. Julkaistu Ohutlevy 1/2004 -lehdessä s. 28–34.
13. Riveting. Aluminium Design. Saatavissa:
<http://www.aluminiumdesign.net/design-support/joining-aluminium/>.
Hakupäivä 6.3.2013.

14. Heiskanen, Petri – Järvenpää, Antti – Karvonen, Jukka – Vainionpää, Timo – Ylönen, Matti 2008. Auto- ja kuljetusalan perusoppi 3. Runko ja kori. 2. uudistettu painos. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.
15. Karhima, Matti – Torniainen, Kalevi 2005. Auto- ja kuljetusalan perusoppi 1. Auton käytön ja rakenteen perusteet. 1. painos. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.
16. BMW e60 -korin esite. Ei julkaisutietoja.
17. Jäsentiedote 1/2010. Autoalan ja korjaamoiden liitto. Saatavissa:
www.ainatuore.fi/sivumuokkain/kuvat/aakl.fi/File/aakl_jast110.pdf.
Hakupäivä 18.3.2013
18. Volkswagen. Turvallisuus. Saatavissa:
<http://www.volkswagen.fi/VV-Auto/VW5.nsf/0/19CF369390D19008C22572440030B5A9?OpenDocument>.
Hakupäivä 13.3.2013.
19. Holmikari, Martti 2009. Ultra- ja erikoislujat teräkset ja kevytmetallit. MH-Autokoritekniikka.
20. Holmikari, Martti – Nupponen, Markus 2011. Korjaamoluokittelun perusteet. TTS koriakatemia.
21. Holmikari, Martti 2011. Törmäyskäyttäytyminen ja vaurioluokittelu. TTS Koriakatemia.
22. Car body benchmarking data summary, 2012. EuroCarBody. Saatavissa:
<http://vg05.met.vgwort.de/na/9a8fbccee42f4effb2b1abb408a45cc7?l=http://www.european-coa->

tings.com/content/download/105806/1939699/file/008_EuroCarBody_Benchmark_Data_Table_2012_blank.doc.

Hakupäivä 19.3.2013.

23. Pertiläinen, Yrjö 1998. Auton korikorjaus. Tampere: Tampereen Offsetpalvelu Oy.

24. Savola, Joonas 2012. Korinmittalaitteiden vertailu. Helsinki: Metropolia ammattikorkeakoulu, Auto- ja kuljetustekniikka. Opinnäytetyö. Saatavissa: <http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/49115/Korinmittalaitteiden%20vertailu.pdf?sequence=1>.

Hakupäivä 18.3.2013.

25. Porter, Lindsay 2003. Auton korikorjaus. Suom. Kastemaa, Riitta – Kastemaa, Pekka – Rönning, Tom. Helsinki: Alfamer Oy. (Alkuperäisteos 1985.)

26. Valvontaehdot, 2004. Autovahinkokeskus Oy. Saatavissa: https://www.avk.fi/sivut/child.asp?page=3&c_id=73&lang=fi.

Hakupäivä 25.3.2013.

27. The World's largest vehicle database. Car-O-Liner AB. Saatavissa: http://www.car-o-liner.com/en/mesuring_data/index.html.

Hakupäivä 12.2.2013.

28. e46 330d Front Wheelhouse. RealOEM Online BMW Parts Catalog. Saatavissa:

http://realoem.com/bmw/showparts.do?model=EX91&mospid=47672&btr=41_1096&hg=41&fg=10.

Hakupäivä 17.2.2013.

29. BMW e46 touring RA General information about body repair. BMW TIS (Technical Information System) 2007.

LIITTEET

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2 Auton myyntikuvat

Liite 3 Alapuolisten mittapisteiden mittakortti

Liite 4 Kalibrointi tulokset

Liite 5 Yläpuolisten mittapisteiden mittakortti

Liite 6 Korjaamattoman auton yläpuolisten mittapisteiden mittaustodistus

Liite 7 Korjatun auton yläpuolisten mittapisteiden mittaustodistus

Liite 8 Korjatun auton alapuolisten mittapisteiden mittaustodistus

Liite 9 Nelipyöräsuuntaustodistus

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä

Mikko Virsiheimo

Työn nimi

Uuden koritekniikan vaikutus kolarikorjauksiin

Työn kuvaus

Työssä käsitellään uuden koritekniikan vaikutuksia korikorjauksiin. Teoriaa havainnollistetaan suorittamalla vakuutusyhtiön lunastamalle BMW e46 -ajoneuvolle kolarikorjaus.

Työn tavoitteet

Tavoitteena on koota autojen koreissa yleisesti käytössä olevista materiaaleista ja niiden liitosmenetelmistä kattava tietopaketti. Tavoitteena on myös tutustua erilaisiin korirakenteisiin ja niiden korjauksiin.

Tavoiteaikataulu

Tavoiteaikatauluna on saada työ valmiiksi kevään 2013 aikana. Kaikki opinnäytetyöhön liittyvät muodollisuudet tulisi olla valmiina viimeistään kesäkuussa 2013.

Päiväys ja allekirjoitukset

14 / 11 / 2012

Mikko Virsiheimo

Mikko Virsiheimo

Ajoneuvon kuvat

sivu 2(4)

Tuotenumero: 192635



Ajoneuvon kuvat

sivu 3(4)

Tuotenumero: 192635



Ajoneuvon kuvat

sivu 4(4)

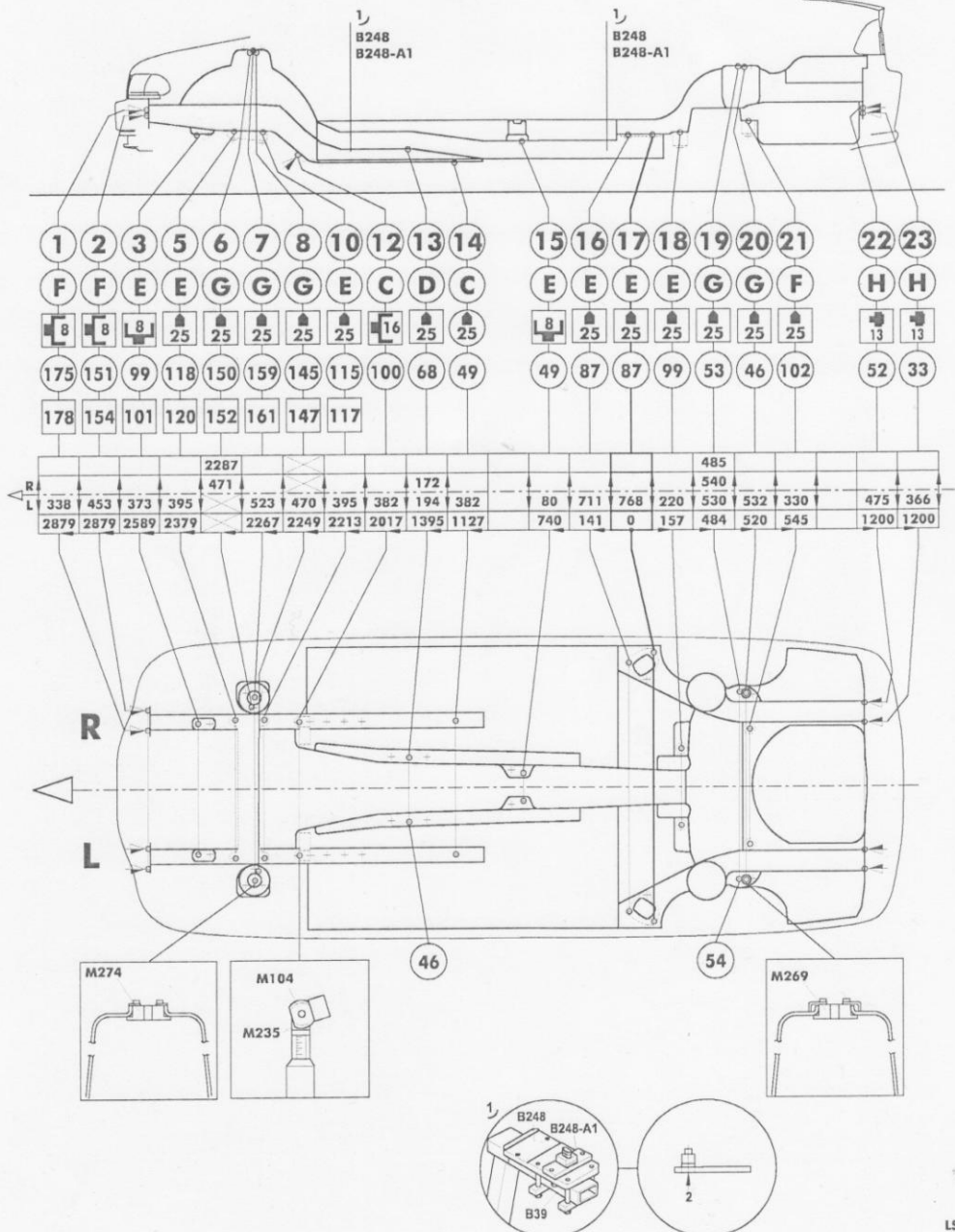
Tuotenumero: 192635



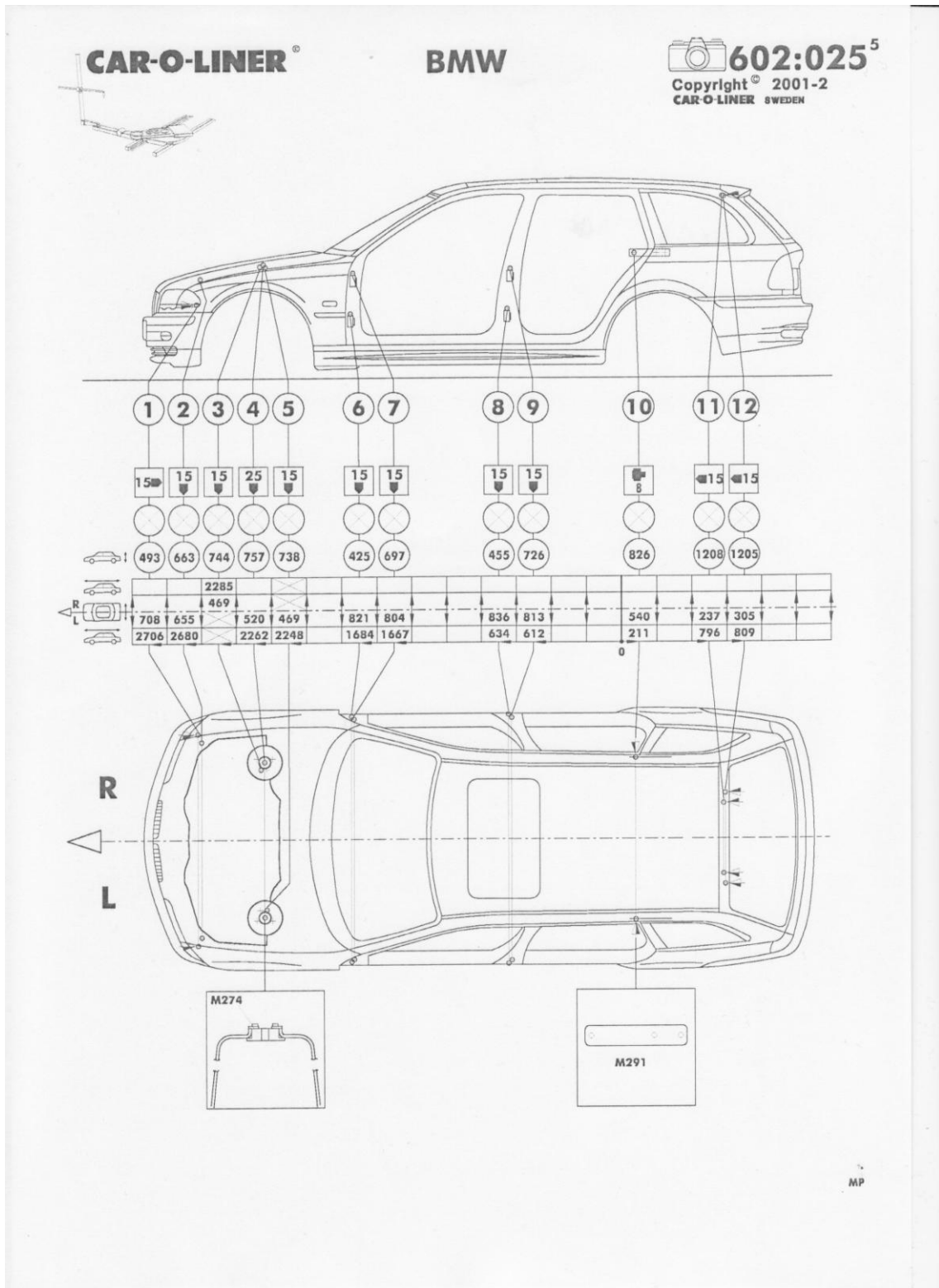
CAR-O-LINER[®]

BMW

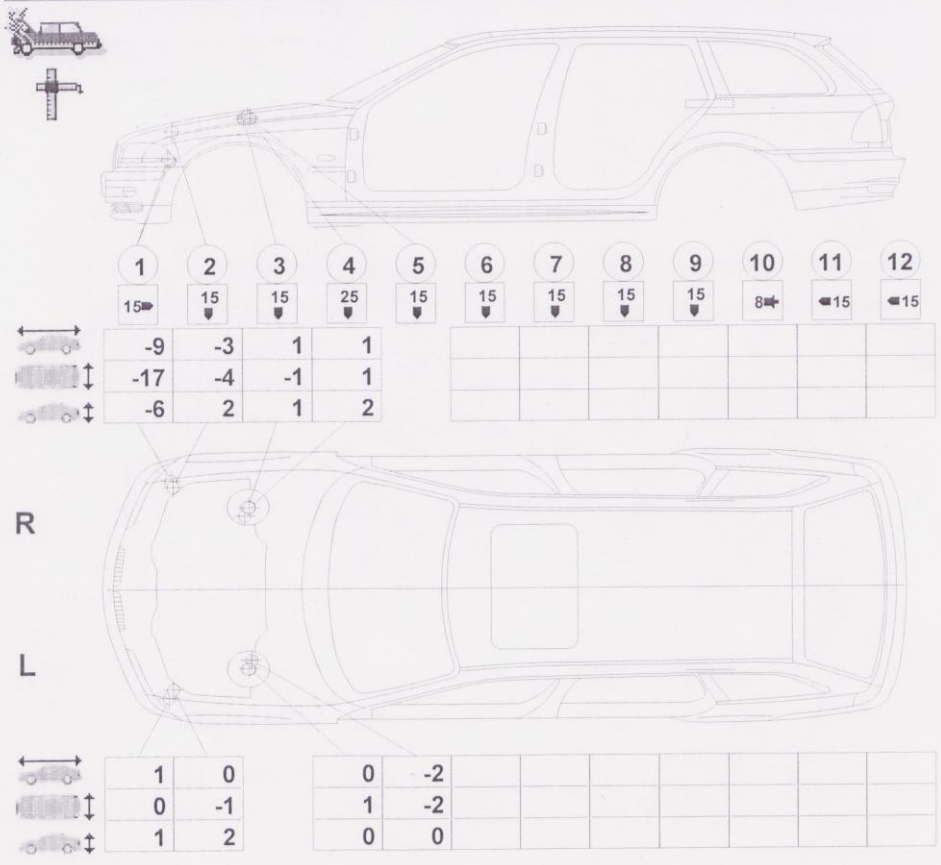
 **2:036²**
Copyright © 2003-1
CAR-O-LINER
SWEDEN



LS

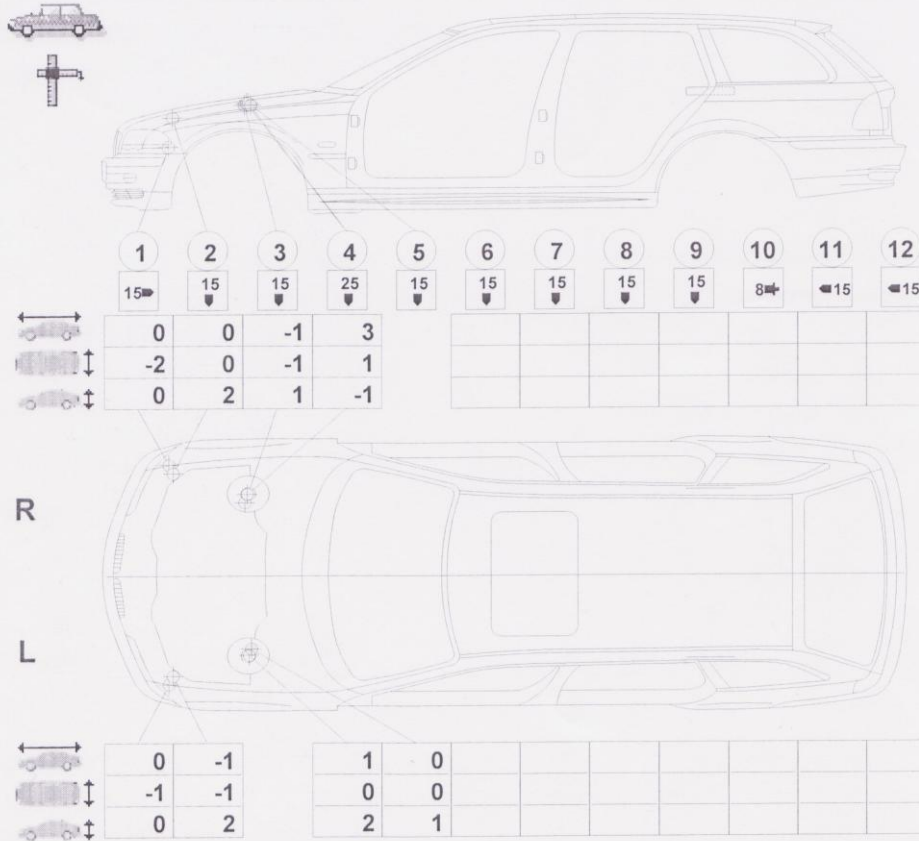


Asiakasnro:		AJONEUVO:	
Nimi:		Mittalehti: 602:025 (1)	Ilm.: 2003-01-01
Osoite:		Malli: Touring 316-330	
Kaupunki:		Valm.: BMW	Alustanro WBAEX91090JW96
	PO:	Vuosi: 2000-05	
Puhelin:		Rek.nro: ALI-674	
VAKUUTUSYHTIÖ:		TYÖ:	
Yhtiön nimi:		Työnro: 123	Aloitus: 2013-01-11
Tarkastaja:		Asentaja: Mikko Virsiheimo	Lopetus: 2013-01-14
Puhelin:		Allekirj.:	



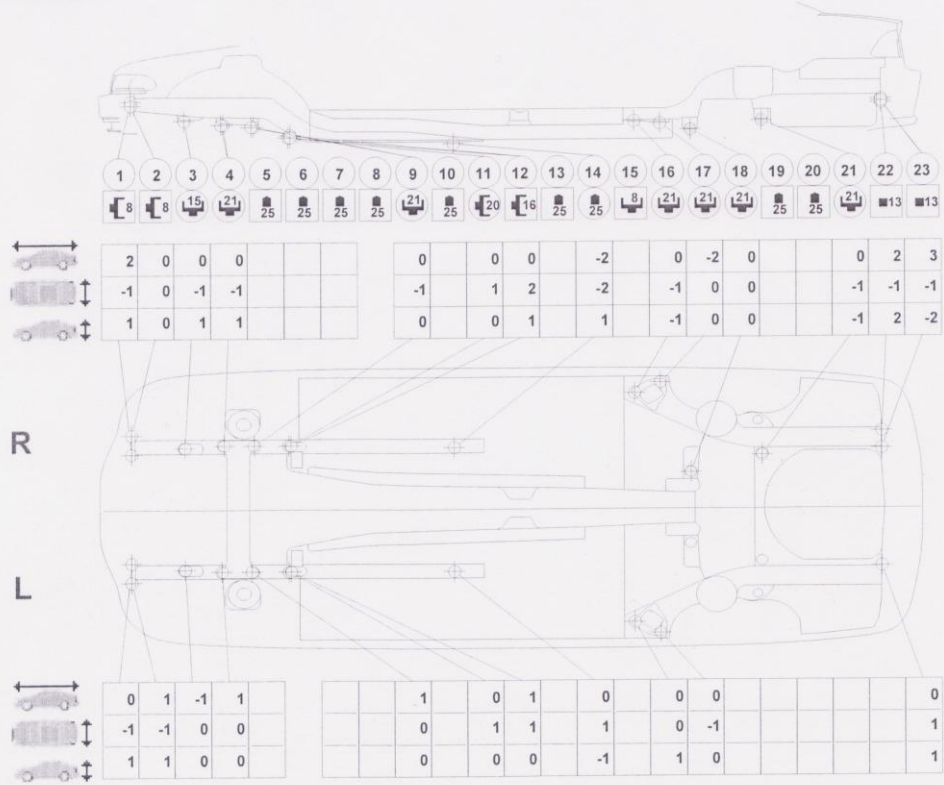
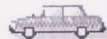
KORJAAMO:	MERKINNÄT:
Nimi: AUTOFIT	
Osoite: ALASINTIE 10	
Kaupunki: 90400	
OULU	PO: 0416699-9
Puhelin: 0102328453	

Asiakasnro:		AJONEUVO:	
Nimi:		Mittalehti: 602:025 (1)	Ilm.: 2003-01-01
Osoite:		Malli: Touring 316-330	
Kaupunki:		Valm.: BMW	Alustanro WBAEX91090JW96
	PO:	Vuosi: 2000-05	
Puhelin:		Rek.nro: ALI-674	
VAKUUTUSYHTIÖ:		TYÖ:	
Yhtiön nimi:		Työnro: 123	Aloitus: 2013-01-11
Tarkastaja:		Asentaja: Mikko Virsiheimo	Lopetus: 2013-01-14
Puhelin:		Allekirj.:	



KORJAAMO:	MERKINNÄT:
Nimi: AUTOFIT	
Osoite: ALASINTIE 10	
Kaupunki: OULU	
PO: 0416699-9	
Puhelin: 0102328453	

Asiakasnro:		AJONEUVO:	
Nimi:		Mittalehti: 602:025 (1)	Ilm.: 2003-01-01
Osoite:		Malli: Touring 316-330	
Kaupunki:		Valm.: BMW	Alustanro WBAEX91090JW96
	PO:	Vuosi: 2000-05	
Puhelin:		Rek.nro: ALI-674	
VAKUUTUSYHTIÖ:		TYÖ:	
Yhtiön nimi:		Työnro: 123	Aloitus: 2013-01-11
Tarkastaja:		Asentaja: Mikko Virsiheimo	Lopetus: 2013-01-14
Puhelin:		Allekirj.:	



KORJAAMO:	MERKINNÄT:
Nimi: AUTOFIT	
Osoite: ALASINTIE 10	
Kaupunki: 90400	
OULU	PO: 0416699-9
Puhelin: 0102328453	

Autofit Alasintie
Alasintie 10
90400 Oulu

p. 0102328451

Työmäär. tunnus R000752
Asiakasnumero 1950
Nimi Virsiheimo, Mikko
Auton sarjanumero WBAEX91090JW96224
Rekisterinumero ALI-674
Asentaja 894
Kilometrimäärä 404971
Tulostusajankohta 28.4.13 16:36

Etu : Vasen

Nykyinen	Aluksi	Ohjearvoalue
-1°19'	-1°20'	-1°20' -0°40'
5°18'	5°18'	5°06' 6°06'
0°06'	0°32'	0°05' 0°10'
22°28'	22°29'	
21°09'	21°09'	
		-2°04' -1°04'

Etu : Oikea

Nykyinen	Aluksi	Ohjearvoalue
-1°10'	-1°25'	-1°20' -0°40'
5°09'	5°09'	5°06' 6°06'
0°08'	0°30'	0°05' 0°10'
23°13'	23°28'	
22°04'	22°04'	
		-2°04' -1°04'

Camber
Caster
Aurus
SAI
Summakulma
Kääntökulmaero

Etu

	Nykyinen	Aluksi	Ohjearvoalue
Camber-ero	-0°10'	0°05'	-0°30' 0°30'
Caster-ero	0°09'	0°09'	-0°30' 0°30'
Ero SAI:ssa	-0°45'	-1°00'	
Kokonaisauraus	0°14'	1°02'	0°09' 0°19'
Ero kääntöeroissa			

Takapää : Vasen

Nykyinen	Aluksi	Ohjearvoalue
-2°10'	-2°05'	-2°19' -1°49'
0°07'	0°18'	0°05' 0°11'

Takapää : Oikea

Nykyinen	Aluksi	Ohjearvoalue
-2°00'	-1°17'	-2°19' -1°49'
0°05'	0°13'	0°05' 0°11'

Takapää

	Nykyinen	Aluksi	Ohjearvoalue
Camber-ero	-0°10'	-0°48'	-0°15' 0°15'
Kokonaisauraus	0°12'	0°31'	0°10' 0°22'
Kulkukulma	0°01'	0°03'	-0°04' 0°04'