

**Sander Sarapik**

**1974 AASTA CHEVROLET  
CORVETTE RAAMI TAASTAMINE**

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2015



**Sander Sarapik**

# **1974 AASTA CHEVROLET CORVETTE RAAMI TAASTAMINE**

LÕPUTÖÖ

Transporditeaduskond

Autotehnika eriala

Tallinn 2015

Mina

..... ,  
tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Lõputöö autor

.....  
Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

.....  
Üliõpilase kood .....

Õpperühm .....

Lõputöö vastab sellele püstitatud kehtivatele nõuetele ja tingimustele.

Juhendaja

.....  
Nimi, allkiri ja allkirjastamise kuupäev

.....  
Kaitsmisele lubatud „.....“ .....20....a.

..... teaduskonna dekaan .....  
Teaduskonna nimetus Nimi ja allkiri

# SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	4
1. AJALUGU .....	5
2. UURITAVA JA TÄIUSTATAVA OBJEKTI KIRJELDUS.....	7
3. TÖÖS KASUTATUD TEHNOLOOGIAD .....	9
3.1 Keevitamine .....	9
3.1.2 Töös kasutatud keevisliited: põkk-, nurk-, vastak- ja otsliide.....	10
3.1.3 Töös kasutatud keevistehnoloogia .....	11
3.1.4 Keevituspüstoli asendid ja liikumine antud projekti juures .....	13
3.1.5 Tüüpilised keevitusdefektid ja nende vältimine.....	13
3.2 Tsinkimine.....	15
3.2.2 Kuumtsinkimine .....	15
3.2.3 Kuumtsinkimise tehnoloogia järjekord: .....	16
3.2.4 Külmtsinkimine.....	17
3.2.5 Passiveerimine.....	18
3.3 Liivapritsimine .....	19
3.4 Krunt värvimine .....	19
3.5 Värvimine.....	19
3.6 Raami korrosiooni kaitse tehnoloogia.....	20
4. PAKKUMISE VORMISTAMINE KLIENDILE .....	21
5. RAAMI LAHTI MONTEERIMINE.....	22
5.1 Kere raamist eemaldamise etappide järjekord: .....	24
5.2 Raami mõõtmine enne keevitamist .....	27
6. RAAMI KEEVITAMINE ILMA RAKISETA .....	30
7. KERE KÜLJEKARPIDE VALMISTAMINE NING PAIGALDAMINE .....	33
8. RAAMI JA KERE KOKKU MONTEERIMINE .....	36
9. SILLASTEND.....	37
9.1 Kahetasandiline sillastend .....	38
KOKKUVÕTE.....	40
SUMMARY .....	41
VIIDATUD ALLIKAD.....	42
Lisa 1. Küljekarbi joonis .....	43

## SISSEJUHATUS

Lõputöö eesmärgiks parandada 1974 aasta Chevrolet Corvette'i raami väändejäikust, teel püsivust ja töökindlust. Projekt seisnes mootorsõiduki plastikust kere raami küljest demonteerimises, raami üle mõõtmises ning läbiroostetanud detailide tuvastamises, et oleks võimalik nõuetele vastvalt raami kvaliteeti parandada ja täiustada algset tehnilist lahendust. Tulenevalt mootorsõiduki probleemist raami jäikusega olid keredetailide vahed liialt väikeseks muutunud ja ukсед ei sulgunud korrektselt. Lisaks täiustamisele vajas raam põhjalikku keevitustööd, kuna korrosioon oli raami kahjustanud. Tehase punktkeevitus tuli asendada tugevama joonkeevitusliitega. Kui raam oli vajaliku jäikuse saavutanud ning korrosiooni kaitse vahenditega töödeldud, tuli veermiku kuluosad vahetada ning kõik kütuse- ja piduritorud ning –voolikud ja seejärel kogu auto uuesti kokku monteerida.

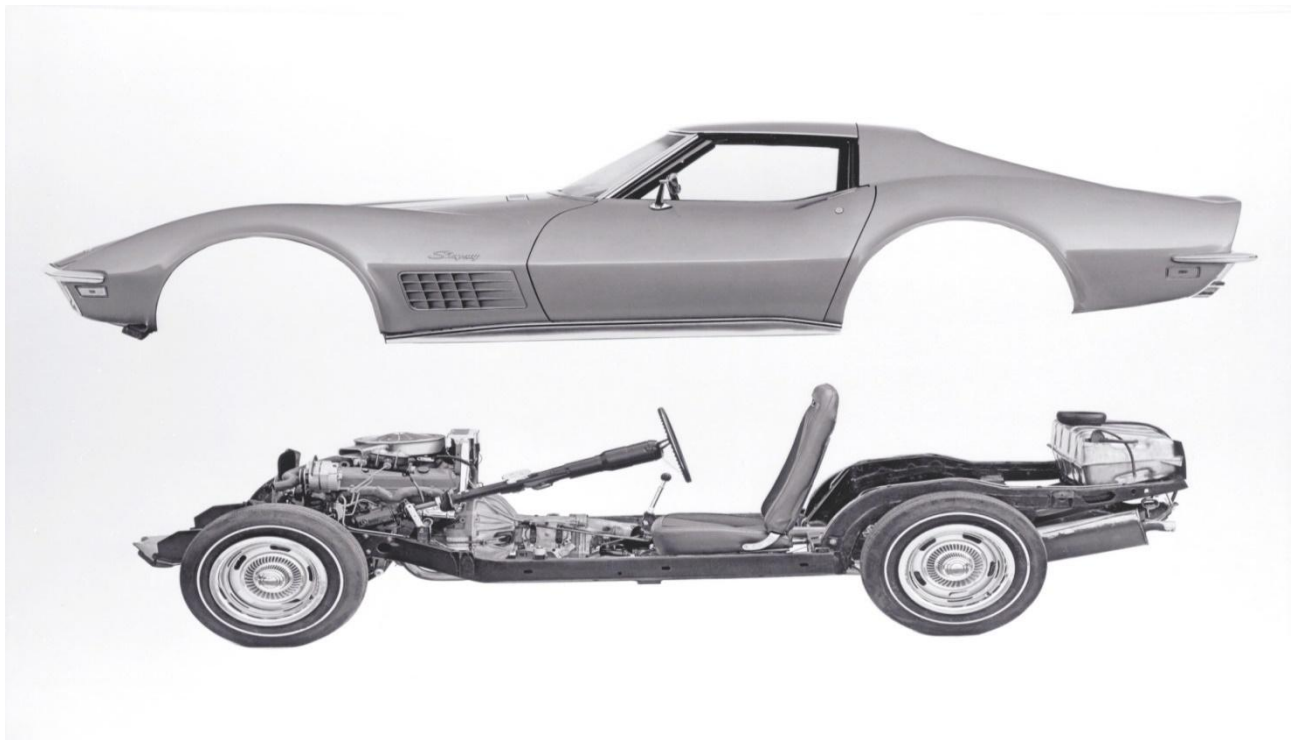
Lisaks üldisele montaažtööle ning keevitamisele oli ka võimalus analüüsida ise, miks raam läbi roostetas ning kuidas seda tulevikus ennetada saaks, kasutades korrosiooni tekke takistamise vastaseid aineid ja tehnoloogiaid. Leidmaks üles kõik läbiva roostega kohad kasutati liivapritsi.

Enne projekti vastuvõtmist tuli põhjalikult uurida, mis on antud margi ja mudeli raami väljakujunenud tüüpvead ning kuidas neid saaks likvideerida. Chevrolet Corvette'i raami ehituslikuks tüübiks on redelraam. Nimetatud raam on karpstiilis disainitud, mis on ülevalt ja alt ühendatud keevisliitega. Tootmiskulude vähendamiseks olid keevisliited algset 2...3 cm pikkused ning paigutatud üksteisest varieeruvalt, kas 7 või 10 cm vahedega.

Projekt valmis ettevõttes Autoklassik OÜ. Autoklassik OÜ on 2009 aastal asutatud väikeettevõte, mis renoveerib klassikalisi mootorsõidukeid. Firma eesmärgiks on pakkuda vana sõiduki omanikule kõike seda, mida pakutakse uue sõiduki omanikule. Ostmisest, kohaletoomisest kuni igapäevaste hooldusteni. Firma on spetsialiseerunud peamiselt 1940-1990 aastatel toodetud autodele ja nende hooldusele.

## 1. AJALUGU

Chevrolet Corvette (C3) on sportauto, mis on toodetud General Motorsi divisiooni poolt aastatel 1968-1982. Mootori- ja veermikudetailid on enamjaolt eelmise generatsiooni Corvette(C2) omad aga kere ja interjäär disainiti täiesti uued. Kere on valmistatud plastikust, kuna raam on tehtud tehase poolt küllaltki raske, disainiti kaalu vähendamiseks klaasplastist kere. Huvitava puudusena tooksin välja selle, et autol puudub pagasiruum. Kerel endal puuduvad tänapäeva mõistes igasugused ohutuse nõuded, sest A- ja B piilar on mõlemad samamoodi klaasplastist tehtud. Lisaks on kerel kaks eemaldatavat katuse paneeli, aga autos pole kusil kohta nende hoiustamiseks. Aastate jooksul muudeti pisemaid kere detaile ning mootoreid usinasti, kuid raam jäi ikka üldjoontes samaks. 1975 aastal lisati raami ette otsa kokkupõrke jõudu neelava esitange kinnitused. Lisatugevust ja jäikust lisavaid keevisõmbluseid raamile hakati tegema alles uue mudeli C4 loomisel.



Sele 1 [1]. Chevrolet Corvette

Chevrolet Corvette mudeli C3 ( Sele 1) kere esiots on madalam ja voolujoonelisem, kui eelneva põlvkonna mudel oma. Tänu sellele ei tõusnud suurel kiirusel auto esiots maast lahti ning saavutati stabiilsem sportauto kui oli seda eelkäija. Tagaosas on aga tänapäevastele sportautodele kohaselt pisikene spoiler, mis aga katsetustel uuemate autodega ei ole oma rolli, auto tagaosa maas hoidmisel ringraja kiiruste juures, täitnud.

Chevrolet Corvette (C3) raam on sama nagu eelmise generatsiooni mudelil omades sõltumatut vedrustust ning nelja ratta ketaspidureid. Raami ehitusmeetodi nimetus on redelraam. Ehituslikult väga robustne ning tootmiskulud väikesed.

Raamiga kere puhul paigaldatakse auto kere raamile, ning raami külge kinnitatakse veermiku osad. Tänapäeval kasutatakse sellist konstruktsiooni veoautode, haagiste ning maasturite ehitamisel [1, p. 422].

Redelraami puhul on kaks pikitala omavahel ühendatud mitme ristitalaga, mis on pikitalade külge kas keevitatud, needitud või poltidega kinnitatud. Kasutatavad talad võivad olla lahtise või kinnise profiiliga ning annavad raamile suure paindejäikuse, väändetugevuse ning hea kandevõime. [1, p. 422]

Raam on karpstiilis disainitud ja püsis identne aastatel 1968-1979. Lisaks Corvettele disainis Chevroleti tehas sama raami peale ka teise oma legendaarse mudeli Chevrolet Chevelle SS, muutes raami tagaosa ja kütusepaaki, et sinna saaks disainida pagasiruumi. Kütusepaak tehti lamedam, kui Corvette C3-l ja asetseb Chevelle SS pagasiruumi all. Chevrolet Chevelle SS kere oli erinevalt Corvette'i kerest toodetud plekist. Seega paranes kogu auto üldväändejäikus kordades.

## 2. UURITAVA JA TÄIUSTATAVA OBJEKTI KIRJELDUS

Lõputöös uuritav mootorsõiduk ( Sele 2) on toodetud 1974 aastal ning omas Soomes kehtivat tehnoülevaatust.



Sele 2. Uuritav ja täiustatav objekt

Töökotta sõitis mootorsõiduk omal jõul, kuigi järsemal kohaltvõtul oli silmaga näha, kuidas auto kere paindus raami pealt läbi. Kehtiva ülevaatusel tekkis küsimus, kas on nii-öelda ostetud ülevaatus või on Soomes, võrreldes Eestiga, nii palju väiksemad tehnilised nõuded. Lisaks oli ka esitiibade ja esiuste vahel ebamääraselt suured vahed ning ukсед avanesid ning sulgusid väga kehvasti. Ei olnud kasu ka ukse vastuste ja ukse sulgurite reguleerimisest. Algne omaniku arvamus oli, et kere ja raami ühendavad puksid on oma aja ära elanud ja sellest tingituna kere liigub raami peal.

Nimelt on raamile auto kere kinnitatud poltidega ja kere ja raami ühendavad jäigad kummipuksid. Küll aga ei olnud omaniku esialgne optimism õigustatud, sest lähemal inspekteerimisel selgus tõsiasi, et raami olulised kandevkonstruktsioonid on korrodeerunud ning väga halvas seisus. Samuti vajasisid vahetust need samad puksid mida arvas omanik ainsaks veaks olevat.

Algas vigade inspekteerimine ning umbkaudse hinnapakkumise vormistamine kliendile. Kuna töömaht oli suur sai kliendiga enne tööde alustamist kokkulepitud, et kere ja raami demonteerimisel võivad ilmned peidetud vead ning seetõttu võib suurened algne hinnakalkulatsioon mõne protsendi võrra. Lisaks mädanenud raamile ja olematutele kere puksidele olid ka oma aja ära elanud nii piduri- kui kütusetorud. Esisillas olid peaaegu kõik liigendid tugeva korrosiooni ning vanuse tõttu määrdest kuivale jäänud ning sealt tekkisid sisse ebavajalikud lõtkud.

Tagaosas asub autol kütusepaak. Paak on valmistatud terasplekist. Kaetud oli see värviga, kuid aastate pikkune kivirahe tagasilla alt ning niiskus olid teinud oma töö ning demonteerimise käigus purunes ka see. Algselt oli omanikul planeeritud auto jätta töökotta kere ja raami pukside vahetusse umbkaudu kuuks ajaks, kuid ilnes suuri kahjustusi aja ja tegemata hoolduste tõttu. Lõpuks oli auto töökojas kokku peaaegu aasta aega.

### 3. TÖÖS KASUTATUD TEHNOLOOGIAD

#### 3.1 Keevitamine

Keevitamine on tehnoloogiline protsess, mis seisneb tervikliite saamises ühendatavate detailide vahel aatomsidemete loomise teel kohaliku või üldise kuumutamise, plastse deformatsiooni või üheaegselt mõlema mooduse abil. Keevitamist kasutatakse põhiliselt metalldetailide ühendamiseks. Keevisliiteid kasutatakse ka mittemetalliliste detailide(keraamilised,plastmassist) ühendamiseks või metalsete ja mittemetalsete detailide ühendamiseks metallide, keraamika ja plastmassi kombinatsioonidena. [2, p. 9]

Keevisliide- mittelahetikäiv liide, mis on teostatud keevituse teel. Keevisõmblus on keevisliite osa, mis moodustab keevisvannis oleva sulametalli kristalliseerumisel. [2, p. 9]

Keevisvann- osa metallist keevisõmbluses, mis keevitamise ajal on sulas olekus. Süvendit, mis moodustub õmbluses pärast keevitamise lõppu nimetatakse kraatriks. Tööd ümbersulatatud lisametalliga, mis on lisatud keevisvanni või pealesulatatud põhimetallile, nimetatakse pealesulatamiseks. Juhul kui keevitatakse ilma lisametallita, sulab ainult põhimetall. Metall, mis on ette nähtud sisseviimiseks keevisvanni, lisaks põhimetallile, nimetatakse lisametalliks. [2, p. 10]

Sulamit, mis moodustub ümbersulatatud põhimetallist ja pealesulatatud lisametallist, nimetatakse õmblusmetalliks. Keevisõmbluse kiht- keevisõmbluse osa, mis koosneb ühest või mitmest keevislähimist, mille ristlõiked asuvad ühel tasapinnal. [2, p. 10]

Keevislähim kujutab endast õmblusmetalli, mis on peale sulatatud või ülessulatatud ühe käigu jooksul. Antud juhul mõeldakse käigu all keevislähimi sooritust ühes suunas keevitamisel või pealesulatamisel. [2, p. 10]

Keevisõmbluse osa, mis on kõige kaugemal õmbluse pinna ülemisest poolest nimetatakse juureks. Õmblust, mis teostatakse eelnevalt mitmelähimisel keevitamisel või pealesulatatud keevisõmbluse juurele läbipõlemise vältimiseks, et tagada garanteeritud ülessulatamist, nimetatakse alusõmbluseks. [2, p. 10]

Sulakeevituse olemus seisneb selles, et täiendava soojusallika abil ühe liidetava detaili serva sulametall ühineb teise liidetava detaili serva sulametalliga ning moodustub mõlema metalli ühine sulametalli maht, mida nimetatakse keevisvanniks. Selle keevisvanni jahtumisel sulametall jahtub ning moodustub keevisõmblus. Õmblus võib olla moodustatud ainult keevitatavate metallide servade sulamisest või keevitatavate metallide servade sulamisele lisaks keevisvanni sisseviidud lisametallist. [2, p. 11]

Keevisliiteks nimetatakse keevitamise teel saadud mitme detaili tervikliidet. See hõlmab keevisõmblust ja sellega külgneva põhimetalli ala( termilise termomõju ala), milles kuumuse mõjul on toimunud struktuuralsed ja teised muutused, ning sellega külgneva põhimetalli ala. Olenevalt keevitatavate detailide vastastikusest asendist eristatakse põkk-, nurk-, vastak-, katte-, ja ots- ehk servliiteid. [2, p. 14]

### **3.1.2 Töös kasutatud keevisliited: põkk-, nurk-, vastak- ja otsliide.**

Põkkliite puhul on liidetavad elemendid ühes tasapinnas. Põkkliide on tootmises üks levinumaid. Põkkliite eelisteks [2, p. 14]:

- keevitatavate materjalide paksuse lai diapasoos;
- väike lisamaterjali kulu;
- kvaliteedi kontrolli lihtsus ja mugavus; töökindlus.

Põkkliite puuduseks [2, p. 14]:

- Puuduseks on enne keevitust vaja täpset koostamist.

Nurkliiteks nimetatakse liidet, kui detailid paiknevad teineteise suhtes täisnurga või mõne muu nurga all ja neid keevitatakse piki ühist serva. [2, p. 15]

Vastakliiteks ehk T-liiteks nimetatakse liidet, kui ühe detaili ots keevitatakse teise detaili külgpinnaga. [2, p. 16]

Ots- ehk servliiteks nimetatakse detailide liidet, kui detailid keevitatakse kokku otstest või servadest. [2, p. 16]

### 3.1.3 Töös kasutatud keevistehnoloogia

Raami taastustöödel kasutati MAG keevitust, kuna antud lahendus oli töökojas olemas ning rahalised vahendid ei lubanud kasutada TIG( volframelektroodiga) keevitust, mis sobiks raami paikamiseks kõige paremini.

MAG- keevitus:

Kaarkeevitus sulava metallelektroodiga(traadiga) aktiivgaasi keskkonnas automaatse lisatraadi pealeandmisega. Kasutades MAG-meetodit võib aktiivgaaside keskkonnas keevitada kokku legeeritud, madallegeeritud ja kõrglegeeritud terast. [2, p. 75]

Keevitamisel sulava elektroodiga moodustub õmblus põhimetalli ja lisametalli(elektroodi traadi) sulamisel. Selle tõttu õmbluse kuju ja mõõtmed( lisaks keevituse kiirusele, elektroodi ja toote ruumilisele asendile jne) sõltuvad sulamise iseloomust ja elektroodi metalli siirdest keevisvanni. Kaitsegaasis keskkonnas keevitamisel on keevituselektrood, kaare piirkond ja keevisvann kaitstud kaitsegaasi joaga. Keevitada saab tooteid kõigis keevisasendeis materjale paksusega 0,6 kuni 100mm. [2, p. 75]

MAG keevitusmeetodi eelised [2, p. 76]:

- Sulametalli hea kaitse ümbritseva õhu eest.
- Argooni kasutamisel puuduvad õmbluse pinnal oksiidid ja räbu.
- Kitsas termomõju tsoon, mille tõttu on väiksemad struktuuri muutused.
- Kõrge õmbluse kvaliteet, puudub vajadus õmblusi räbust puhastada.
- Keevitada võib kõigis keevitusasendeis.
- Võimalus visuaalselt jälgida õmbluse formeerumise protsessi ja seda reguleerida.
- Süsihappegaasiga keevitades suhteliselt madal keevituse maksumus.
- Lihtne kasutada, ei nõua keevitaja kõrget kvalifikatsiooni

MAG keevitusmeetodi puudused [2, p. 76]:

- Keevitusprotsessis on vajalik kaitsegaasiballoon, mida peab perioodiliselt täitma
- Keevituse läbiviimine vabas õhus ning tuulega on raskendatud.
- Lühikaarkeevitusel ja keevitusparameetrite vääral valikul võib esineda palju pritsmeid(kuni 7-10% traadi massist)

Antud projekti metallitöodes kasutati kaitsegaasiks segugaasi: argoon + süsihappegaas ning keevitustraadi jämeduseks 0,8mm. Sellise läbimõõduga elektrood traadi puhul on vajalik kaitsegaasi kogus, perfektse keevisõmbluse saavutamiseks, 8l/minutis.

Gaasikulu jälgimiseks keevitusprotsessi ajal on reductoril, mis ühendatakse gaasiballooni külge, kaks mõõdikut. Esimene manomeeter näitab survet balloonis, teine kulumõõtur näitab seadistatud gaasi kulu l/minutis. Lisaks tuleks perioodiliselt(umbes kaks korda päevas) kontrollida gaasi etteandmist keevituspüstolist torurotameetriga, seejuures tuleb välja lülitada traadi etteandmine. [3, p. 26]

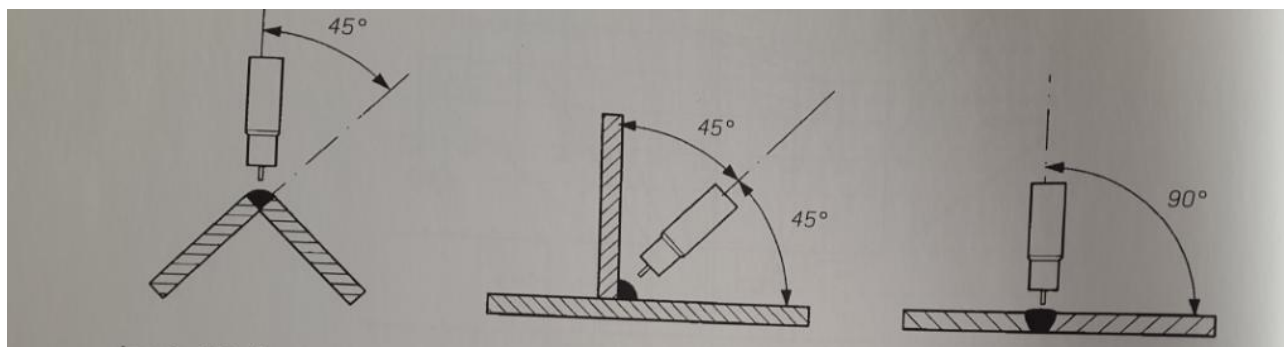
Võib ka kasutada kaitsegaasiks ainult süsihappegaasi kuna see on odavama segugaasist, aga siis tekib palju pritsmeid keevisõmbluse lähipiirkonda ja nende eemaldamine lihvmasinat või piikvasaratega on töömahukas. Segugaasi kasutades tekivad pritsmed läbimõõduga alla 0,3mm ja neid saab hõlpsasti detailide pinnalt eemaldada näiteks traatharjaga. [3, p. 42]

Kasutatava kaitsegaasi tüüp mõjutab oluliselt keevisõmbluse mehaanilisi omadusi, mis on seotud põhiliselt õmblusmetalli legeerelementide väljapõlemisega keevitamise käigus. Kasutades argoonipõhjalisi gaasisegusid, väheneb legeerelementide väljapõlemine ning saavutatakse liite paremad mehaanilised omadused. [3, p. 42]

Enamlevinud gaasisegud on poolautomaatkeevitusel 75...80% Ar+ 20...25% CO<sub>2</sub> . Kuna argoonipõhjalistes segugaasides tekib keevitamisel inimesele tervisele kahjulikku osooni, lisatakse gaasisegudele tihti väikestes kogustes ~0,03% NO. [3, p. 44]

### 3.1.4 Keevituspüstoli asendid ja liikumine antud projekti juures

Keevituspüstolit tuleb hoida põkkõmbluste korral keevitamisel risti detailidega, keevitamise suunas kallutatakse tavaliselt  $15^{\circ}$  nurga all. Nurkõmbluste keevitamisel hoitakse püstolit  $45-50^{\circ}$  all. Erineva paksusega materjalide keevitamisel tuleb püstoli kaldenurka muuta, tavaliselt kallutatakse paksema detaili poole. [3, p. 56]



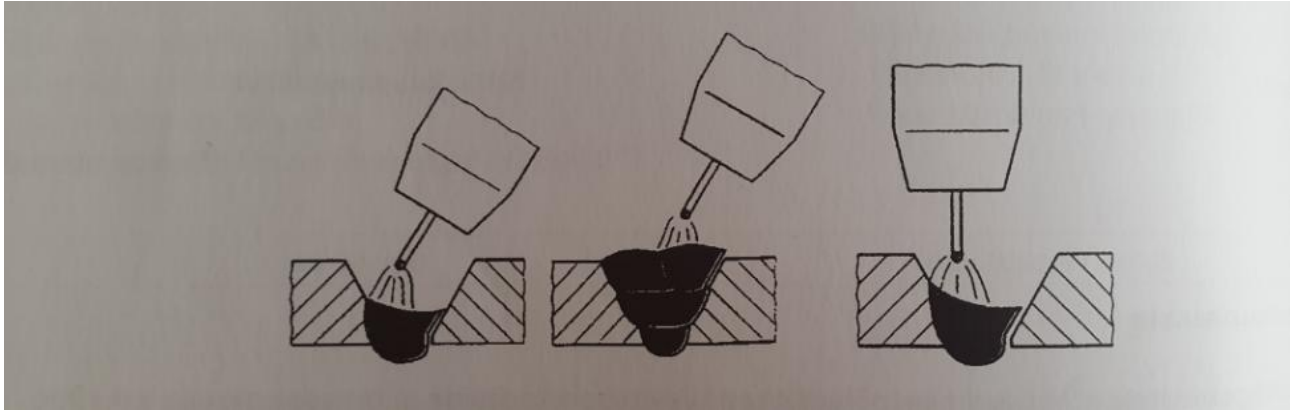
Sele 3. [3, p. 56] Keevituspüstoli asendid

### 3.1.5 Tüüpilised keevitusdefektid ja nende vältimine.

MAG-keevitusel esineb kõige sagedamini paksu materjali servade kokkusulamatust, aga ka poore ja õmbluse kuju vigu. Valede keevitusparameetrite valikul esineb palju pritsmeid, mida ei saa küll defektide hulka lugeda, kuid mille kõrvaldamine nõuab lisakulutusi. Kokkusulamatuse sagedaseks põhjuseks on liiga väike keevituskaare võimsus või soojussisestus. Üritatakse väikese voolu ja madala pingega seadistusel keevitada peenikese traadiga liiga paksu materjali ja kaare energiast ei jätku õmbluse servade sulatamiseks. Sama mõju avaldab voolukontakti liigne kaugus või liiga suur keevituskiirus. Kokkusulamatust on raskesti avastatav defekt. Röntgenuuring ei anna alati adekvaatset tulemust. Paremini sobib kas ultraheliuuring või purustav murdekats. Praktikas tuleks keevitada proovikeha, löigata lintsaega välja õmbluse makrolihv ja valada sinna natukene lämmastikhappe lahust. Kui on nähtav selge eraldusjoon põhimetalli ja õmbluse vahel, siis on tegemist kokkusulamatusega ja tuleks analüüsida selle võimalikke põhjusi. [3, p. 70]

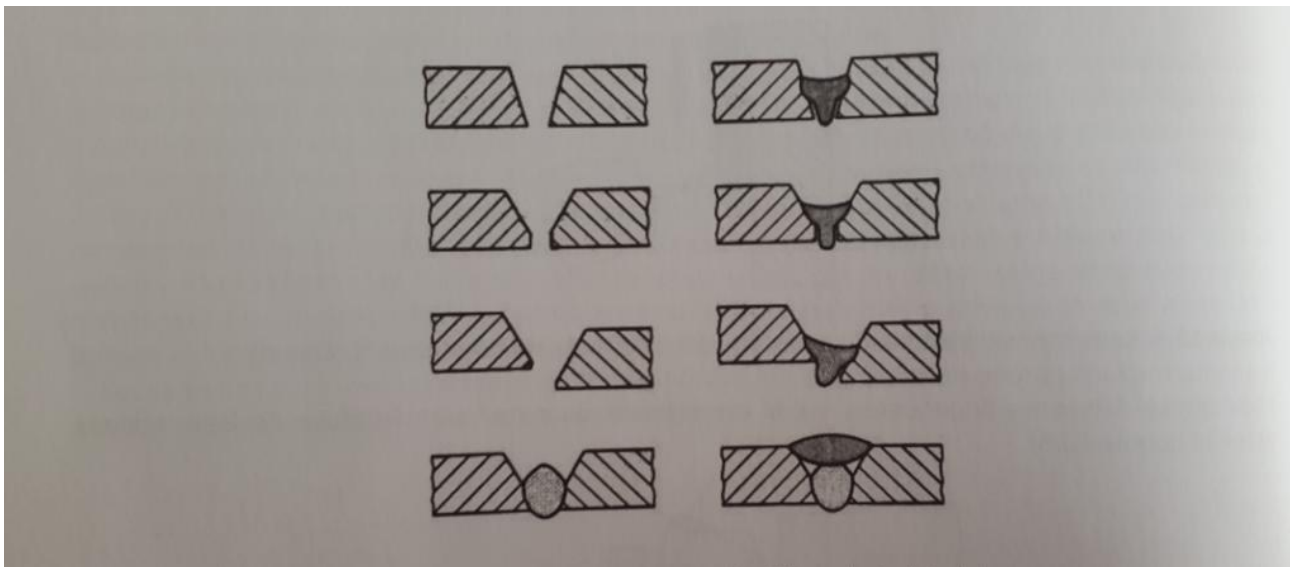
Kui keevituspüstol nihkub õmbluse tsentrist kõrvale või kui kaar on suunatud rohkem õmbluse ühele servale, siis võib tekkida kokkusulamatus [3, p. 70].

Allpool näitab joonis( Sele 4) vigaseid asendeid.



Sele 4. [3, p. 70] Vigased asendid

Detailide servade lohakas faasimine ja koostamine on samuti kokkusulamatus defekti üheks põhjuseks( Sele 5).



Sele 5. [3, p. 72] Kokkusulamatus

## **3.2 Tsinkimine**

Chevrolet Corvette'i raami küljes oli hulgaliselt mutreid, polte ja kronsteine, mis olid tugeva mustuse, pori ning roostekihi all. Kuna tegu oli tollkeermemõõtu kuulutatavate poltide ja mutritega, oli odavam ja vähem aega nõudev need detailid liivapritsi puhastada ning seejärel külmtsinkida. See oli vajalik edasise korrosiooni leviku peatamiseks ning välimuse parandamiseks.

Tsinkimiseks on kaks võimalust: külm- ning kuumtsinkimine. Mootorsõiduki raami kronsteinid ja silladetailid kuumtsingiti AS Galv-EST tehases. Mutrid ja poldid külmtsingiti Volta tehas. Mutreid ja polte ei saa kuumtsinkida, sest siis ei ole neid enam võimalik keermetesse keerata ega kasutada, kuna kuumtsingi kiht on kordades paksem kui külmtsingi kiht.

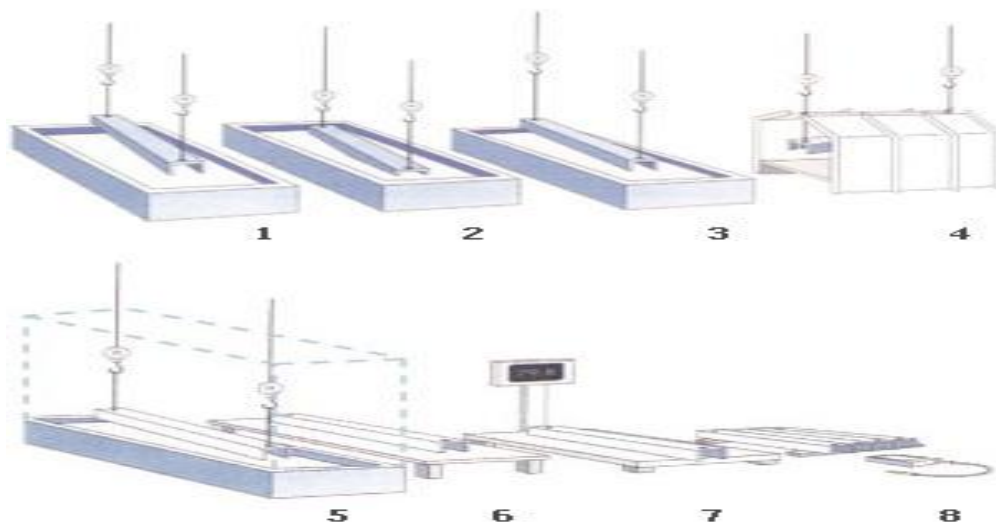
### **3.2.2 Kuumtsinkimine**

Kuumtsinkimise protsess on korrosioonikaitseline töötlus, milles tsingitavad tooted kaetakse õhukese tsingikihiga. See protsess koosneb mitmest etapist ja võib olla erinevatel kuumtsinkimiseetevõtetele enam või vähem täiuslik. AS Galv-EST tehases on lisaks suuregabariidilistele vannidele kasutusel kaasaegne tehnoloogiline tsükkel( Sele 6), millesse on lülitatud kõik vajalikud protsessid ja seadmed, mis võivad positiivselt mõjutada toodangu kvaliteeti, keskkonna seisukorda ja töötajate turvalisust. Kuna sulatsink reageerib ainult keemiliselt puhta terasepinnaga on selle saavutamine eelkäsitsuse põhieesmärk. Mustus, õlid, rasvad ja rooste eemaldatakse tehases kasutatava tehnoloogilise protsessi käigus. Värv, lakk, keevitusjäljed ja muud mahapestamatud ja soolhappes lahustumatud osad tuleb teenuse tellijal eelnevalt mehaaniliselt puhastada. [4]

Värvi, laki, keevitusjälgede ja muu eemaldamiseks tuli kasutada liivapritsi, lihvkettaid ning traatkettaid, enne detailide tsinkimisse viimist.

### 3.2.3 Kuumtsinkimise tehnoloogia järjekord:

1. Rasva ja õli eemaldamine
2. Rooste eemaldamine soolhappes
3. Rübustisse kastmine
4. Eelkuumutus/kuivatamine
5. Kastmine sulatsinki
6. Jahutamine, passiveerimine ja puhastamine
7. Kaalumine
8. Kvaliteedikontroll



Sele 6 [5]. Kuumtsinkimise tehnoloogia järjekord

Terasdetailide keemiline eeltöötlus algab pesemisega erilise pesulahusega täidetud vannis. Edasine söövitamine soolhappevannides tagab rooste eemaldamise terase pinnalt. Veega loputamise järel kastetakse detailid rääbusti lahusesse, takistamaks puhta teraspinna kiiret oksüdeerumist enne tsinkimist. Tähtsaks ettevalmistamise etapiks kvaliteedi ja ohutuse seisukohast on ka järgnev detailide kuivatamine ja nende eelkuumutus vahetult enne tsinkimist selleks ettenähtud kambris. See protsess välistab aurude tekkimise sulatsingivannis. Tsinkimine toimub kuivatatud ja eelkuumutatud terasdetailide kastmisega sulatsingivanni. [4]

AS Galv-EST tehase tsingivann on mõõtmetega 14x3x1,6m, ja tagamaks ohutut töökeskkonda tsingivanni piirkonnas, on see kaetud erikonstruktsioonilise luukidega varustatud tõmbekapiga. 450 °C temperatuuri juures reageerivad tsink ja teras keemiliselt omavahel, moodustades pinnale kindla ja hooldusvaba korrosioonikaitse aastakümneteks. Peale toodete jahtumist on võimalik teostada tsingitud pinna passiveerimine, mille tagajärjel oksüdeerumine peatub säilitades sellega pikemaks ajaks tsinkimisjärgse tulemuse. Lisaks sellele passiveeritud tooted ei vaja värvimiseelset lisatöötlust, mis oluliselt soodustab tsingitud toodete ülevärvimist dekoratiivsetel eesmärkidel. Peale tsinkimist toimub tsingitud detailide visuaalne ülevaatus, järeltöötlus, tsingikihi paksuse mõõtmine ja kaalumine. Tsinkimiseks õige ja ühtlase Si- sisaldusega terase pind on läikiv ja kvaliteetne ning tsingikihi paksus varieerub 60-150 µm. [4]

### **3.2.4 Külmtsinkimine**

Külmtsinkimine ehk elektriline tsinkimine on levinuim terase elektrolüütiline pindamisviis. Töötamise käigus sündiv pindamine tagab mõistliku korrosioonikaitse ja meeldiva välimuse väheste kuludega. Pindamist kasutatakse sageli ka värvi all parandamiseks korrosiooniomadusi ja värvi kinnipüsimist. [5]

Külmtsingikihi paksus on üldjuhul 5-25 µm, mis on kordades väiksem, kui kuumtsingil, seega sobib ideaalselt nutrite ja poltide kaitsmiseks korrosiooni eest.

Tsink kaitseb terast mitteväärismetallina katoodiliselt, mistõttu väikesed narmad pinnakattematerjalil ei põhjusta terase otsesest roostetamist. Korrosioonikaitse mudeldamisel kasutatakse aega, mil pinnakattematerjal peab vastu pidama, enne kui osale hakkab ilmuma punast roostet. Enamasti tähendab mudeldamine neutraalset standardile ISO 9227:2006 vastavat soolprintsit

testi. Enamasti muudetakse elektriliselt sadestatud tsingist pinnakattematerjal passiivseks, et tsingi oksüdeerumine oleks võimalikult aeglane. Seega kaitseb passiveerimine tsinki valge rooste eest ning tsink omakorda kaitseb alusmaterjali punase rooste eest. Tänapäeval peab just uutele RoHS- ja ELV- direktiivile vastavate passiveerimiste kaitseks kasutama nn. järelkastmist, millega saavutatakse korrosiooninäitajate märkimisväärne paranemine. Pinnakattematerjali valge rooste taluvust hinnatakse lõpptestis selle põhjal kui kaua passiveerimine ja järelkastmine peavad soolpitsimisel vastu. [5]

### **3.2.5 Passiveerimine**

Tsingitud toodete passiveerimine täidab kahte eesmärki [6]:

- Tsingitud toote läike säilitamine pikemaks ajaks
- Passiveeritud toote värvimise võimalus ilma kuluka tsingipinna karestamiseta liivapesuga

Läikiva ja heleda tsingitud pinna garanteerib minimaalne Si sisaldus (alla 0,05%). Tsingitud teraspinna kaitseks oksüdeerumise eest rakendatakse tehnoloogilist järeltöötlust- passiveerimist.

Passiveerimise tagajärjel muutub tsingitud pind passiivseks, ehk pinna oksüdeerumine peatub, säilitades sellega tsinkimisjärgse tulemuse. Paksemast materjalist valmistatud tooted reeglina ei läigi, sest nende koostises on tavaliselt Si sisaldus suurem. Kui konstruktsioon on erineva paksusega materjalist, siis terve toode ei pruugi olla ühtlast värvi ja läikida. Passiveeritud tooted ei vaja värvimiselset lisatöötlust. Parimaid tulemusi saab järgnevat värvisüsteemi kasutades: aluskiht 80 µm – epoksüüdvärvi, pealiskiht 40 µm – poliüretaanvärvi. Nimetatud süsteemi nakkuvus tagab vastavalt ISO 12944-6 nõuetele tugeva kliimakoormusklassi C4 tingimusi (tööstuspiirkonnad ja rannikualad, kus soolsuse tase mõõdukas). [6]

### 3.3 Liivapritsimine

Liivapritsimisel on kaks erinevat tehnoloogiat:

- Kuivliivaprits
- Märgliivaprits

Antud projekti juures kasutati kuivliivapritsi nii väikeste detailide (poldid, mutrid) kui ka kogu raami puhastamiseks mustusest, roostest ja õlist. Kuivliivaprits on puhastusviis, mille puhul puhastatakse pind suruõhu ning abrasiivi (kuivliiva) abil. Kuivliivapritsiga eemaldatakse teraselt rooste ja mustus. Liivapritsimise tagajärjel muutub metalli pind karedaks, mis loob paremad tingimused värviga haakumiseks. Liivapritsimine aitab tuvastada korrodeerunud ja läbiroostetanud metalldetailid.

### 3.4 Krunt värvimine

Peale raami liivapritsimist vajab pind traatkettaga karestamist ning seejärel koheselt ka kruntvärvimist, et oksüdeerumine uuesti alata ei saaks.

Kruntvärv peab imenduma hästi aluspinda, ühtlustama erinevate pindade poorsusi ning moodustama ühtlaselt nakkuva aluspinna pinnavärvile. Kruntimine kahandab oluliselt pinnavärvi kulu ja tagab kauakestva tulemuse. [7]

Antud Chevrolet'i raami puhul kasutati sama kruntvärvi, mis on laialdaselt levinud merkonteinerite kruntimisel, omades suurepäraselt vastupanuvõimet niiskusele ja sooladele. Lisaks merkonteineri kruntvärvile kasutati ka happekrunti teatud detailide töötlemiseks.

Kruntimata jäid need kohad, mis vajasid keevitamist. Kui raam oli tugevdatud ja keevitamine tehtud tuli uued kohad traatkettaga üle karestada ning seejärel need kohad roostemuunduriga ära puhastada ja kruntida nagu ülejäänud raam.

### 3.5 Värvimine

Raami liivapritsimisele ja kruntimisele järgnes värvimine. Raami värvkatte põhiliseks ülesandeks on kaitse välismõjude ning mehaaniliste vigastuste eest. Seetõttu valiti värviks veoautoraamide maalritöödel kasutatav värv Standofleet. Nimetatud toode omab suurt kindlust niiskuse ja soolade vastu. Värvile peale kandmiseks kasutatakse üldjuhul kolme erinevat meetodit: pihustamine,

uputusmeetod või elektrostaatiline pihustamine. Chevrolet'i raami värviti külmpihustamise meetodit kasutades, värvipüstoli abil.

Värvipüstol töötab suruõhuga, püstoli tööpõhimõttest lähtuvalt imeb püstoli pihustist möödavoolav õhk värvi endaga kaasa ja toimetab selle pihusti düüsini. Düüsi väljumisel moodustub värviudu, mis kandub värvitavale raamile.

Värv tuli vedeldada lahustiga seni, kuni see on hästi pihustatav. Peale värvikihi peale kandmist raamile, lahusti aurustus. Kui lahusti liiga kiiresti aurustub, võib värvi pealispind kokku tõmbuda.

Kruntvärvi kulus raamile kaks kihti ning raami värvi samuti kaks kihti. Peale värvimist tuli lisaks krundile ja värvile kanda ka raamile paks kummjas kiht kivikaitset, et vältida löökvigastuste tekkimist värvkattele ning suurendada vastupidavust abrasiivsele kulumisele. Sama katte said ka kõik silladetailid ning uus kütusepaak.

### **3.6 Raami korrosiooni kaitse tehnoloogia**

Peale keevitamist tuli raam võimalikult korrosiooni kindlaks muuta, et lähiaastatel uuesti sama suuremahulist tööd ette ei peaks võtma. Raami seespidiseks korrosiooni tõrjeks kasutasin toodet Dinitrol ML. Dinitrol on hea voolavusega korrosioonitõrje vedelik, mis tekitab töödeldavale pinnale rasvase vett tõkestava kihi ning suruõhu abil tekib raami sisse rasvane gaasiline pilv, mis töötleb ka raami kõige ligipääsmatumad kohad vastava ainega ära. Raami välispidiseks korrosiooni tõrjeks kasutasin Dinitrol 4941 kaitsemastiks, mis annab pikaajalise kaitse rooste eest ning kaitseb pinda kivilöökidest. Antud toode jättis raamile tugeva, elastse ja vahalise kihi, mis kaitseb niiskuse ning abrasiivse kulumise eest.

## 4. PAKKUMISE VORMISTAMINE KLIENDILE

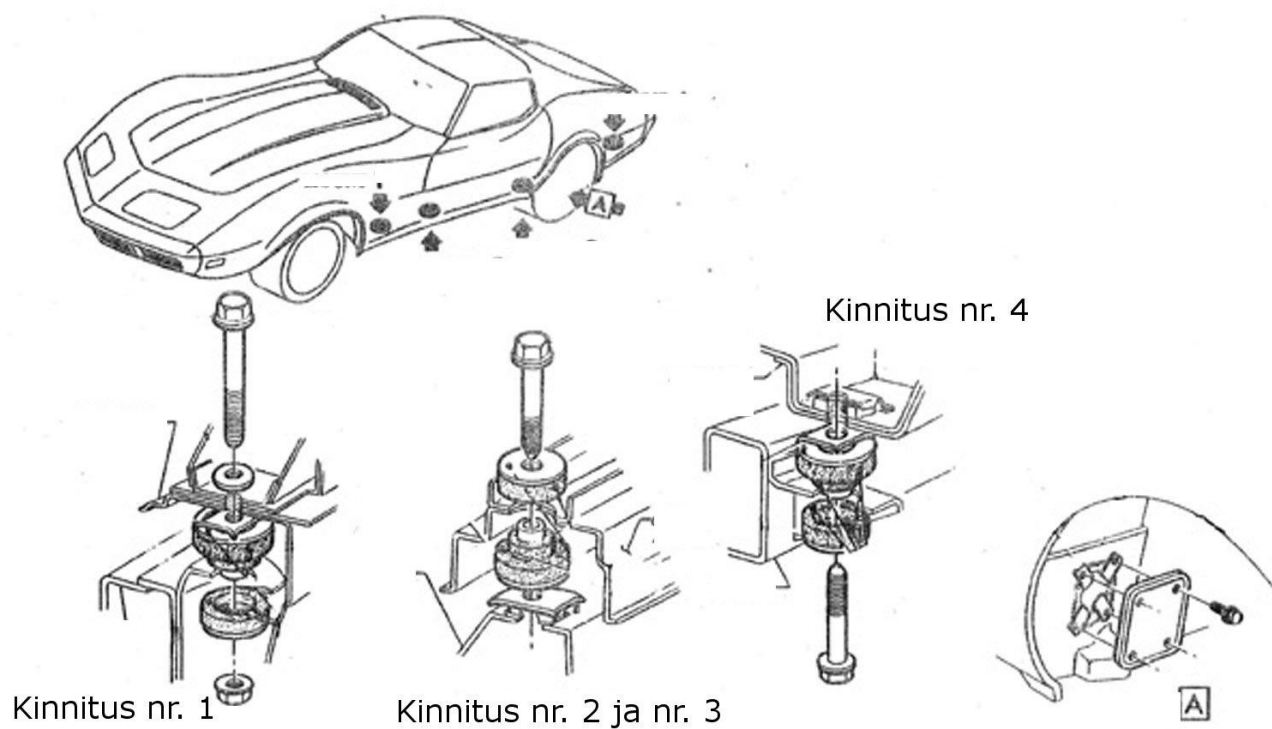
Klient soovis pakkumist kogu raami taastamisele ning kere demonteerimisele ning pärast tagasi monteerimisele raami külge. Pakkumine vormistati koos Autoklassik OÜ direktori Allan Maripuu-ga.

- Kere demonteerimine raami küljest 5 tundi.
- Raami demonteerimine taastamise jaoks 15 tundi.
- Silladetailid liivapritsimiseks ettevalmistamine 4 tundi.
- Vajalik keevitamine raamile 24 tundi.
- Ettenägematud lisakohad keevitamiseks 4 tundi.
- Kõik raami küljest eemaldatavate tükide liivapritsimine, paikamine, kruntimine, värvimine 10 tundi.
- Poltide tsinkimine 60 eurot.
- Liivapritsimine 10 tundi.
- Värvimine 10 tundi.
- Kere küljes olevate uute plekist küljekarpide tegemine, kruntimine, värvimine 12 tundi.
- Raami seespidine roostetõrje 0,5 tundi.
- Esi- ja tagasilda uute pukside ja liigendite paigaldus 5 tundi.
- Kogu auto kokkumonteerimine peale raami remontimist 15 tundi.
- Sillastend 1 tund.
- Materjalide kulu: plekk kaheksakümmend eurot, kruntvärv nelikümmend eurot, värv sada eurot, lõikekettad nelikümmend eurot, keevitusegaas ning -traat seitsekümmend eurot, poldid ja mutrid kolmkümmend eurot.

Kogu projekti algseks hinnakalkulatsiooniks tuli 2310 eurot tööraha, kuna tunni hind on 20 eurot ning materjalide peale arvestuslikult 420 eurot. Kõik kokku 2730 eurot. Uued kere kinnituse poldid, mutrid, seibid ja puksid olid Chevrolet Corvette'i raami omanikul endal juba olemas. Silladetailid tellis ka omanik ise ning puuduolevad käsipiduri trossid, klotsid ja rakendamise mehhanismi. Samuti tõi omanik ka uue kütusepaagi.

## 5. RAAMI LAHTI MONTEERIMINE

Raami keevitustööde alustamiseks, tuleb plastikust kere eemaldada raami küljest. Kere kinnitub kaheksast erinevast punktist raami külge. Kinnitamiseks kasutatakse polte mõõduga 7/16- 14 tolli ehk 1,11 cm jämedad ning 3,5 tolli ehk 8,9 cm pikad.



Sele 7 [8]. Kerekinnituse punktid

Kere ja raami vahele jääb kaks kahe sentimeetri paksust ning umbes nelja sentimeetrise läbimõõduga kummipuksi. Esimesed kaks punkti on ligipääsetavad eest auto alt. Tuleb eemaldada esiratta koopa tulemüüri seinast kaks plaati, mis kaitsevad polte mustuse ja korrosiooni eest, seejärel pääseb nendele ligi. Järgmised kaks kinnitust asuvad auto salongis. Tuleb eemaldada nii juhi- kui ka kõrvalistuja jalgade juurest kaks plaati, mille taga asuvad järgnevad kinnitused. Viies ja kuues kerekinnitus asuvad tagaratta koopas, ligipääsemiseks tuleb eemaldada mõlemad tagumised rattad ning luugid, mis kinnituvad nelja poldiga kere külge ja kaitsevad polte rooste ja mustuse eest (Sele 7). Viimased kaks kerekinnitust on kõige lihtsamini ligipääsetavad, asuvad tagaratta koopa ülemises servas. Nendel kinnitustel ühtegi kaitsekattet peal ei ole ja nemad on kõige vastuvõtlikumad rooste ja mustusele.

Antud projekti puhul ei tulnud ükski kere kinnitus lahti tavapärasel moel nutrivõtmetega keerates. Kõik poldid oli niivõrd suure korrosiooni kahjustusega, et isegi ööpäev, roostet lahustuvate ainetega leotades, ei näidanud üksi polt märki lahti tulemisest. Kuna poldid ja puksid tulevad uued, sai vanad läbi lõigatud. Lihtsamalt ligipääsetavad poldid lõikati läbi ketaslõikuriga, salongis ning tagarattakoopas olevad, kuhu ketaslõikur ei mahtunud, tuli kasutada suruõhul töötavad lõikurit. Kokku kulus kõigi kaheksa kerekinnituse poldi eemaldamiseks neli tundi. Samal ajal, kui antud kerekinnituse poldid leos olid, ehitati puidust käru, kere toestamiseks raami paikamise ajaks. Vajalikud mõõdud mõõdeti kere pealt ning valmistati karkassi täpselt nii, et kere toetuks puidule kogu mõlema küljekarbi ulatuses. Lisaks kere hoiustamiseraamile tuli ka töökoja lae taladesse puurida augud ning sinna panna algselt mootorite tõstmiseks mõeldud talid, kere lahti tõstmiseks raami küljest, kuna Autoklassiku töökojas puudub tõstuk.

## **5.1 Kere raamist eemaldamise etappide järjekord:**

1. Aku eemaldamine
2. Stangede eemaldamine
3. Kapoti eemaldamine
4. Roolisamba eemaldamine
5. Spidomeetri trossi eemaldamine
6. Mootori juhtmestiku lahti ühendamine
7. Küljekarpide iluliistude eemaldamine
8. Piduritorude eemaldamine piduripeasilindri küljest
9. Kõikide vedelike väljalaskmine õigetesse kogumistünnidesse
10. Vaakumvoolikute lahti ühendamine kere ja raami vahelt
11. Gaasitrossi eemaldamine karburaatori küljest
12. Raami küljest juhtmestiku lahti ühendamine
13. Kütusetaseme anduri ja voolikute lahti ühendamine
14. Kütusepaagi eemaldamine
15. Antenni maanduse lahti ühendamine
16. Käsipiduri trossi lahti ühendamine
17. Kere ja raami vaheliste massikaablite lahti ühendamine
18. Kõigi kaheksa kere ja raami ühendavate poltide lahti löikamine ning puurimine
19. Kere raami küljest lahti tõstmine
20. Mootori eemaldamine raami küljest
21. Sildade eemaldamine raami küljest



Sele 8. Raam peale kere eemaldamist

Kere demonteerimisel raamist ning raami küljest veermiku, rooli ning silladetailide eemaldamisel nummerdati ja koguti kõik poldid, mutrid, seibid, splindid jms eraldi läbipaistvatesse kilekottidesse, et hiljem kokku monteerimisel protsess sujuvamalt kulgeks ning ei kuluks palju aega vajalikke juppide otsimisele. Lisaks asjade nummerdamisele ning kogumisele tehti hulgaliselt pilte igast detailist ja sõlmest mida lahti ühendati, lihtsustamaks kokku monteerimise protsessi.

Järgnevatel piltidel( Sele 9 ja Sele 10) on välja toodud raami kriitilisemad kohad enne taastamist:



Sele 9. Juhipoole tagumine nurk.



Sele 10. Kõrvalistuja poolne tagumine nurk.

## 5.2 Raami mõõtmine enne keevitamist

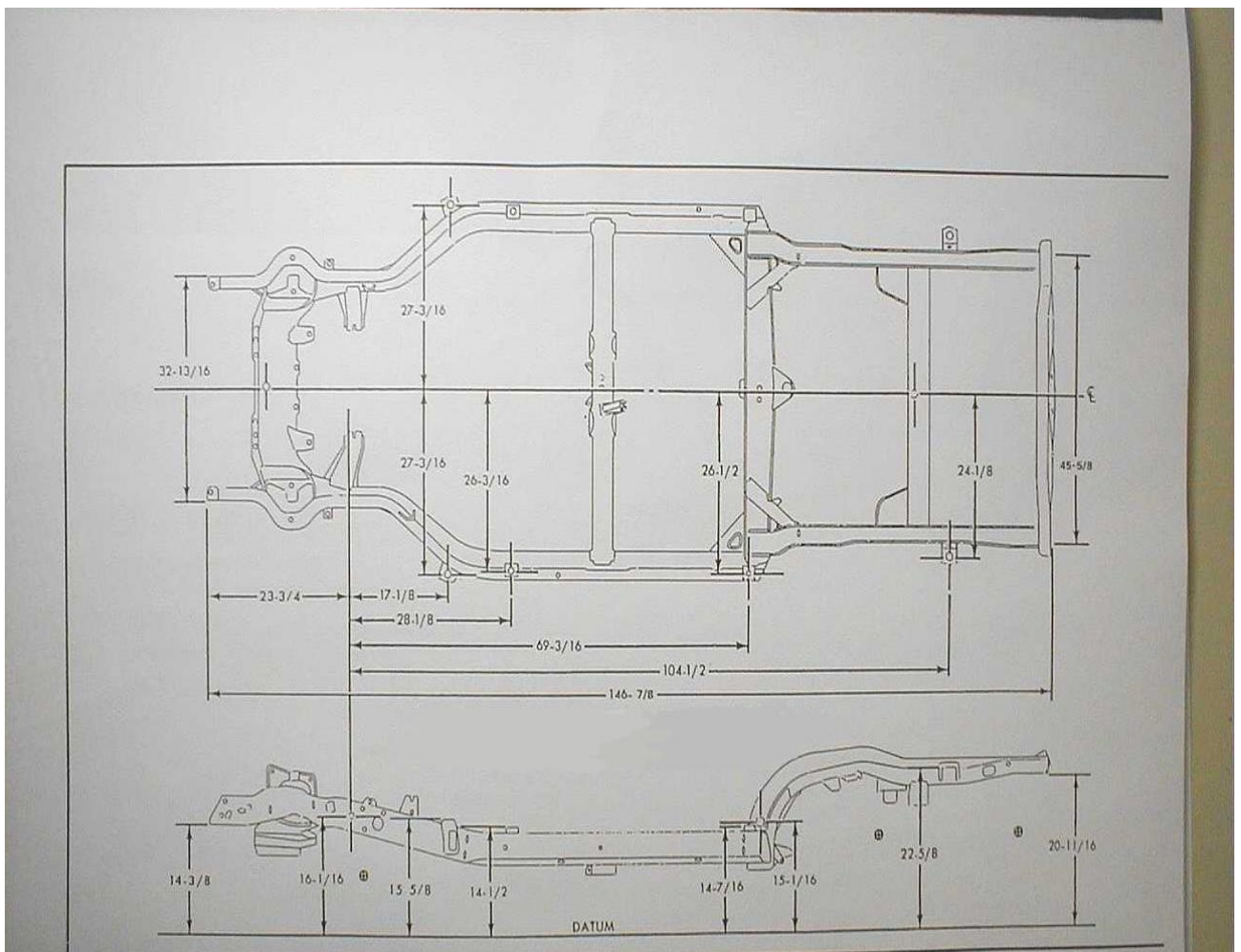
Peale kere, silladetailide ning mootori eemaldamist raami küljest asetati mootorsõiduki raam pukkidele ( Sele 11) ja kontrolliti loodiga raami tasapinnalisust, et teostada vajalikud mõõtmised enne keevitama asumist. Mootorsõiduki raami toestamiseks kasutati kaheksat pukki. Pukkide asetamisel raami alla jälgiti, et raam oleks loodis ning veenduti, et raam oleks piisavalt toetatud vältimaks raami läbi vajumist. Raami mõõtmise abivahenditena kasutati mõõtesirklit, mõõdulinti ning teipi.



Sele 11 [9]. Raami toestamise pukid

Mõõtmine tuleb teostada selleks, et arusaada, kas raam on deformeerunud ning kas raam vastab tehase mõõtudele. Ettenähtud mõõdud võeti tehase mõõdulehel. Võrdlevate mõõtmiste puhul võrreldakse sümmeetrilisi mõõtmeid vasakul ja paremal poolel ja raami diagonaalmõõtmeid. Nende mõõtude abil saab hõlpsasti kindlaks teha raami kahjustused.

Kui mõõtmisel tuleb välja erinevus vahemaal paremast esimesest kerekinnituse punktist parema tagumise kerekinnituse punkti ja vasaku esimese kerekinnituse punkti ning vasaku tagumise kerekinnituse punkti vahel võib see viidata raami väändumisele. Lõputöös taastatava mootorsõiduki raamil mõõdeti ära kõik etteantud vahemaad järgnevalt skeemilt (Sele 12).



Sele 12 [11]. Tehase mõõduleht

Raami mõõtmisel ja võrdlemisel tehase mõõtudega tuleb arvestada ka mõõteeksimusega. Antud raami puhul vastasid kõik mõõtmed lubatu piirides, võrreldes tehase mõõtetabeliga, seega võib järeldada, et mootorsõiduk pole osalenud tugevas avariis ning korrosioon pole nii põhjalikult veel raami jõudnud kahjustada. Kuna mõõdud vastasid nõuetele alustati raami keevitamisega ilma raami paikavenitamise protsessi sooritamata.

## 6. RAAMI KEEVITAMINE ILMA RAKISETA

Raami keevitamiseks kasutatakse üldjuhul rakist. Korralik rakis on oluline, sest keevitamise käigus võib konstruktsioon deformeeruda ning sümmeetria saavutamine muutub keeruliseks. Deformatsioon tekib siis, kui keevisliidet moodustatakse järjepidevalt ning ei lasta metallil vahepeal jahtuda. Selle tulemusel tekivad keevisliite termomõju piirkonnas pinged ning raami sümmeetria võib muutuda. Rakises keevitatakse raam ainult osaliselt, kuna ligipääsetavus on piiratud.

Antud projekti puhul ei olnud töökojas ega omanikul sellise raami keevitamiseks mõeldud rakist. Pakuti raami omanikule välja variant koostada antud rakis kõigepealt CAD keskkonnas ning seejärel valmis keevitada või osta internetist juba valmis konstrueeritud rakis. Rakise loomine või selle soetamine osutus Corvette'i raami omaniku jaoks liialt kulukaks ja sellega ta ei nõustunud, seega keevitati raam ilma rakiseta.

Ilma rakiseta raami keevitamisel tuleb järjepidevalt lasta keevisliidritel jahtuda ning keevitamist sooritada raami erinevates piirkondades, vältimaks keevisõmbluse piirkonnas oleva metalli ülemäärast kuumenemist. Lisaks eelpool nimetatule tuli raami ka pidevalt võrrelda tehase mõõdutabeliga ning sooritada vajalikud ülemõõtmised. Raami kriitilisemad kohad tuli keevitada alguses punktkeevitusega ning hiljem, kui kogu raam oli saavutanud oma jäikuse, viimistleda joonkeevitusega. Tehase punktkeevituse kogu raamil asendati tugevama joonkeevitusega väändejäikuse suurendamiseks. Pildil (Sele 13 ja Sele14) on raam keevitatud ning veermikudetailid vahetatud. Kinni keevitati ka raami mõlemas tagumises nurgas olevad augud, mis olid tehase poolt mõeldud leegitorude väljatoomiseks mootorsõiduki külgedelt. Antud aukudest koguneb mustus, niiskus ja soolad raami tagumistesse nurkadesse ja seetõttu hakkab raam seestpoolt väljapoole korrodeeruma.



Sele 13. Raam eestvaates



Sele 14. Raam tagantvaates

## 7. KERE KÜLJEKARPIDE VALMISTAMINE NING PAIGALDAMINE

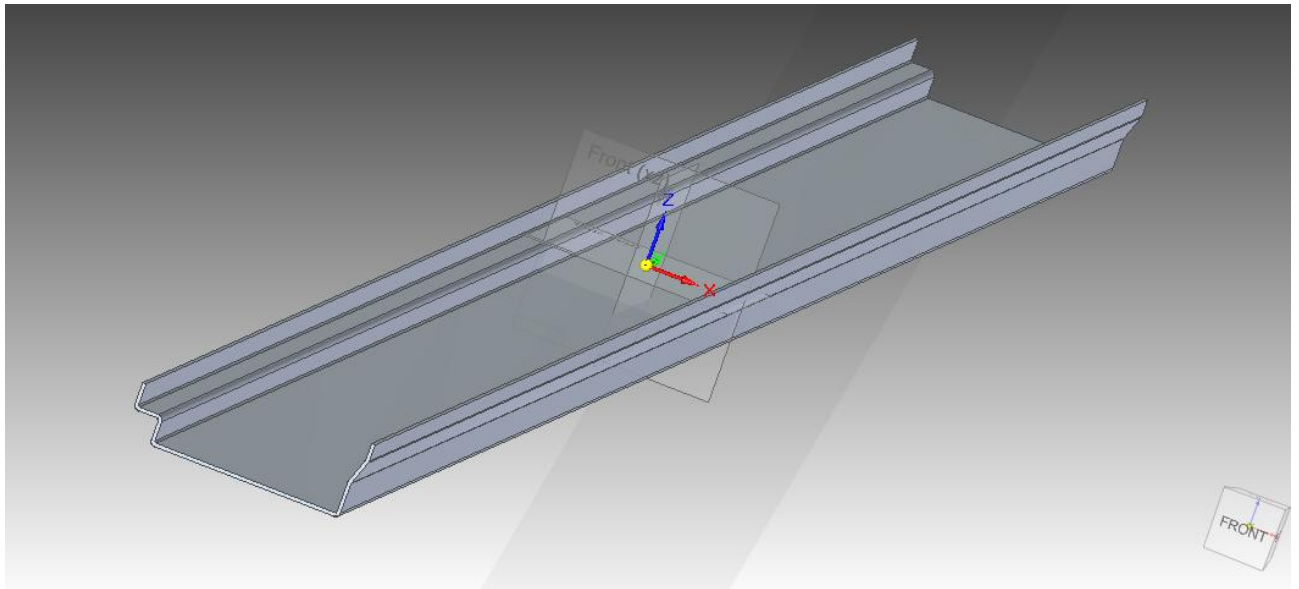
Peale raami keevitamist ja kokku komplekteerimist on järgmiseks tööks kere küljest vanade küljekarpide lahti punktimine ning seejärel uute mõõtmine, projekteerimine, valmistamine ning paigaldamine. Vanad küljekarbid olid niiskuse ja abrasiivi tõttu väga roostes ning tugevalt deformeerunud. Kere küljest karpide eemaldamiseks tuli tehase needid läbipuurida ning väljalüüa. Kui vanad karbid eemaldatud tuli võtta kere küljest vajalikud mõõdud, teha Solid Edge ST6 keskkonnas joonis ning seejärel valtsida joonise alusel 2 mm paksusest plekist uued karbid. Uute karpide painutamiseks kasutati valtspink pildil (Sele 15).



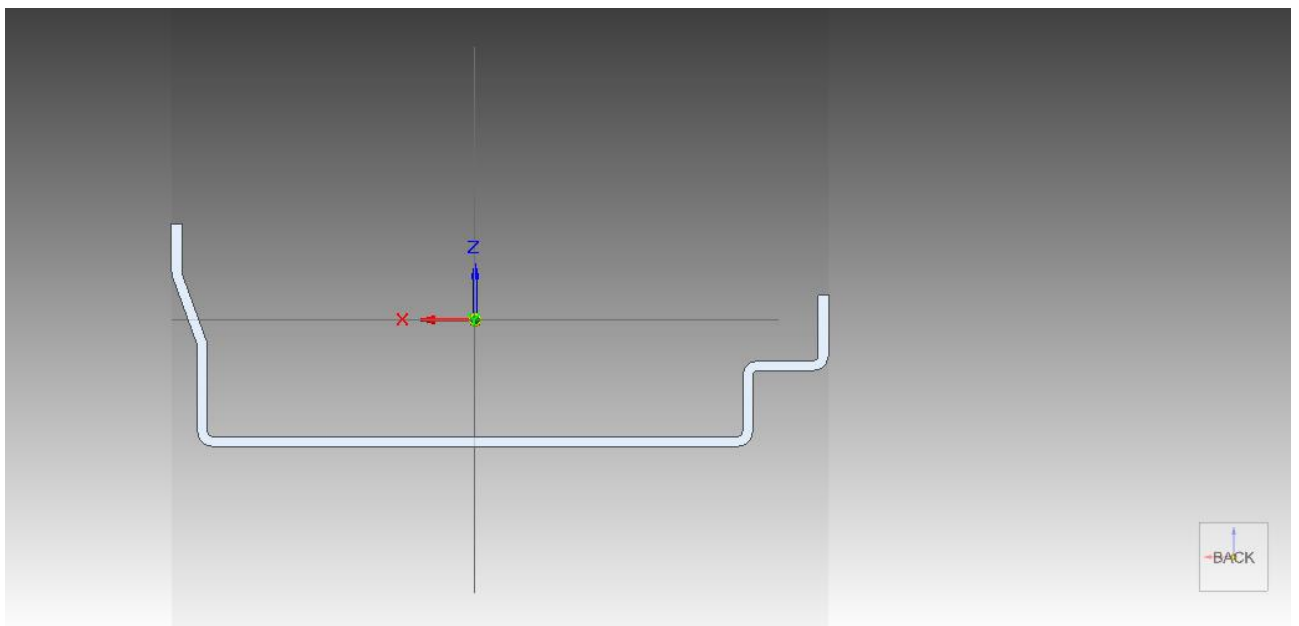
Sele 15 [12]. Valtspink

Antud pink võimaldab töödelda metall-lehte maksimaalse pikkusega kuni kolm meetrit ning maksimaalne paksus 4 mm.

Järgnevatel piltidel ( Sele 16 ja Sele 17) on kujutatud Solid edge ST7 keskkonnas projekteeritud uus küljekarp



Sele 16. Küljekarp



Sele 17. Küljekarp tagantvaates

Peale valtsimist tuli proovida, kas karbid sobivad plastikkere sisse ning seejärel puurida õigetes kohtadesse augud karpide kinnitamiseks plastikkere külge ning kerekinnitus poltide läbiviikude jaoks. Seejärel kruntida ning värvida karbid mõlemalt poolt sama tehnoloogiaga mida kasutati raami töötlemisel ning kaitsmisel korrosiooni eest. Peale värvi kuivamist neediti uued karbid kerekülge ( Sele 18).



Sele 18. Paigaldatud uus küljekarp

## 8. RAAMI JA KERE KOKKU MONTEERIMINE

Peale küljekarpide paigaldamist kere külge tuli valmistada raamile ka uued vasest piduri- ja kütusetorud, kuna vanad olid tugeva korrosiooni kahjustusega ning murdusid mitmeks jupiks, kui raami lahti monteerimisel need eemaldati. Raami ja kere vahele paigaldati uued kummipuksid, metallpuksid ning seibid ( Sele 19).



Sele 19. Uued kerekinnituse puksid

Kokku komplekteerimine toimub vastupidisele järjekorrale eeltoodud lahtimonteerimise etappidele. Peale kere langetamist raamile, tuli kontrollida, et kõik kaheksa kerekinnitus punkti klapiks raami ja kere vahel, alles seejärel tohib kere poltidega raami külge kinni keerata. Peale kere ja raami komplekteerimist olid keredetailide vahed võrdsed ja peale ukse sulgurite reguleerimist avanesid ja sulgusid nad ilma takistusteta.

## 9. SILLASTEND

Veermiku mõõtmisel tuvastatakse auto rattasuunangu andmed elektrooniliselt kahetasandilise või ruumilise seadmega. Mõõtetarkvaraga arvuti teeb kindlaks tegelikud väärtused ja võrdleb neid valmistaja antud sätteväärtustega. [1, p. 460]

Sillastendi ehitus [1, p. 460]:

- Kantav kuvariga sillamõõtearvuti koos mõõtetarkvaraga, hiir ja sõrmistik
- Neli rattaklambrit mõõtepeade kinnitamiseks või neli skaalatahvlit ratastel
- Neli mõõtepead andmete tuvastamiseks
- Kaks pöördplaati esirataste alla nende kergeks pööramiseks
- Kaks nihkplaati tagarataste alla nende kergeks nihutamiseks

Mõõtesuurused, mida saab määrata sillastendil [1, p. 460]:

- Esiteljel: kummagi ratta jooksunurk ja kokkujooks, rattakalle, rattanihe, järeljooks, pöördtelje külgakalle, rataste pöördnurkade vahe, suurim pöördnurk
- Tagateljel: kummagi ratta jooksunurk ja kokkujooks, kulgejoon, rattakalle
- Veermikul: rattanihe taga, teljevahe, küljenihe paremal ja vasakul, rööpme erinevus ees ja taga, teljenihe

Kõik mõõteväärtused tehakse kindlaks piirnelinurga nurkade mõõtmisega. Kui vigu pole, on see nelinurk riskülik ja kõik nurga  $90^0$ . Rööbe tehakse kindlaks nurgahälbe mõõtmisel mõõtepeaga. Rattakalde väärtus leitakse mõõtepea nurgahälbest püstsihi suhtes, mis kantakse digitaalselt üle arvutisse. [1, p. 460]

Sildu saab mõõta üksnes tasasel pinnal, veel parem tõstukil või remondikanalil. Sillastendil saab veermikku väga täpselt kontrollida ja reguleerida. Üksikuid mõõtmeid on võimalik kindlaks teha täpsusega  $\pm 5'$  -  $\pm 10'$ . Selleks peavad pöörd- ja nihkplaadid asetsema rõhtsal pinnal. Ka peavad ratta puutelaigud mõõtealal olema rõhtsad. Diagonaalis on lubatud kõrguse erinevus enamalt 1mm ... 2mm. [1, p. 460]

Lõputöö projekti veermiku mõõtmiseks ja reguleerimiseks kasutati kahetasandilist sillastendi.

## 9.1 Kahetasandiline sillastend

Kahetasandilise sillastendi arvuti võtab geomeetrilise kulgejoone automaatselt nullteljeks. [1, p. 461]

Sillastendi etapid [1, p. 461]:

1. Mõõtmiseks ettevalmistamine
2. Mõõtmine
3. Dokumenteerimine ja reguleerimine

Mõõtmiseks ettevalmistamine [1, p. 461]:

- Auto paigutatakse rõhttasandile või tõstukile
- Kontrollitakse rehvide kulumust, rehvide ja velgede mõõtmeid, rehvirõhku, rattalaagrite, roolivardaotsakute ja vedrustuse seisukorda
- Auto koormatakse valmistaja ettekirjutuste kohaselt
- Auto tõstetakse üles ja esirataste alla pannakse pöördplaadid, tagarataste alla nihkplaadid. Seejärel lastakse auto alla ja avatakse plaatide lukustus
- Auto vedrustus raputatakse korduvalt läbi
- Paigaldatakse mõõtepea
- Käivitatakse arvuti ja luuakse ühendus mõõtepeadega
- Sisestatakse arvutisse auto andmed
- Kompenseeritakse ratta viskumine, pöörates teda nii, et mõõtepea püsib rõhtasendis
- Pööratakse ratas aeglaselt ühe pöörde võrra, kuni selle tähis kuvaril muutub roheliseks
- Fikseeritakse piduripedaal

Mõõtmine [1, p. 461]:

- Auto mõõteväärtuste määramine programmimenüüde abil
- Jooksunurkade mõõtmine. Seejuures peab rool olema keeratud otse ning reguleerimisväärtuste kindlakstegemiseks tuleb rattaid keerata vastavalt programmi käskudele

Dokumenteerimine ja reguleerimine [1, p. 461]:

- Mõõteprotokolli väljatrükkimine. Väärtused, mis ületavad tolerantse, on punased
- Tegelike ja sätteväärtuste võrdlemine ning vajalik reguleerimine
- Kontrollmõõtmine pärast reguleerimist
- Tulemuste väljatrükkimine

## KOKKUVÕTE

Lõputöö peamine eesmärk oli taastada Chevrolet Corvette'i raam ning parandada väändejäikust, teelpüsimist ja töökindlust. Väändejäikust parandati lisades raamile tugevamaid keevisliiteid, kui oli seda teinud General Motors'i tehas. Nimetatud tehase poolt on raam keevitatud 2...3 cm pikkuse joonkeevituseliitega ja seda varieeruvalt 7...10 cm vahedega üksteisest.

Peale keevitamist vastas mootorsõiduki raam tehase ette antud mõõdutabelile ning peale plastikkere langetamist mootorsõiduki raamile, olid keredetailide vahed võrdsed ning ukсед avanesid ja sulgusid korrektselt. Chevrolet'i omaniku soov paigata raam ilma vastava rakiseta, suurendas algset hinnakalkulatsiooni, kuna lisandus keevitustunde. Ilma rakiseta keevisõmblusi teostades arvestati sellega, et metall võib liigsel kuumutamisel oma struktuuri muuta ja seetõttu raami sümmeetria ei pruugi vastata enam tehase mõõdutabelile. Raami keevitamiseks kulus algselt arvatud 28 tunni asemel seetõttu 52 tundi. See suurendas kogu raami taastamise hinda 480 euro võrra. Poltide ja kronsteinide tsinkimise maksumuseks kujunes algselt arvatud 60 euro asemel 30 eurot. Seega kogu raami taastamise kuluks oli 3180 eurot, ilma veermiku liigendite, kerepukside ning kütusepaagi hinnata. See on umbkaudu 1500 eurot vähem, kui tellida Ameerika Ühendriikidest taastatud raam, mis on korrosioonikaitse vahenditega töötlemata.

Peale veermiku stendis sildade mõõtmist ja reguleerimist sooritati proovisõidud veendumaks, et töö on sooritatud korrektselt. Lisaks proovisõitmisele külastati ka riiklikku tehnöülevaatuse punkti sõltumatu ekspert hinnangu saamiseks, kus kontrolliti pidurite korrektset toimimist ning raputati kogu veermik läbi veendumaks, et kõik vahetatud sõlmed on korralikud kinni keeratud ning, et puuduks ebavajalikud lõtkud.

Taastamise lõpptulemus vastas nõuetele ning Chevrolet'i omanik oli tehtud tööga äärmiselt rahul. Kogu projekti maksumus oli lõppkokkuvõttes tunduvalt odavam, kui tellida Ameerika Ühendriikidest taastatud raam. Seega võib projekti lugeda edukalt sooritatuks ning antud lõputöö eesmärgid said täidetud.

## **SUMMARY**

The main objective of the thesis was to restore the frame of a Chevrolet Corvette and to weld it to be stronger than the original. The weldings are paced with distance that varies from 2 to 3 cm and from 7 to 10cm.

After welding the car was up to factory standards. All the doors were opening and closing as they should. Also the panel gaps were equal.

The owner of the car agreed for higher price since there were more welding hours than expected. It was do to owner's wish to repair the frame without a thallus. Welding without a thallus makes it harder because the structure of steel which might not be the same after excessive heating.

The welding job was done with 52 hours although only 28 were expected previously. Because of that the cost for the owner increased by 480 euros so that in the final calculation the restoring of the frame cost 3180 euros. If the owner had to order new frame from the United States of America the cost would have been 1500€ higher. So the owner won financially even with the added welding costs. Also the frame from the states would have not been processed to be as rust proof as the one described in this thesis.

The undercarriage was regulated and test drives made so that it could be assured that every thing worked correctly. Technical inspection (TÜV) was conducted by skilled specialist to validate that the car was safe to drive.

## VIIDATUD ALLIKAD

- [1] „GM media,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://media.gm.com/media>. [Kasutatud 01 Aprill 2015].
- [2] E. H. J. L. K. M. H. O. Lembit Abo, Toim., Autonduse Käsiraamat, Tallinn: Autoerialade Kirjandus OÜ, 2014, p. 731.
- [3] T. Karaganova, Keevitus- sütitav idee, Tallinn: TEA Kirjastus, 2010.
- [4] A. Laansoo, Keevitamine, Tallinn: Kirjastus Argo, 2010, p. 87.
- [5] G.-E. AS, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.galv-est.ee/index.php?p=3&l=1>.
- [6] Vasar, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: [http://www.vasar.ee/el\\_tsinkimine.htm](http://www.vasar.ee/el_tsinkimine.htm).
- [7] G.-E. AS, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.galv-est.ee/index.php?p=8&l=1>.
- [8] Vivacolor, 2013. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.vivacolor.ee/juhendid/varvimise-abc/varvi-ostmine>.
- [9] Ecler, „Ecklerscorvette,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.ecklerscorvette.com/corvette-body-mounts-polyurethane-1973-1982.html>. [Kasutatud 10 Aprill 2015].
- [10] A. tooted, „AJ tooted,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.ajtooted.ee/ee/tostevahendid/tungrauad/autopukk/4037726-65278.wf>. [Kasutatud 13 Aprill 2015].
- [11] „Digital Corvettes,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.digitalcorvettes.com/forums/showthread.php?t=87024>. [Kasutatud 01 Aprill 2015].
- [12] „Meistrimees,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.meistrimees.com>. [Kasutatud 10 Jaanuar 2015].

## **Lisa 1. Küljekarbi joonis**