



Patria AMV 8X8 vetopyörästön nostintyökalu

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Konetekniikka, insinööri (AMK)

Kevät 2025

Lauri Kulmala

Konetekniikka

Tekijä Lauri Kulmala

Vuosi 2025

Työn nimi Patria AMV 8X8 vetopyörästön nostintyökalu

Ohjaaja Antti Hänninen

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Patrian AMV 8x8 -ajoneuvon vetopyörästöille nostintyökalu. Nostintyökalun avulla ajoneuvon ensimmäinen, kolmas sekä neljäs vetopyörästö saadaan vaihdettua halli- ja korjaamo-olosuhteissa niiden rikkoonnuttua, jottei ajoneuvolla voi ajaa tai hinata sitä. Opinnäytetyön tilaaja oli Patria Land Oy, joka muun muassa suunnittelee ja valmistaa 6x6 sekä 8x8 maastoajoneuvoja. Työ tehtiin työskennellessäni Patrian toimipisteellä Hämeenlinnassa, mikä auttoi taustatietojen keräämisessä sekä vetopyörästöjen tutkimisessa ja mittailemisessä. Työ toteutettiin toiminnallisena.

Ajoneuvojen vetopyörästöt painavat noin 190 kg, jonka takia oli tärkeä huomioida turvallisuus suunnitellessa vetopyörästön nostintyökalua, jotta sillä nostaminen ja laskeminen myös haastavissa kenttäolosuhteissa voidaan toteuttaa mahdollisimman turvallisesti. Turvallisuus on todettu laskemalla tarvittavat lujuuslaskelmat riittävällä varmuuskertoimilla, sekä suunnittelemalla nostintyökalu yleisten konedirektiivien mukaan.

Aiemmin vetopyörästöjen vaihdossa on käytetty eriäviä menetelmiä, joista yksi on esimerkiksi eräänlainen nostopöytä, jota on jouduttu muokkaamaan alkuperäisestä sopivammaksi kyseiseen työhön. Nostinpöydällä nostamiseen liittyi kuitenkin paljon riskejä ja ongelmia, sekä sen saatavuudesta ei enää ole varmuutta. Kenttäolosuhteissa nostaminen olisi ollut myös todella haastavaa, ja näistä syistä Patrialla on tarve uudelleen suunnitellulle nostintyökalulle, jota on myös tarkoitus tarjota Patrian asiakkaille heidän sitä tarvittaessa.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi asetettujen standardien ja vaatimusten mukainen vetopyörästöjen nostintyökalu, jonka suunnittelussa on huomioitu ekologisuus, kestävyys, turvallisuus sekä kustannustehokkuus. Nostintyökalu on tarkoitettu Patrian omaan sisäiseen käyttöön sekä asiakkaille tarjottavaksi erikoistyökaluna.

Avainsanat Vetopyörästö, nostinadapteri, turvallisuus, direktiivit

Sivut 33 sivua

Mechanical Engineering

Author Lauri Kulmala

Year 2025

Subject Patria's AMV 8X8 Vehicles Lifting Adapter for Drive Gears

Supervisor Antti Hänninen

The aim of this thesis was to design a lifting tool for changing Patria's AMV 8x8 -offroad vehicle's drive gears. With the lifting tool first, second and fourth drive gears can be changed in workshop and field conditions if the drive gears brakes and you can't drive or tow them. The thesis was commissioned by Patria Land Oy, which among other things, designs and manufactures 6x6 and 8x8 off-road vehicles. The work was done while I was working at Patria's office in Hämeenlinna, which helped in collecting background information and in researching and measuring drive gears. The project was carried out as a practice-based thesis.

The drive gears of the vehicles weigh around 190 kg, which is why it was important to consider safety when designing the drive gear lifting tool, so that lifting and lowering can be carried out as safely as possible, even in challenging field conditions. Safety has been established by calculating the necessary strength calculations with sufficient safety factors, and by designing the lifting tool according to general machine directives.

In the past, different methods have been used for changing the drive gears, for example a type of lifting table that had to be modified from the original to be more suitable for the job. However, there were many risks and problems with lifting on the lifting table, and there is no longer any certainty about its availability. Lifting in field conditions would also have been really challenging, and for these reasons Patria needs a redesigned lifting tool, which will also be offered to Patria's customers if they need it.

As a result of the thesis, a drive gear lifting tool was created that complies with the set standards and requirements. Ecology, durability, safety and cost-effectiveness have been considered in the design. The lifting tool is intended for Patria's own internal use and to be offered to customers as a special tool.

Keywords Drive gear, lifting adapter, safety, directives

Pages 33 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Patrian historia	2
2.1	Patria Oyj	3
2.2	Patrian valmistamia tuotteita	3
3	Suunnittelua ja valmistamista koskevia standardeja	8
4	Vetopyörästäön nostintyökalun suunnittelu	10
4.1	Lähtökohdat	10
4.2	Vaatimusten määrittely	11
4.3	Vetopyörästäöt	14
4.4	3D-mallinnus	15
4.5	Vaihtoehtoisia valmistusmateriaaleja	21
4.6	Lujuuslaskennat	23
4.7	Lopullinen tuote	27
5	Lopputulos	29
5.1	Käyttö	29
5.2	Riski-arvio	29
5.3	Kehitysehdotukset	30
5.4	Tuotanto	30
6	Pohdinta	31
	Lähteet	32

Kuvat

Kuva 1.	XA-180 Rauhanturvatehtävissä Libanonissa 1998 (wikimedia Panssari-Sisu, n.d.)	4
Kuva 2.	Patria-AMV NEMO-kranaatinheitin järjestelmällä. (CZ DEFENCE, 2024)	5
Kuva 3.	Patria 6x6 (Army recognition, 6.8.2024)	6
Kuva 4.	Patria AMV 8X8 AMOS kranaatinheitinjärjestelmällä (defense-aerospace.com, 15.12.2010)	7
Kuva 5.	Patria, muokattu nostopöytä (7.5.2018)	11

Kuva 6. Patria, hallinostin (5.12.2024).....	13
Kuva 7. Vetopyörästön ääriivakuva	15
Kuva 8. Vetopyörästönostimen mallin yleiskuva.....	16
Kuva 9. Nostin ylhäältäpäin.....	17
Kuva 10. Nostin sivulta.....	17
Kuva 11. Nostimen tasot kauimmassa asennossa	18
Kuva 12. Nostimessa tasot lähemmäs.....	19
Kuva 13. Nostin edestä	20
Kuva 14. Transfer gearbox -teksti päätylevyssä.....	21
Kuva 15. Vetopyörästönostimeen kohdistuvat voimat	24
Kuva 16. Vetopyörästönostimeen kohdistuvat voimat alhaaltaapäin	25
Kuva 17. Vetopyörästönostimeen kohdistuva siirtymä	26
Kuva 18. Vetopyörästönostimeen kohdistuva siirtymä	26
Kuva 19. Vetopyörästönostimeen kohdistuva voima toispuoleisella painon jakautumisella.	27
Kuva 20. Valmis vetopyörästönostin ylhäältäpäin.....	28
Kuva 21. Valmis vetopyörästönostin alhaaltaapäin	28

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Patrialle ja sen asiakkaille AMV 8x8 maastoajoneuvon vetopyörästöjen vaihtoon korjaamoille sekä kentälle soveltuva nostintyökalu, jonka avulla voidaan vaihtaa vioittuneet vetopyörästöt uusiin. Aiempi nostimena käytetty nostinpöytä oli epäsoveltuva ja kallis kyseiseen työhön, ja sen soveltaminen käytettäväksi kentällä on haastavaa. Tämän vuoksi tilalle haluttiin työhön paremmin soveltuva ja turvallinen nostintyökalu, jota voidaan toimittaa myös asiakkaille. Työ suoritettiin Patria Land Oy:lle Hämeenlinnan tehtaalla.

Vaativuutena nostimelle oli sen sopivuus ajoneuvon alle sen ollessa nostettuna ajoneuvopukkien päälle, sekä nostokorkeuden riittävyys, jotta vetopyörästöt saadaan tarpeeksi ylös kiinnikkeilleen asti. Nostintyökalun tuli myös sopia tietynlaisen tunkin päälle, johon on aiemmin suunniteltu nostintyökalu Patrian 6x6 maastoajoneuvon vetopyörästöjen vaihtoon. Nostintyökalun täytyi myös olla kykenevä kestämään vetopyörästöjen noin 190 kg:n suuruinen paino vakaasti ja turvallisesti. Vetopyörästönostin ei myöskään saanut olla liian monimutkainen, jottei sen valmistamisesta tulisi liian kallista, sekä sen käyttö mahdollisesti vaikeissa kenttäolosuhteissa olisi liian haastavaa ja aikaa vievää.

Työssä keskityttiin vain vetopyörästöjen vaihtoon kentällä ja korjaamoilla eikä esimerkiksi syihin, miksi vetopyörästöt hajoavat kentällä tai kuinka usein tällaista tapahtuu. Vetopyörästöjen rikkoontumisia saattaisi aiheuttaa esimerkiksi öljyn vähyys, sen huono laatu, osumat maastossa tai taistelutilanteissa. Nämä jätettiin kuitenkin huomioimatta opinnäytetyössä sen laajuuden kasvaessa liian suureksi.

Tämä opinnäytetyö suoritettiin toiminnallisena työnä, joka alkoi johdannolla, jossa käytiin läpi suunniteltava työkalu, sen rajaukset sekä tavoitteet. Seuraavaksi työssä käytiin läpi Patrian syntyä ja isoimpia käännekohtia historiassa. Tämän jälkeen kerrottiin Patrian yleisimmin valmistamista ajoneuvoista sekä laitteistoista. Kun tämä oli käsitelty, siirryttiin itse aiheeseen käymällä ensin läpi tekniikan standardeja ja esittelemällä vetopyörästöt tarkemmin. Seuraavaksi perehdyttiin itse nostintyökalun suunnitteluun ja mallinnukseen. Lähestyttäessä valmista mallinnettua nostintyökalua pohdittiin sille vaihtoehtoisia valmistusmateriaaleja sekä laskettiin tarvittavia lujuuslaskelmia. Nostintyökalun suunnittelun valmistuttua lopulliseksi tuotteeksi tarkasteltiin, täyttikö se tarvittavat vaatimukset ja määräykset. Lopuksi pohdittiin työkalun tuotantoa, riskiarviota sekä mahdollisia jatkokehitysideoita tulevaisuutta ajatellen.

2 Patrian historia

Patrialla on monimuotoinen historia, joka alkoi vuonna 1921, kun Majuri Arne Somersalo perusti Ilmailuvoimien Lentokonetehtaan Suomenlinnaan. 20-luvulla ensimmäiset suomalaisten suunnittelemat koehävittäjät Haukka ja Kurki valmistuivat ja näiden tuotanto alkoi. 30-luvulla Tampella aloitti kranaatinheittimien valmistuksen. Toisen maailmansodan loppupuoliskolla 1943 nykyiseen Hämeenlinnaan perustettiin Yhteissisu Oy, joka valmisti Sisu S-21 kuorma-autoja kenttäarmeijan suureen ajoneuvopulaan. Yhteissisu Oy:n oikeus käyttää Sisu-nimeä tuotemerkkinä päättyy vuonna 1948 ja lopulliseksi valmistuneeksi ajoneuvomääräksi saatiin 294 ajoneuvoa. Tämän jälkeen tehdas muutti nimensä Vanajan Autotehdas Oy:ksi ja aloitti muun muassa linja-autojen, kuorma-autojen sekä Bentley- ja Rover-merkkisten henkilöautojen valmistuksen. 1968 Vanajan Autotehdas Oy fuusioidaan Oy Suomen Autoteollisuus Ab:hen ja valtio tulee Sisun osakkeenomistajaksi 17,2 % osuudella. 70-luvulla Valtio lunasti eri tahoilta osakkeita, jolloin valtion omistukseksi tuli 50 prosenttia Oy Suomen Autoteollisuus Ab:stä tytäryhtiöineen. 1980-luvun alkupuolella markkinoille tuli S-sarja. Ensimmäisenä mallina SK 150 sekä myös Panssari-sisun prototyyppi XA 180 valmistui. 1981-vuonna Oy Suomen Autoteollisuus Ab täytti 50 vuotta ja uudeksi nimeksi valittiin Oy Sisu-auto Ab. Vuonna 1985 NA-sarjan Nasu-telakuorma-autojen valmistus Hämeenlinnassa alkoi. 1990-luvun puolivälissä Sisu konsernin sotilasajoneuvotuotannosta vastannut Sisu Defence -yksikkö yhtiöitettiin ja se sai nimekseen Sisu Defence Oy. Vuosi yhtiöittämisen jälkeen se myytiin valtion omistamalle Suomen Puolustusväline Oy:lle nimellä Patria Vehicles Oy. Sisu jatkoi tuotantoaan haarautuen moneen suuntaan esimerkiksi Valtra Oy:ksi. (Veteraanikuorma-autoseura Ry 2003)

Nykymuotoinen Patria perustettiin lopulta vuonna 1997, kun yhdistettiin Sisu Defence Oy, Patruunatehdas Lapua Oy, Vammas Oy, Vihtavuori Oy sekä Finavitec Oy. Pasien XA-180 sekä Nasujen NA-140 sarjavalmistus nykyisellä Patrialla alkoi 80-luvulla. 2000-luvun alussa kehitettiin uusi AMV 8x8 -malli ja sen sarjatuotanto alkoi 2004. 2016-vuonna Suomen valtio myi 49,9 prosenttia Patriasta Norjalaiselle Kongsberg Defence & Aerospace:lle. (Patria 2020a, 3–5)

Suomen puolustusvoimat kokivat kovaa tarvetta miehistönkuljetusajoneuvoille 70-luvulla rauhanturvatehtävissä, kun käytössä oli värikäs kirjo eri maastoajoneuvoja. Tällöin todettiin, että oma miehistönkuljetusajoneuvo olisi suunniteltava. Ensimmäisen prototyyppi miehistönkuljetusvaunun nimi oli VK Juko, jota valmisti Vammaskosken tehdas. Juko oli huono tehtävissään eikä pärjännyt maastossa. Tämän seurauksena kehitettiin Patrian yksi

merkittävimmistä ajoneuvoista XA-180, lempinimeltään Pasi. Pasiin etuja olivat huollettavuus, kantavuus, maasto-ominaisuudet sekä panssarointi. Pasit todettiin toimivan omassa kategoriassaan hyvin ja niitä päiviteltiin useita kertoja vuosien saatossa esimerkiksi XA-185, XA-200, XA-203-malleiksi. Variantteja sai muun muassa miehistönkuljetusajoneuvoja, johtovaunuja, ambulansseja sekä korjaamoajoneuvoja. Paseja myytiin useisiin maihin 1988-vuodesta lähtien esimerkiksi Ruotsiin, Norjaan, Viroon, Hollantiin, Itävaltaan, Tanskaan, Ghanaan, Irlantiin sekä YK-joukoille. (Koeajolle.com n.d.)

2.1 Patria Oyj

Patria-konserni koostuu Patria Oyj:stä ja sen tytäryhtiöistä, joita ovat muun muassa Aviation, International Support Partnerships, Systems, Land, Aerostructures, Portfolio, Operations sekä Finland- ja Global-divisioona. Patria omistaa myös 61,8 % Millog:sta sekä 50 % Norjalaisesta Nammo AS:sta.

Patrian toimitusjohtajan virkaa on toimittanut vuodesta 2019 Esa Rautalinko. Vuoden 2023 liikevaihto 733,8 miljoonaa euroa, liikevoitto 68,9 miljoonaa euroa, uusia tilauksia tuli 948,4 miljoonan euron edestä ja henkilöstöä oli vuoden lopussa 3385. Tällä hetkellä sopimuksia on käynnissä muun muassa CAVS-yhteishanke Suomen, Ruotsin, Latvian ja Saksan sekä Japanin AMV XP 8x8 lisenssisopimus ja F-35-hävittäjähanke. Monien muiden maiden kanssa on käynnissä neuvotteluja tulevista ajoneuvo sekä asejärjestelmä hankkeista. (Patria 2023 Vuosikertomus, ss. 2, 4–5, 13)

Patrialla on Suomessa useita liiketiloja muun muassa Hämeenlinnassa, Jämsän Hallissa, Tampereella ja Nokian Linnavuorella. Muualla Euroopassa toimipisteitä on esimerkiksi Alankomaissa, Ruotsissa, Norjassa, Belgiassa, Virossa, Latviassa ja Espanjassa. Työntekijöitä on yli 3000 henkilöä koko Euroopassa. (Patria in brief 2023)

2.2 Patrian valmistamia tuotteita

Nykyisen patrian merkittävimpiä tuotteita ovat olleet muun muassa XA-180 (Pasi), Patria 6x6, Patria AMV 8x8, Sisu NA-110 (Nasu), NEMO- sekä AMOS-kranaatinheitinjärjestelmät sekä muita palveluita ja tuotteita Suomen ja muiden maiden maa-, meri- ja ilmapuolustukseen. Ajoneuvojen käyttöä on arvioitu vähintään 30 vuotta, mutta monia on käytetty pidempään. (Puolustusvoimat n.d.)

Lempinimeltään ”Pasi” eli XA-180 valmistus alkoi kunnolla vuonna 1983 ja se saatiin käyttöön jo heti vuotta myöhemmin Libanonissa. Ensimmäisessä version taistelupaino oli 20 000 kilogrammaa ja se pystyi uimaan ja liikkumaan maalla yli 100 kilometriä tunnissa. Tehoa siinä oli 176 kilowattia ja toimintasäde 900 kilometriä. (Puolustusvoimat 5.12.2011) Kuvassa 1 Patrian yksi merkittävimmistä miehistönkuljetusajoneuvoista XA-180.

Kuva 1. XA-180 Rauhanturvatehtävissä Libanonissa 1998 (wikimedia Panssari-sisu, n.d.)



Pasin seuraajaksi tuli vuonna 2004 Patria-AMV miehistönkuljetusajoneuvo. Se oli melkein täysin uudistettu, varustettu neljällä akselilla sekä päivitetyllä tekniikalla. Sen taistelupaino oli noussut Pasi:sta, jopa enimmillään yli 30 000 kilon painoon. Tehot olivat nousseet parhaimmillaan 450 kilowattiin ja maksiminopeus tiellä on yli 100 kilometriä tunnissa. Kuvassa 2 Patria-AMV 8x8 NEMO-kranaatinheitin järjestelmällä varustettuna harjoitusalueella. (Army Technology n.d.)

Kuva 2. Patria-AMV NEMO-kranaatinheitin järjestelmällä. (CZ DEFENCE, 2024)



Myöhemmin Patrian mallistoon palasi kolmeakselinen 6x6, joka on lähempänä alkuperäistä Pasia kuin AMV oli. 6x6 on edullisempi, yksinkertaisempi ja helppohoitoisempi, kuin 8x8 on ja tämän takia hyvin suosittu malli. Taistelupainoa sillä on jopa 24 000 kilogrammaa ja tehoa 294 kilowattia. Huippunopeutta maantiellä 100 kilometriä tunnissa ja toimintasäde 700 kilometriä. Kuvassa 3 Latvian tilaamia 6x6 miehistönkuljetus ajoneuvoja.

(Reserviläinen 17.9.2018)

Kuva 3. Patria 6x6 (Army recognition, 6.8.2024)



AMOS-kranaatinheitinjärjestelmä on AMV alustalle suunniteltu asejärjestelmä, joka koostuu kahdesta automatisoidusta 120 millimetrin kranaatinheitinaseesta. Järjestelmä kykenee suora-ammuntaan tai ryöppyammuntaan, jossa jopa 12 kranaattia voidaan ampua heittimen ollessa eri kulmissa, jolloin kranaatit osuvat kohteeseen yhtäaikaaisesti. Tulinopeus on 16 laukausta minuutissa ja kantama enimmillään 10 kilometriä. NEMO-asejärjestelmä on AMOS-järjestelmästä muunneltu yksiputkinen versio. Sen etuina on keveys, jonka takia se voidaan asentaa pienemmille ajoneuvoille ja aluksille. Sen tulinopeus on 10 laukausta minuutissa kantaman ollessa sama kuin AMOS-järjestelmällä. Molempia järjestelmiä voi asentaa sekä ajoneuvoihin että taistelualuksiin. Kuvassa 4 Patria AMV 8x8, johon on asennettu AMOS-kranaatinheitinjärjestelmä kahdella 120 millimetrin putkella. (Patria magazine 2.5.2016)

Kuva 4. Patria AMV 8X8 AMOS kranaatinheitinjärjestelmällä (defense-aerospace.com, 15.12.2010)



Patria-konserniin kuuluva Patria Aviation suunnittelee ja valmistaa niin sotilas- kuin siviilipuolellekin ilmailualan kalustoa ja huoltoja. Aviation valmistaa esimerkiksi Airbus-lentokonemalleihin spoilereita ja siipien muotolevyjä. Patria Aviation kouluttaa myös laajalti lentäjille peruskoulutuksia. (Patriagroup n.d.)

Patrialla on myös muita huolto sekä ylläpito palveluita niin sotilas- kuin siviilikäyttöönkin. Voimalaitosten kaasuturbiinien ja ydinvoimaloiden dieselgeneraattorien huollot ovat yksi esimerkki siviilipuolen työnkuvista. Sotilaspuolelle Patria tarjoaa esimerkiksi ajoneuvojensa päivittämistä, yleisiä huoltoja, elinkaaren suunnittelua ja toteuttamista sekä uusien projektien suunnittelua ja jatkuvaa kehittämistä. (Patria magazine, Moottorien erikoisyksikkö turvaa Suomen huoltovarmuutta 3.7.2020)

3 Suunnittelua ja valmistamista koskevia standardeja

Koneturvallisuuteen ja standardointiin liittyviä asetuksia on olemassa useita ja ne asettavat rajapintoja ja määräyksiä suunniteltaville koneille ja laitteille tukemalla samalla niiden turvallista käyttöä. Määräykset ovat kuitenkin joskus tulkinnanvaraisia ja tämän takia on tärkeä huomioida käyttökohde ja sovellettava standardeja mahdollisimman hyvin suunniteltavaan kohteeseen. Nykyaikana suunnittelussa tulee huomioida myös kestävän kehityksen periaatteet, joihin katsotaan kuuluvan esimerkiksi materiaalin mahdollisimman hyödyllinen käyttö, sekä elinkaaren eri vaiheet. Ennen työkalun suunnittelua oli tärkeä ottaa selvää aiheeseen liittyvistä laeista, jotka ohjaavat suunnittelua turvallisempaan ja standartoidumpaan suuntaan.

Koneiden pitää olla EU:n konedirektiivin 2006/42/EY vaatimusten mukaisia. Vaatimukset ovat samat koko Euroopan unionin alueella. Vaatimusten yhdenmukaistamisella pyritään turvaamaan tuotteiden vapaa liikkuvuus sekä turvallisuuden hyvä taso. Direktiivi on pantu Suomessa kansallisesti toimeen valtioneuvoston asetuksella koneiden turvallisuudesta 400/2008, ns. koneasetus. Asetuksessa määritellään koneen valmistajan velvollisuudet, koneiden suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvät olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset sekä menettelyt koneen vaatimustenmukaisuuden osoittamiselle ja markkinoille saattamiselle. (Tukes n.d.)

Euroopassa jokaista konetta koskevat tietyt vähimmäisvaatimukset, joita ovat muun muassa seuraavat: koneen on oltava suunniteltu ja rakennettu koneasetuksessa määriteltujen olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti, koneessa pitää olla CE-merkintä ja tietyt koneasetuksessa määritellyt muut merkinnät, kuten koneen nimi, valmistajan nimi, osoite ja koneen yksilöintimerkinnät sekä koneen mukana pitää toimittaa asianmukaiset käyttö- ja huolto-ohjeet sekä EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus, Suomessa suomen- ja ruotsinkielisinä. (Tukes n.d.)

Koneella tarkoitetaan tiiviisti ilmaistuna toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmää, jossa on tai joka on tarkoitettu varustettavaksi muulla kuin välittömällä ihmis- tai eläinvoimalla toimivalla voimansiirtojärjestelmällä. Koneessa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva. Kone on kokoonpantu erityistä toimintoa varten. Poikkeuksena yllä mainittuun koneiksi luetaan myös käsikäyttöiset nostamiseen tarkoitetut laitteet, kuten tunkit ja käsivinsit. Lainsäädännössä koneiksi luetaan lisäksi tietyt tuoteryhmät, kuten turvakomponentit, nostoapuvälineet, nostoketjut, -köydet ja -vyöt sekä nivelakselit. Koneen tarkka määritelmä löytyy koneasetuksesta. Niin sanotulla osittain

valmiilla koneella tarkoitetaan yhdistelmää, joka on melkein kuin kone, mutta joka ei sellaisenaan pysty suorittamaan erityistä toimintoa. Erimerkiksi voimansiirtojärjestelmä on osittain valmis kone. Myös osittain valmista konetta koskevat tietyt vaatimukset. Koneita eivät lainsäädännön mukaan ole tietyt tuoteryhmät, esimerkiksi: aseet, tieliikenteeseen tarkoitettut ajoneuvot sekä tietyt sähkö- ja elektroniikkatuotteet. Tarkemmat määritelmät sekä soveltamisala löytyvät koneasetuksesta: valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008.)

Koneasetuksen 4 § määrittelee nostoapulaitteen nostolaitteesta irtonaiseksi komponentiksi tai laitteeksi. Nostoapuväline on sijoitettu koneen ja kuorman väliin ja sen avulla kuormaan pystytään tarttumaan. Se voi olla kiinnitettynä kuormaan tai olla kiinteä osa sitä. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008.)

Edellämainitut vaatimukset koskevat koneen valmistajaa, maahantuoja ja jakelijoita. Niiden asetuksia valvotaan viranomaisten toimesta. Ammattikäyttöön tarkoitettuja koneita valvotaan työsuojeluviranomaisten toimesta ja yksityiseen käyttöön tarkoitettuja Tukesin toimesta. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008.)

Koneen suunnittelun on oltava toteutettu käyttötarkoitukseen sopivaksi. Sen asianmukaisesta käytöstä tai huoltamisesta ei saa koitua vaaraa henkilölle. Koneen käyttäjälle on myös tiedotettava koneen käyttöön liittyvistä jäännösriskeistä sekä erikoiskoulutuksen tarpeesta. Lisäksi koneen mukana on toimitettava kaikki erikoisvarusteet ja -laitteet joita koneen turvallinen käyttäminen ja huoltaminen vaatii. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008.)

Koneiden ja nostolaitteiden on kestettävä niihin käytössä sekä säilytyksessä kohdistuvat kuormitukset. Suunnittelussa ja materiaalin valinnassa on otettava huomioon mahdolliset olosuhteiden aiheuttamat vauriot. Mahdollisia rakennetta vaurioittavia tekijöitä ovat muun muassa korrosio, värinä, iskut, kuluminen, väsymisen, hauraus sekä vanheneminen. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008.)

Nostolaitteisiin on merkittävä selkeästi ja yksiselitteisesti niiden suurin sallittu nostokapasiteetti. Lujuuslaskelmissa on käytettävä riittävän suurta varmuuskerrointa koneen kestävyys turvaamiseksi. Koneen lujuus on mitoitettava niin, että se kestää staattisten kokeiden ylikuorman ilman näkyviä muodonmuutoksia. Sen tulee myös kestää dynaaminen koe maksimi käyttökuormalla kuormitettuna. Yleisesti koneille käytettävä

varmuuskerroin on 1,5 ja nostoapulaiteille 4–5. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008.)

Valmistajalla tulee olla tarvittavat terveyst- ja turvallisuusvaatimukset riskien arvioinnin osalta. Riskienarvioinnissa tulee huomioida käytön oikeellisuuden rajaus sekä mahdollinen ennakoitavissa oleva väärinkäyttö. Myös koneen käyttöön liittyvät vaara- ja riskitekijät on huomioitava ja arvioitava, jotta ne pystytään minimoimaan mahdollisimman tehokkaasti. (Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 400/2008.)

4 Vetopyörästäön nostintyökalun suunnittelu

4.1 Lähtökohdat

Vetopyörästäöjen asennus ajoneuvon valmistusvaiheessa tapahtuu yläkautta, kun korja ei vielä ole asennettu paikoilleen ja tällöin asennus tehdään laskemalla vetopyörästäöt ylhäältäpäin erillisellä nostolaitteistolla. Vetopyörästäötä vaihtaessa ajoneuvon korin ollessa siinä jo kiinni täytyy se tehdä alakautta, jolloin siihen tarvitaan jonkunlainen nostin, jotta vetopyörästäön saa nostettua apurungon sisään. Tämä johtuu siitä, että vetopyörästäö painaa noin 190 kilogrammaa eikä sitä saa henkilövoimin nostettua turvallisesti ylös.

Patrialta löytyy nostinpöytä vetopyörästäöjen vaihtotehtävään, mutta sitä on jouduttu muokkaamaan useista eri kohdista, jotta se on saatu sopimaan jotenkuten kyseiseen tehtävään. Vetopyörästäöjen vaihtoon oli etsitty jo pitkään sopivaa nostintyökalua tai nostinpöytää, mutta sopivaa kohdetta ei ole löytynyt, jonka takia oli päädytty kyseisen nostinpöydän reiluun muokkaamiseen. Nostinpöytään liittyy useita ongelmia, joita ovat muun muassa riittämätön nostokorkeus, sillä nostopöydän on oltava täysin yläasennossa, jotta vetopyörästäön pultit saa juuri ja juuri kiinni, kallis hankinta- ja muokkaamishinta, sekä nostinpöydän huono saatavuus nykypäivinä, sillä sen valmistaminen on todennäköisesti lopetettu. Nostinpöytä on myös todella kiikkerä ja epäturvallinen, sillä vetopyörästäö ei ole nostimessa millään lailla kiinni vaan lepää vain sen päällä, jolloin esimerkiksi kentällä vaihdettaessa maaston ollessa epätasainen on vetopyörästäöllä mahdollisuus tippua vaihdon yhteydessä. Vetopyörästäön kiinnityspultit on myös haastava kiinnittää ajoneuvon apurunkoon nostinpöydällä asennettaessa sillä nostimen taso hankaloittaa kiinnittämistä. Nostopöytää on myös haastava liikutella maastossa sen kohtalaisen suuren painon vuoksi. Nostopöydän muita muokattuja kohteita ovat muun muassa pienemmät pyörät, lyhyempi

työntökahva, lyhyempi vaijeri laskumekanismissa ja kavennettu nostinpinnan leveys. Kuvassa 5 Patrian aiempi muokattu nostopöytä.

Kuva 5. Patria, muokattu nostopöytä (7.5.2018)



Tarkoituksena on suunnitella Patrialle ja sen asiakkaille valmis nostintyökalu, joka on tarkoitus liittää tunkin päälle pulttiliitoksella. Nostintyökalu kiinnitetään vetopyörästöön neljällä pultilla, jolloin vaihdosta tulee turvallista ja helppoa niin kentällä kuin korjaamoissakin. Nostintyökalu suunnitellaan tietyille tunkille asennettavaksi, jota tullaan käyttämään myös 6X6-maastoajoneuvojen vetopyörästöjen vaihdossa, johon siihenkin on suunniteltu omanlainen nostintyökalu vaihtoa varten. Tätä kyseistä nostintyökalua ei kuitenkaan voi käyttää 8x8 vetopyörästöjen vaihdossa niiden ollessa liian eroavat toisistaan.

4.2 Vaatimusten määrittely

Vetopyörästöjen irrotus täytyi olla mahdollista suorittaa kohtalaisen tasaisella alustalla ajoneuvon oltaessa nostettuna ajoneuvopukeille tai korjaamo olosuhteissa ajoneuvon oltaessa nostettuna ajoneuvonostimella. Vetopyörästöjen vaihtoon ei saanut liittyä ulkoisia

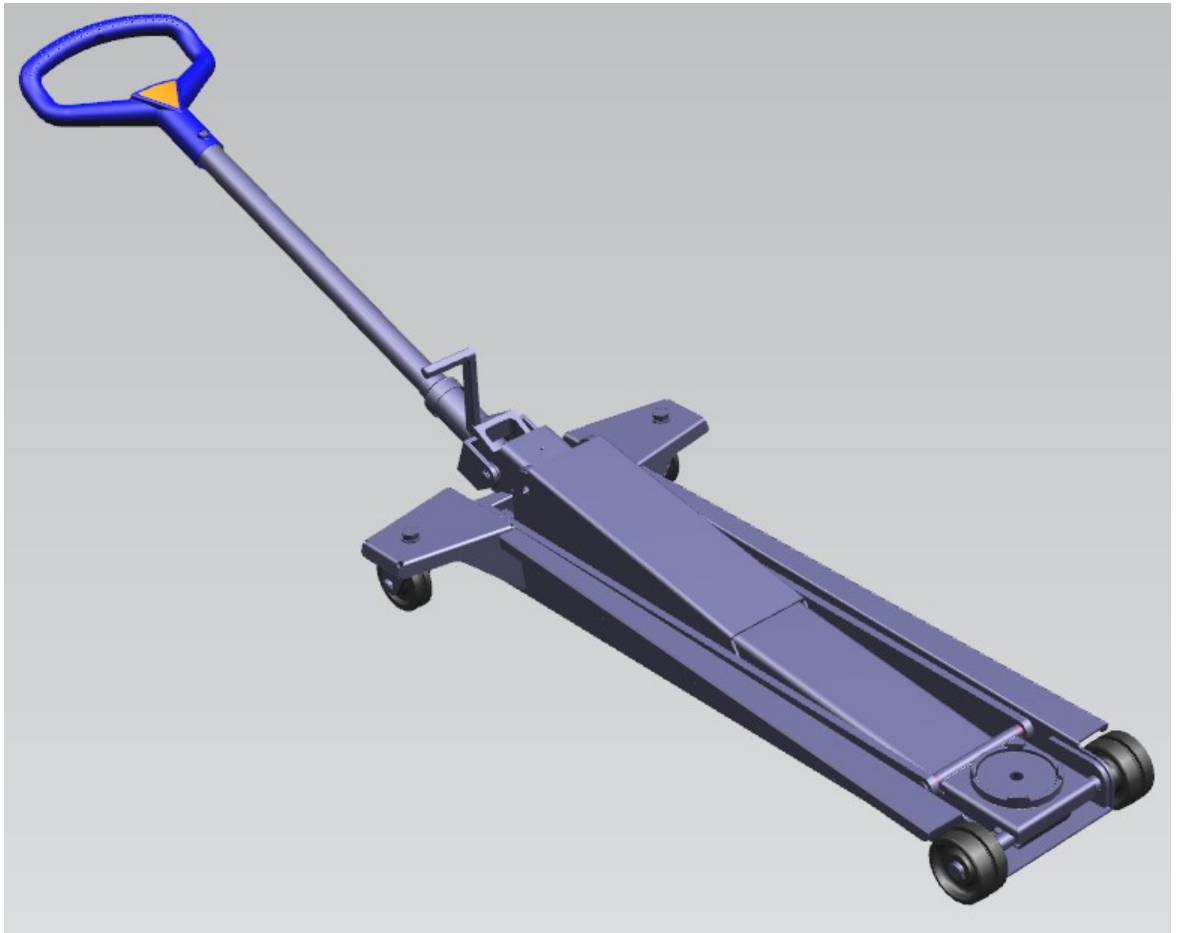
voimanlähteitä vaan se täytyi olla mahdollista suorittaa tunkkaamalla käsivoimin ajoneuvon alla.

Nostintyökalulla täytyy saada nostettua ajoneuvosta ensimmäinen, kolmas sekä neljäs vetopyörästö turvallisesti niin kentällä kuin korjaamoillakin. Toinen vetopyörästö on voimapakettissa kiinni oleva ja sen kiinnitys on huomattavasti eroava muista vetopyörästöistä ja tässä opinnäytetyössä suunnitellun nostintyökalun soveltaminen sen vaihtoon on todettu liian vaativaksi ja jätetty tästä syystä pois suunnittelusta.

Nostintyökalun kiinnitys tunkkiin tapahtuu pultilla, jotta sen katsotaan olevan tunkin kanssa yhtenäinen osa eikä erillisiä selvityksiä nostimen turvallisuudesta tarvita, kunhan nostin on yleispiirteiltään suunniteltu riittävän kestäväksi kyseiseen käyttöön.

Tunkki jolle työkalu suunnitellaan, on kykenevä nostamaan 1 300 kilogrammaa 73,5 senttimetrin korkeuteen asti. Tällöin se on riittävä vetopyörästöjen vaihtoon niiden ollessa enimmillään noin 190 kilogramman painoisia sekä tarve enimmäisnostokorkeudelle 74 senttimetriä. Tunkin päälle tulevan nostintyökalun korkeus eli noin 10 senttimetriä lisätään vielä tunkin nostokorkeuteen. Kyseisen työhön valitun tunkin käyttö ajoneuvon alla on myös huomioitu esimerkiksi sen mahduttaessa menemään osittain ajoneuvopukkien alle, jotta pukkien asettelu ei olisi turhan tarkkaa ja välttää ylimääräiseltä pukkien siirtämiseltä. Myös tunkin varren käyttöön on katsottu olevan riittävästi tilaa ajoneuvon alla. Tunkin, nostintyökalun sekä vetopyörästön on myös mahdollista ajoneuvon alle sen ollessa nostettuna ajoneuvopukeille. Ajoneuvon oltaessa ajoneuvopukeilla sen alla on tilaa noin 74 senttimetriä ja vetopyörästön ollessa tunkin päällä yhdistelmän kokonaiskorkeus on noin 55 senttimetriä, joten korkeutta on riittävästi vetopyörästöjen vaihtoon. Kuvassa 6 Vetopyörästönostimille valittu tunkki.

Kuva 6. Patria, hallinostin (5.12.2024)



Vetopyörästöjen kiinnityksissä on jonkin verran eroja, jonka takia tarvittavia pulttinreikiä on nostimen kiinnityksissä useampi kappale. Jokaisessa vetopyörästöissä on neljä kiinnityspulttia, joilla ne tulevat kiinnitysrautoihin kiinni, jotka taas tulevat apurunkoon kiinni. Vetopyörästöt on tarkoitettu laskea kiinnitysrautojen kanssa alas, kiinnittäen ne kyseisillä neljällä kiinnityspultilla nostintyökaluun, näin vaihdon aikana tunkki, nostintyökalu sekä vaihdettava vetopyörästö ovat kiinteästi kiinni toisissaan eivätkä pääse tippumaan tai liikkumaan tehtävän aikana. Ensimmäinen ja neljäs vetopyörästö ovat pitkälti identtisiä, mutta kolmas läpivetävä vetopyörästö on erilainen, sekä sen kiinnityspisteet ovat kauempana toisistaan kuin kahdessa muussa. Tästä syystä nostintyökaluun täytyy sisällyttää ainakin toisen puolen kiinnittimelle säätömahdollisuus. Vetopyörästöjen eri puolien pultit ovat myös hiukan eri korkeudella toisistaan, joka täytyy myös huomioida suunnittelussa. Jokainen 8x8 -maastoajoneuvon vetopyörästöistä lepää niiden kiinnityspalkkien päällä, jolloin vetopyörästöjen kiinnityspulttien irrotuksen aikana ne eivät tarvitse erillistä tukea vaan pysyvät turvallisesti paikoillaan sen aikaa, kun tunkki ja

nostintyökalu pultataan kiinni vetopyörästäjä kannatteleviin kiinnitysrautoihin ja itse vetopyörästäjiin.

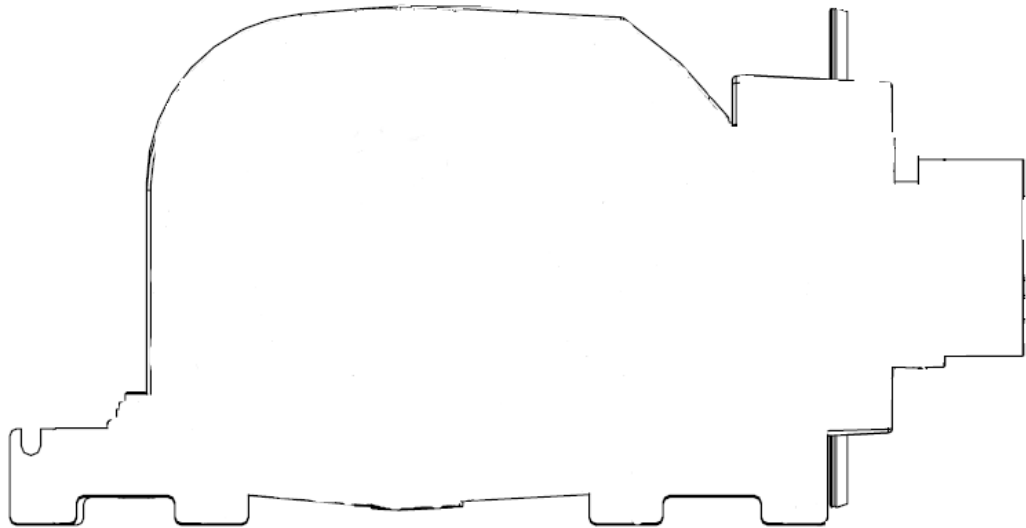
Nostintyökalun suunnittelussa on myös huomioitava kustannustehokkuus, jottei valmistamisesta tule liian kallista eikä työkalusta tehdä suotta liian järeää ja raskasta käyttöä. Työkalun on myös oltava pitkäikäinen, jotta sen valmistaminen voidaan todeta ekologiseksi ja vastuulliseksi. Pieni koko on myös plussaa, jotta sen kuljettamiseen ja säilyttämiseen ei uhrata liikaa ylimääräistä tilaa. Patrian sisäinen standardointi esimerkiksi värityksessä tulisi myös huomioida. Valmiille työkalulle tulee luoda myös oma nimike Patrian omiin järjestelmiin, jotta sen valmistaminen ja myyminen asiakkaille olisi helpompaa.

4.3 Vetopyörästäöt

Patrian 6x6 ja 8x8 ajoneuvojen alustoissa suurimmat erot tulevat nimiensä mukaan akselien ja vetävienpyörien määrästä. 6x6 -ajoneuvossa on kolme akselia ja AMV 8X8 -ajoneuvossa on neljä akselia, joilla jokaisella on oma vetopyörästäö. Moottori välittää voiman vaihdelaatikon kautta jakovaihteistolle, joka jakaa voiman eteen ensimmäiselle ja toiselle vetopyörästäölle, sekä taakse kolmannelle ja neljännelle vetopyörästäölle. Vetopyörästäöt jakavat voiman toisilleen kardaneilla. Seuraavaksi vetopyörästäöt välittävät voiman kardaanien välityksellä pyörille. Pyörät muuttavat voiman liike-energiaksi.

Vetopyörästäöjä pyörittää 8x8 -ajoneuvossa Scanian valmistama DC13 -moottori ja 6x6 -ajoneuvossa Scanian DC09 -moottori. DC09 -moottori on 5 sylinterinen 9,3 litrainen ja DC13 6 sylinterinen 13 litrainen moottori. Molemmat ovat turboahdettuja ja välijäähdytettyjä diesel moottoreita tuottaen tehoa noin välillä 290–450 kilowattia riippuen ajoneuvo ja moottorimallista. Kuvassa 7 vaihdettavien vetopyörästäöjen ääriiviokuva.

Kuva 7. Vetopyörästön ääriviivakuva



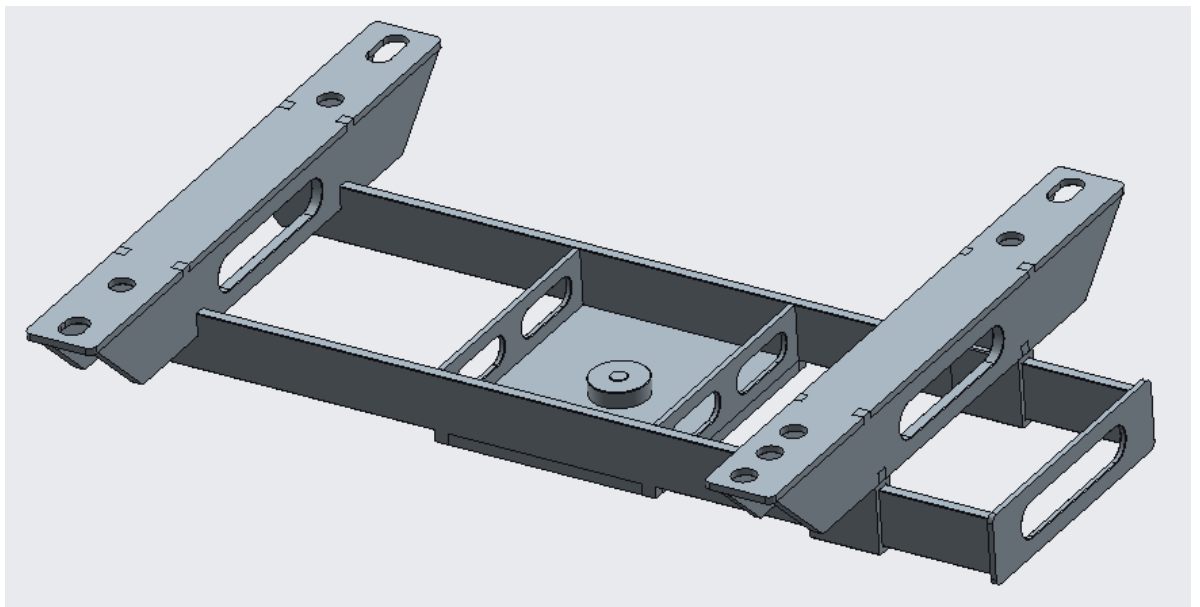
4.4 3D-mallinnus

Vetopyörästöjen nostintyökalun malli suunniteltiin Creo -mallinnus sovelluksella sen ollessa entuudestaan tuttu ja helppo sovellus käytettäväksi. Mallin suunnittelemisen aloitettiin tutkimalla Patrian omista piirustuksista sekä ajoneuvoista vetopyörästöjen kiinnitysten mittoja sekä sitä, laskevatko ne suoraan alaspäin vai pitääkö niitä kallistella eri asentoihin vaihtaessa niitä. Piirustuksia tarkasteltaessa voitiin todeta, että vetopyörästöt laskevat suoraan alaspäin, kunhan edessä olevat suojaraudat, kardaanit, vetoakselit sekä letkut ja putket poistettiin tieltä. Tämä helpotti työkalun suunnittelua, sillä nyt sen kallistuksiin ei tarvinnut puuttua vaan rakenne pystyttiin pitämään kohtalaisen yksinkertaisena suunnitella. Vetopyörästöjen kiinnitys nostintyökaluun haluttiin pitää alkuperäisillä vetopyörästön kiinnityspulteilla, jottei nostintyökalun mukana tarvitse säilyttää ylimääräisiä irtonaisia pultteja. Nämä tekevät myös valmiista tuotteesta käyttäjäystävällisemmän ja edullisemmän valmistaa, jotka tukevat nostinta koskevia vaatimuksia.

Mallinnus aloitettiin hahmottelemalla muutamaa eri näköistä vaihtoehtoa nostintyökalulle, joista lopulta yhdistelemällä saatiin halutun oloinen työkalu. Kun työkalun pääpiirteet olivat hahmoteltu, alettiin laskemaan lujuuslaskelmia, jotta tarvittavat ainevahvuudet pystyttiin kartoittamaan lähelle lopullisia vahvuuksia. Samalla mietittiin sopiva työstettävä metalli, joka sopisi parhaiten kyseisen työkalun valmistamiseen.

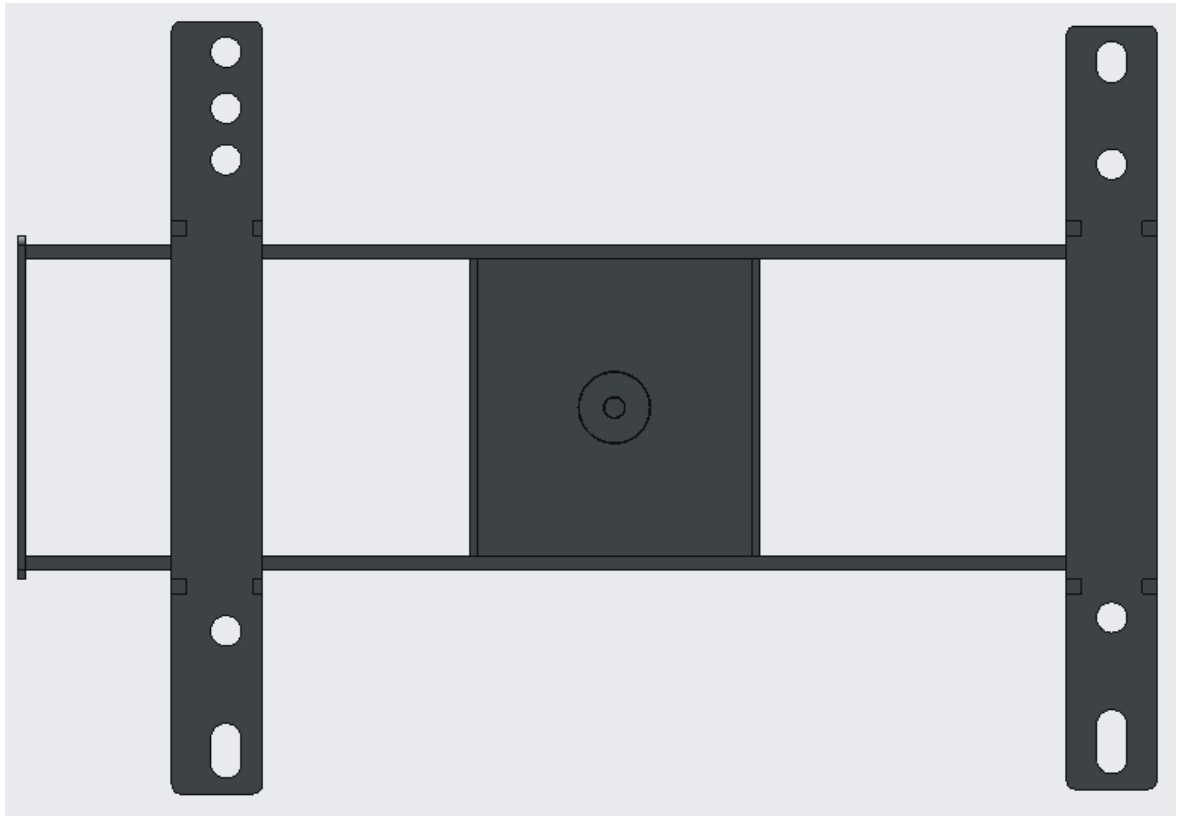
Nostimen rungossa ja pohjassa käytettiin 8 millimetrin levyä ja kevyemmin kuormitetuissa osissa käytettiin 4 millimetrin ja 5 millimetrin levyjä. Runkorakenteen eri osissa oli hahlot ja tapit, jotta ne istuisivat oikeille paikoilleen. Kuvassa 8 näkyy vetopyörästönostimen yleiskuva, jossa toinen kiinnityspuoli näkyy kiinteänä ja toinen puoli säädettävänä. Tämä siksi, että kolmaskin vetopyörästö saadaan vaihdettua sen kiinnityspisteiden ollessa kauempana toisistaan. Säädettävä puoli on myös 22 millimetriä korkeammalla kuin kiinteä puoli, sillä kiinteällä puolella kiinnityspulttien välissä on säätöholkit, jotka korottavat tai laskevat vetopyörästöjä sopivalle korkeudelle.

Kuva 8. Vetopyörästönostimen mallin yleiskuva

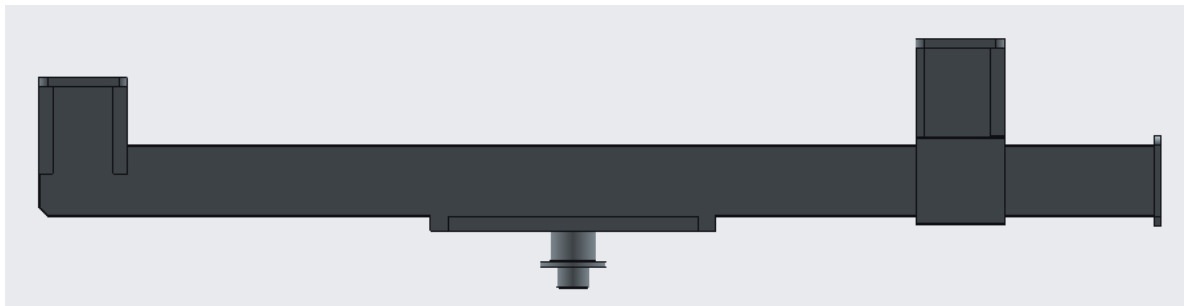


Tunkki tulee alhaalta päin nostimen keskellä olevaan holkkiin kiinni DIN 912 / ISO 4762 12.9 -vahvuisella kuusiokolopultilla. Holkissa on M12-kierteet, joka helpottaa nostimen käyttöä esimerkiksi haastavissa kenttäolosuhteissa, jolloin vaihdon tulee tapahtua mahdollisimman nopeasti, eikä mutterin asentamiseksi vastapuolelle ole ylimääräistä aikaa. Holkki myös keskittää nostintyökalun tunkkiin oikealle kohdalleen. Kuvassa 9 ja 10 voi nähdä holkin mallinnuksen sekä nostimen sivulta ja ylhäältäpäin.

Kuva 9. Nostin ylhäältäpäin

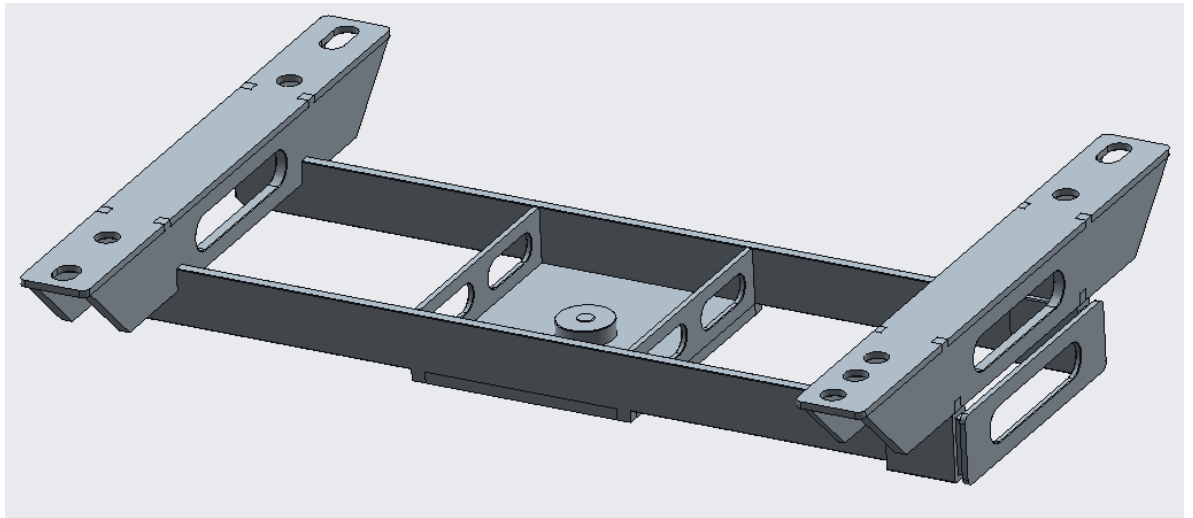


Kuva 10. Nostin sivulta



Vetopyörästöjen massakeskipisteen on katsottu olevan kohdillaan niin ensimmäistä, viimeistä sekä kolmattakin vetopyörästöä vaihdettaessa. Kolmannessa vetopyörästössä kiinnityspisteiden tulee olla kauimmissa asennossa, tällöin nostimelle jakautuu paino tasaisesti molemmille kiinnityspuolille. Kolmannen vetopyörästön massakeskipiste on lähestulkoon keskellä kiinnitysrautojen pulteista katsottuna. Kuvassa 11 nostimen tasot kauimmissa asennossa vaihdettaessa kolmatta vetopyörästöä.

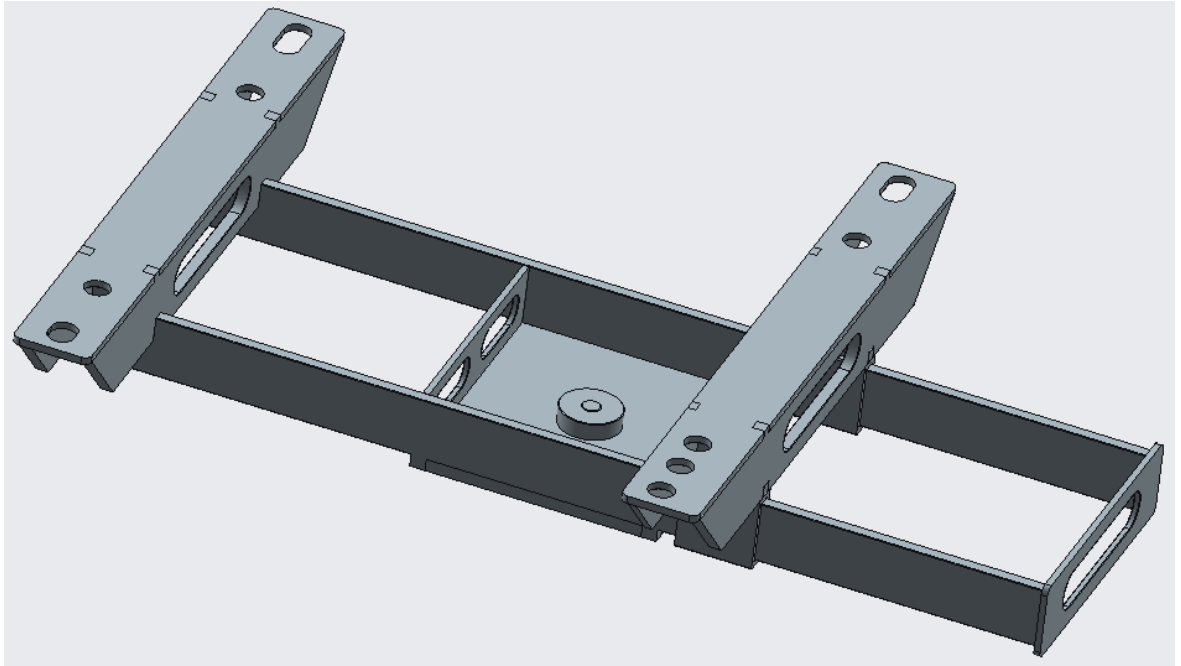
Kuva 11. Nostimen tasot kauimmassa asennossa



Ensimmäistä ja neljättä vetopyörästä vaihdettaessa nostimen kiinnityspisteiden tulee olla lähes lähimmässä asennossa, jotta kohdistukset osuvat oikeille paikoilleen.

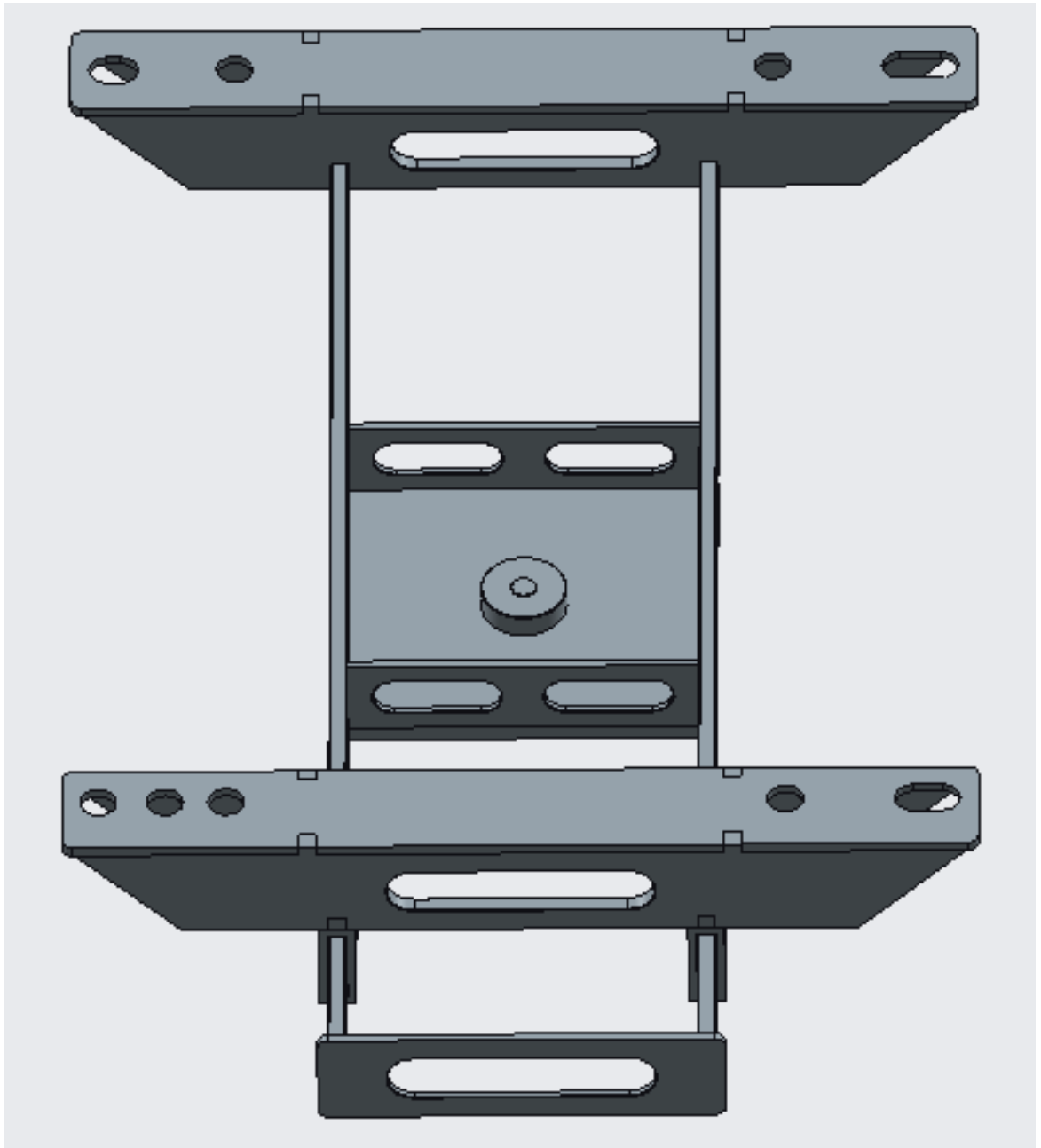
Kiinnitystasojen ollessa lähimmässä asennossa, on kiinteän puolen taso selkeästi kauempana tunkin kiinnityspinnasta kuin liikkuva taso. Ensimmäisessä ja neljännessä vetopyörästäössä olevat käsijarruvarusteet siirtävät massakeskipistettä reilusti enemmän liikkuvan tason puolelle, jolloin painojakauma siirtyy otollisempaan suuntaan näitä vetopyörästäöjä vaihdettaessa eivätkä ne pääsisi kallistumaan vaihdon aikana. Kuvassa 12 nostimen tasot lähekkäin vaihdettaessa ensimmäistä ja neljättä vetopyörästäöä.

Kuva 12. Nostimessa tasot lähekkäin



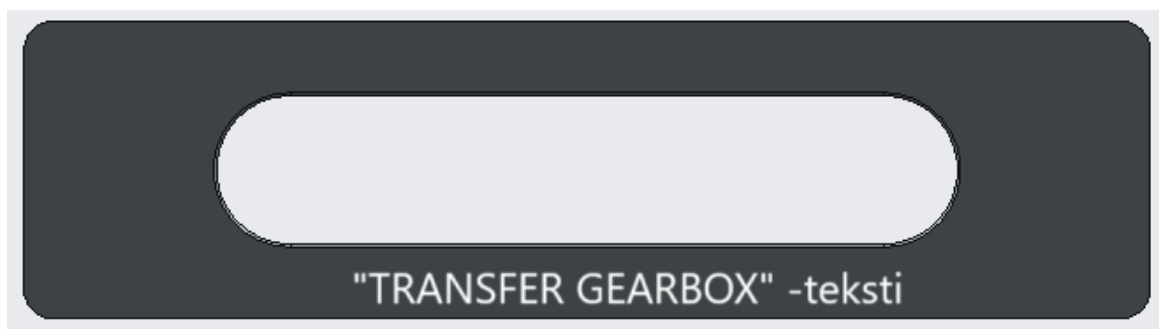
Nostimen jokaiselle pultille täytyi mallintaa oma kiinnitysreikänsä, jotta reiät olisivat aina oikeilla paikoillaan ja nostin keskellä vetopyörästä. Kiinnityspalojen sivuihin, päätylevyyn sekä pohjan tuille tehtiin myös kevennykset/vahvennukset, jotta nostimen painoa saatiin pienennettyä, sekä rakennetta vahvistettua, kuten kuvasta 13 voidaan nähdä.

Kuva 13. Nostin edestä



Nostimen ollessa kiinnitettynä ensimmäiseen, kolmanteen tai neljänteen vetopyörästäön osoittaa sen säädettävä puoli aina jakovaihteistoa kohden. Tämän takia työkaluun haluttiin merkitä säädettävän puolen päätylevyyden merkintä TRANSFER GEARBOX -teksti, jotta nostin olisi helppo suunnata oikeinpäin ja vain pultinreiät tulisi enää kohdentaa paikoilleen. Tämäkin nopeuttaa vaihtoprosessia, joka tukee nostinta koskevia vaatimuksia. Kuvassa 14 näkyy kirjoitettu teksti esimerkkinä.

Kuva 14. Transfer gearbox -teksti päätylevyssä



4.5 Vaihtoehtoisia valmistusmateriaaleja

Teräslaadut S235 ja S355 ovat yleisimmin käytettyjä materiaalseoksia muototeräksissä, rakenneteräksissä ja palkeissa. Puhekielessä puhutaan mustasta teräksestä ja sitä on saatavilla kaiken muotoisena aina pienestä huonekaluputkesta vahvoihin kantaviin palkkeihin saakka. Kun puhutaan mustasta teräksestä, sillä tarkoitetaan ”tavallista terästä” ja sen ominaisuuksiin kuuluu ruostuminen. (Teräsmyynti, Mitä eroa on teräslaaduilla S235 ja S355 12.4.2024)

RST eli ruostumaton teräs on termi seoksille, jotka täyttävät kaksi kriteeriä: päämetalli on rauta (Fe), sekä sisältäminen vähintään 10,5 prosenttia kromia (Cr). Tämä tarkoittaa, että toisin kuin kupari ja alumiini, ruostumaton teräs on seos eikä metalli. Teräs ei ole jaksollisen järjestelmän alkuaine. Kromin lisäksi ruostumattoman teräksen seokset sisältävät usein metalleja, kuten nikkeliä, mangaania ja molybdeeniä - seokset, joissa on korkea molybdeenipitoisuus, tunnetaan haponkestävinä laatuluokkina. (alumeco n.d.)

Alumiini on yksi maapallon runsaimmista metalleista. Itse asiassa sen osuus maankuoren kokonaispainosta on 8 prosenttia. Siksi se on yksi yleisimmin käytetyistä teollisuusmetalleista - vaikka se löydettiin ja määritettiin vasta 200 vuotta sitten. Puhdasta alumiinia seostetaan pienillä määrillä muita metalleja tiettyjen ominaisuuksien aikaansaamiseksi - esimerkiksi koneistettavuuden kannalta.

Nämä seokset on jaettu EN 573-3:n mukaan kahdeksaan sarjaan, ja seokset on nimetty sarjan mukaan. Esimerkiksi seos 6082 kuuluu 6xxx-sarjaan ja 5005 5xxx-sarjaan. Alumiinia käytetään laajalti rakentamisessa ja valmistuksessa, esimerkiksi ikkunoissa, verhouksissa ja rakennusmateriaaleissa. Alumiinin tärkein etu on sen keveys, lujuus sekä se, että alumiinia voidaan suulakepuristaa moniin eri muotoihin. Tämän vuoksi materiaali sopii erinomaisesti kevyisiin sekä vahvoihin rakenteisiin. (alumeco n.d.)

Valurauta on rauta-hiiliseos, jossa on hiiltä vähintään 2 prosenttia. Sen sulamispiste on alhainen, mistä syystä se on helposti muokattavaa ja siitä voi valaa tarkkamittaisia kappaleita. Valurautaa käytetään esimerkiksi putkissa, koneissa ja autoteollisuuden osissa sekä laajalti erilaisissa käyttökohteissa sähkömoottoreissa ja kunnallistekniikassa. (Glocon, valurauta n.d.)

Valurauta on useimmiten hyvin kulutusta kestävä materiaali mutta hauras iskunkestävyydeltään. Valmistuksessa valurauta sopii parhaiten sarjatuotantoon isommissa määrissä esimerkiksi auton mekaanisiin osiin tai keittiöastioihin. Valmistettavia vetopyörästönostimia ei tulisi valmistamaan isoja määriä eikä valuraudan hauras rakenne tai muokattavuus olisi hyödyksi nostimen rakenteessa, joten näistä syistä se voitiin todeta epäsovivaksi materiaaliksi. (Glocon, valurauta n.d.)

Kustannustehokkuuden kannalta S235 ja S355 teräslaadut ovat useimmiten halvempia kuin RST tai alumiini, mutta niiden korroosionkesto ei ole yhtä hyvällä tasolla kuin vertailtavilla kohteilla. Toisaalta tulee ottaa huomioon, että S235 ja S355 teräslaadut olisi hyvä pinnoittaa esimerkiksi maalaamalla, johon tähänkin kuluu lisää resursseja ja taas alumiinia ja ruostumatonta terästä ei ole välttämätöntä pinnoittaa. Teräslaadut kestävät hyvin mekaanista rasitusta, sekä ovat helposti muovattavia ja näin ollen ovat yksiä käytetyimmistä metalleista ominaisuuksiensa vuoksi. (Cronvall, vertailussa alumiini ja teräs 21.8.2023)

Painon suhteen alumiini on ruostumatonta terästä ja mustaa terästä eli S235 ja S355 teräslujuuksia kevyempää, joka taas edesauttaisi kevyemmän nostimen suunnittelussa ja näin ollen laitteen käytöstä tulisi helpompaa. Lujuuden kannalta alumiini ei ole yhtä lujaa kuin teräs, mutta sen lujuutta voidaan parantaa seostamalla, joka taasen lisää kustannuksia. (Cronvall, vertailussa alumiini ja teräs 21.8.2023)

Näiden vertailujen pohjalta voidaan todeta alumiinin olevan liian heikko tai seostamalla sitä liian kallis vaihtoehto sovivaksi materiaaliksi. Ruostumaton teräs taas olisi vahva ja pitkäikäinen metalli, mutta kustannukset nousisivat turhan suuriksi. Näin ollen päädyttiin parhaaksi materiaaliksi valitsemaan musta teräs ja vahvuusluokka tulitaisiin toteamaan lujuuslaskelmien perusteella. (Cronvall, vertailussa alumiini ja teräs 21.8.2023)

4.6 Lujuuslaskennat

Malliin suoritettiin lujuuslaskennat käyttäen apuna Creo:n simulaatio työkalua. Simulointia helpottamiseksi mallista poistettiin liikkuvan puolen kiinnitystaso ja sen osat, jottei simuloinnista tule turhan raskasta. Liikkuvan puolen osat tarkastettiin erikseen simuloimalla, mutta näihin ei kohdistunut juurikaan merkittäviä voimia. Laskennoissa käytetty vetopyörästöjen tarkka paino noin 188 kilogrammaa, pyöristettiin laskujen helpottamiseksi 190 kilogrammaan. Yrityksessä, johon työ toteutettiin, käytetään nostolaitteiden suunnittelussa varmuuskerrointa $n=4$, joten tämänkin opinnäytetyön osalta käytetään kyseistä varmuuskerrointa.

Vaikuttava massan voima vetopyörästönostimelle saatiin laskettua kaavalla:

$$m * g = F$$

Näin ollen saadaan voiman suuruudeksi:

$$190 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2 = 1864 \text{ N}$$

Voima päätettiin pyöristää ylöspäin 1900 newtoniin. Kokonaisvoiman ollessa 1900 newtonia, kohdistuu jokaiseen nurkkaan noin 475 newtonin suuruinen voima. Tällöin vetopyörästönostimeen kohdistuvat voimat simuloituna Creo:n mallinnus sovelluksella ovat enimmillään noin 50 megapascalia, kuten kuvista 15 ja 16 voidaan nähdä. Kun 50 megapascalia jaetaan valitun teräslaadun eli S355 teräksen myötölujuudella eli 355 megapascalia saadaan:

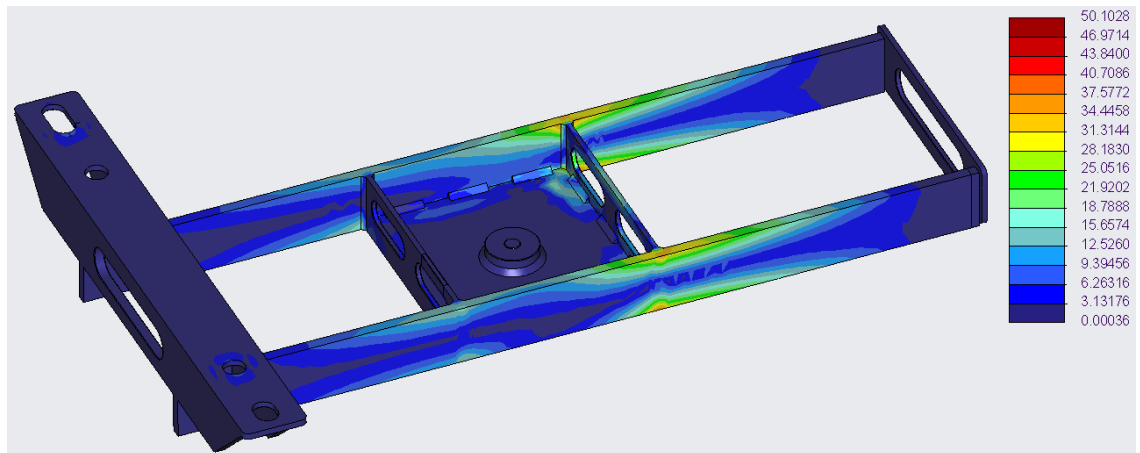
$$50 \text{ MPa} / 355 \text{ MPa} = 0.14085$$

Tämä voidaan pyöristää ylöspäin 0.141. Edellistä laskettua arvoa 0.141 voidaan kutsua failure index arvoksi, jonka ollessa alle 1 ei rakenteen myötöraja ylity. Todellinen varmuusluku saatiin laskemalla:

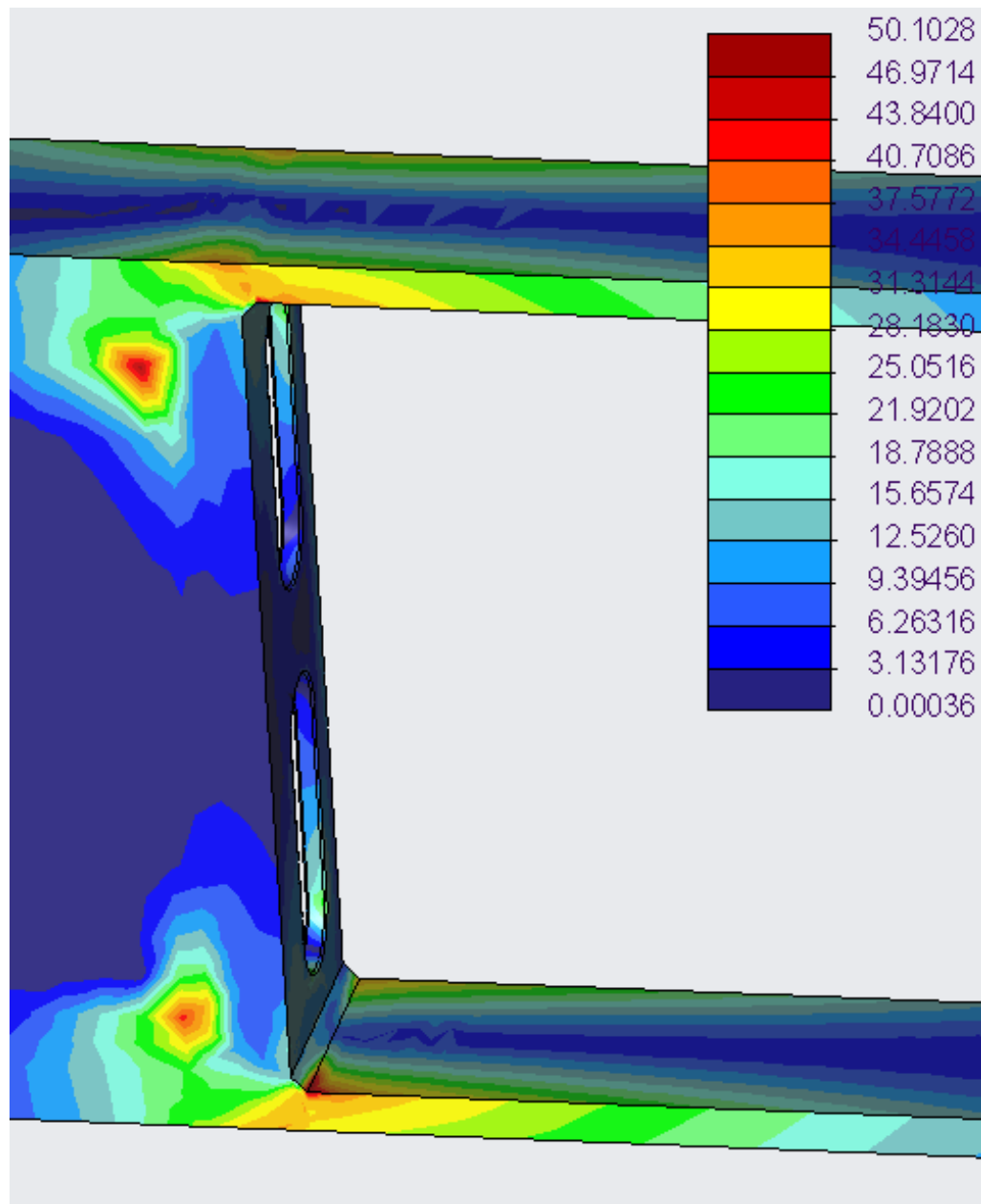
$$n = 1 / 0,141 = 7,09.$$

Varmuusluvun ollessa yli $n>4$, voitiin vetopyörästönostimen rakenne todeta riittävän suureksi vetopyörästöjen painon ollessa 190 kilogrammaa.

Kuva 15. Vetopyörästönostimeen kohdistuvat voimat

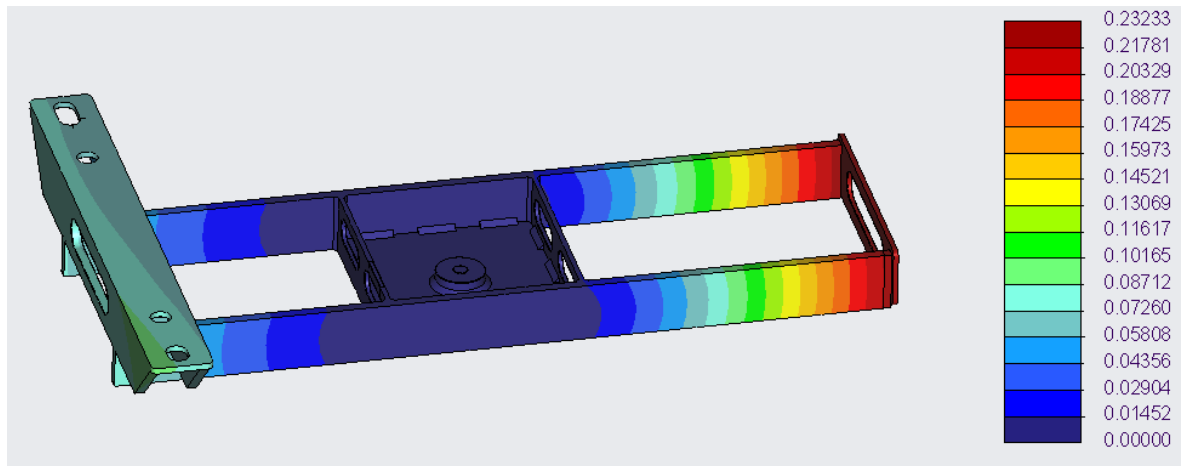


Kuva 16. Vetopyörästönostimeen kohdistuvat voimat alhaaltapäin

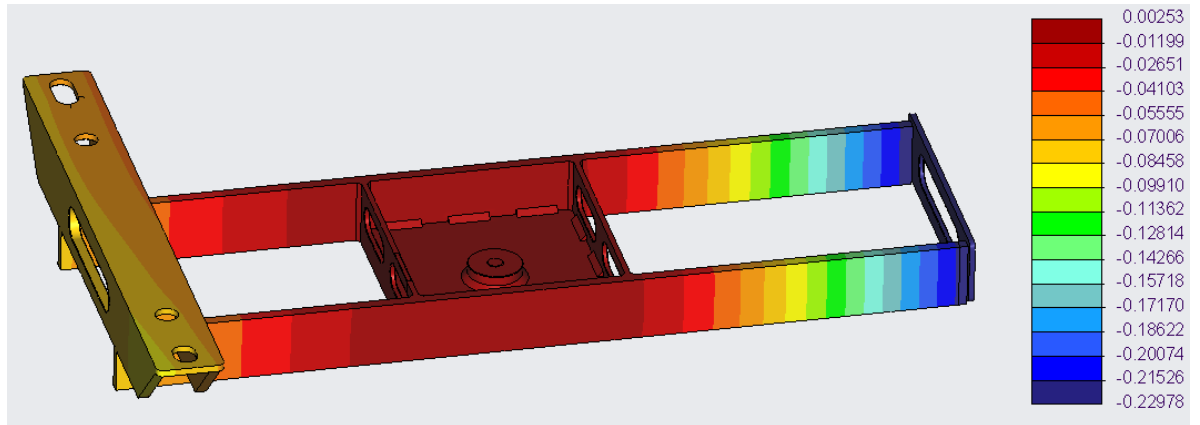


Creo:n simulointi sovelluksella tarkasteltiin myös vetopyörästönostimeen kohdistuvia siirtymiä eri akseleilla. Siirtymien todettiin olevan hyvin vähäisiä, vain 0.232 millimetriä ja 0.229 millimetriä eri akseleilta katsottuna, joten niiden puolesta rakenteen kestävydessä ei ollut ongelmaa. Kuvista 17 ja 18 voidaan nähdä nostimeen kohdistuvat siirtymät eri akselien suhteen simuloituna.

Kuva 17. Vetopyörästönostimeen kohdistuva siirtymä



Kuva 18. Vetopyörästönostimeen kohdistuva siirtymä



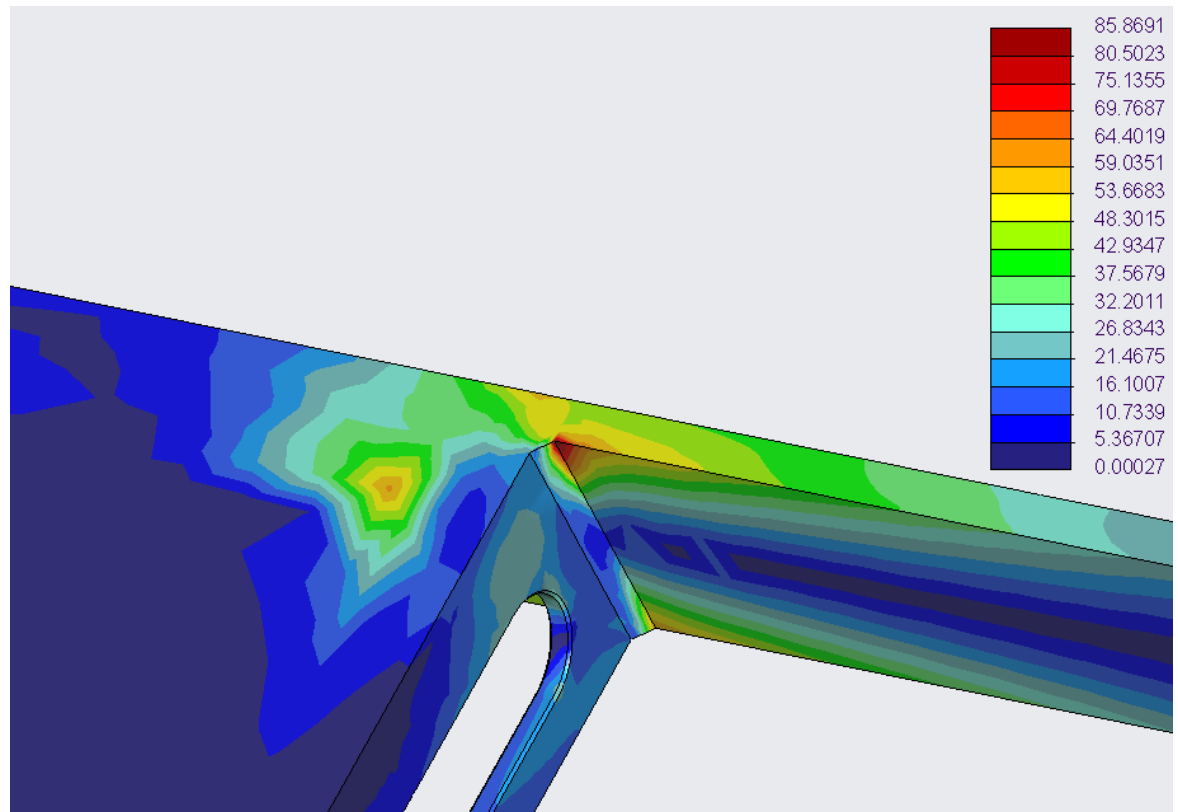
Vetopyörästönostimelle päätettiin myös luoda simulointi, jossa paino jaetaan toiselle reunalle hyvin epätasaiseksi. Lähes koko vetopyörästöjen paino siirrettiin nostimen sivuttaissuunnassa toiselle reunalle. Tämän simuloinnin tuloksena nostimeen kohdistui noin 86 megapascalin suuruinen voima, kuten kuvasta 19 voidaan nähdä. Jopa näinkin väärin kuormitettuna vetopyörästönostimen varmuusluvuksi saadaan:

$$86 \text{ MPa} / 355 \text{ MPa} = 0,242$$

$$n = 1 / 0,242 = 4,13$$

Varmuusluvun ollessa yli 4 todettiin sen olevan riittävä reunakuormitettuna. Myös siirtymät tällä simuloinnilla todettiin riittävän pieniksi, joten rakenne todettiin kestäväksi myös isolla sivuttaiskuormalla.

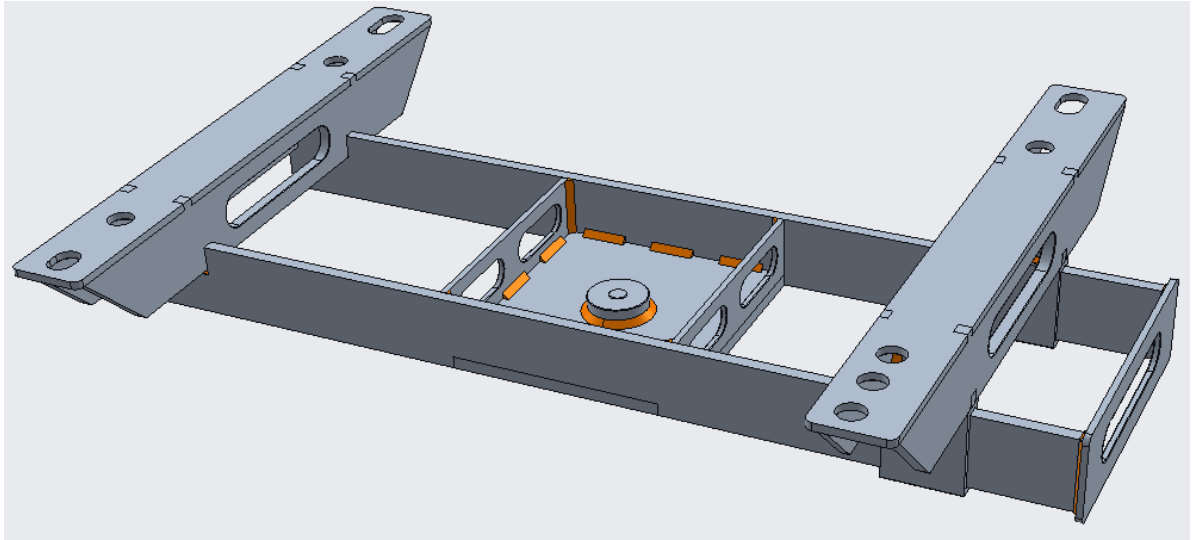
Kuva 19. Vetopyörästönostimeen kohdistuva voima toispuoleisella painon jakautumisella.



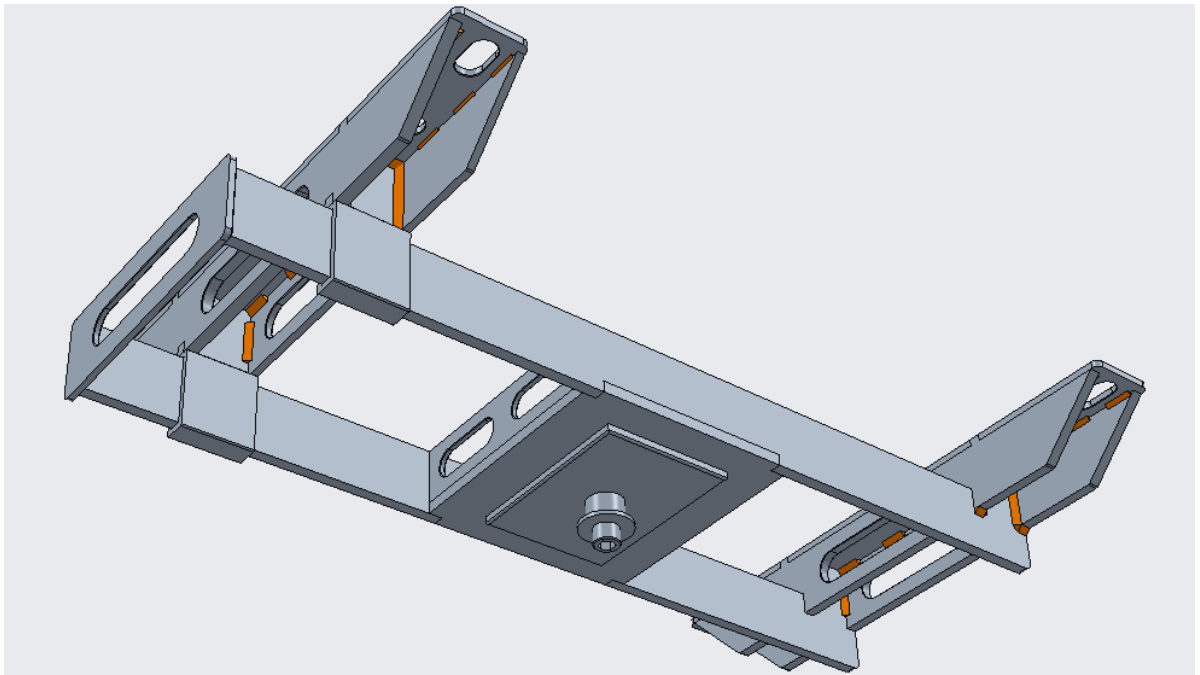
4.7 Lopullinen tuote

Valmiiseen tuotteeseen päädyttiin alkuperäisestä mallista tekemään hiukan muutoksia, kuten esimerkiksi pohjan alle lisäämään aluslevy. Tämä tehtiin, jotta vetopyörästönostin istuu tunkin päälle sulavammin sekä samalla pidennettiin tunkkiin tulevaa holkkia. Nostimeen mallinnettiin myös lisää pyöristyksiä sekä hitsaussaumojen mittoja, sijainteja ja määrää muutettiin valmistuskustannuksia sekä kestävyyttä ajatellen. Nostimen sivut päätettiin myös muuttaa alkamaan samalta tasolta pohjan kanssa, sillä alkuperäisen mallinnetun kappaleen myötölujuuden varmuuskerrointa ei saatu riittävän korkealle, mutta muutos auttoi sen kasvattamisessa huomattavasti. Kuvista 20 ja 21 voi nähdä lopullisen vetopyörästönostimen eri kuvakulmista sekä siihen mallinnetut hitsaussaumamat.

Kuva 20. Valmis vetopyörästönostin ylhäältäpäin



Kuva 21. Valmis vetopyörästönostin alhaaltapäin



5 Lopputulos

5.1 Käyttö

Ajoneuvon rikkoonnuttua kentälle on sen uudelleen käyttöön saaminen erityisesti taistelutilanteissa tärkeää. Uudelleen liikkeelle saamisen takia vetopyörästönostimen käytöstä on tehty mahdollisimman yksinkertaista ja helppoa, jotta vaihto sujuisi jouhevasti ja nopeasti ilman ylimääräistä työtä. Helpottavia tekijöitä tämän vetopyörästönostimen kanssa on muun muassa keveys, holkilla tunkin paikantaminen sekä suuntaus oikeaan suuntaan toisella puolella olevalla transfer gearbox -tekstillä.

Ajoneuvo täytyy nostaa etu ja takapäätä ajoneuvopukeille siihen tarkoitetulla tunkilla. Tämän jälkeen tulee irrottaa kardaani tai kardaanit riippuen mitä vetopyörästöistä vaihdetaan, sekä kyseisen vetopyörästön vetoakselit. Tiellä olevat putket ja letkut tulee irrottaa, jotteivat ne rikkoonnu vaihdon aikana. Sitten vetopyörästön kiinnitysrautojen neljä pulttia voidaan irrottaa turvallisesti ja kiinnittää nostintyökalu sekä tunkkiin, että näiden neljän kiinnityspultin avulla vetopyörästöön. Seuraavaksi vetopyörästön kahden kiinnitysraudan pultit voidaan irrottaa, jolloin vetopyörästö on täysin tunkin varassa. Sitten tunkilla lasketaan vetopyörästö alas ja asennetaan uusi vetopyörästö päinvastaisessa järjestyksessä.

5.2 Riskiarvio

Ajoneuvon vetopyörästön rikkoontuessa haastaviin kenttäolosuhteisiin, saattaa maaston epätasaisuudet tai pehmeudet luoda riskitekijöitä esimerkiksi tunkin kaatumiseen vetopyörästöjä vaihdettaessa. Tunkin kaatuminen on kuitenkin pyritty minimoimaan valitsemalla tunkki, jolla on pyörät leveällä edessä sekä takana. Tunkin painopiste on myös alhainen, joka vakauttaa sitä lisää. Hidastavat tekijät luovat myös riskejä kentällä taistelutilanteissa vetopyörästöjen vaihtoon. Näitä tekijöitä on pyritty minimoimaan mahdollisimman paljon, mutta kaikkea on mahdoton ehkäistä, esimerkiksi työskentelevän henkilön virheitä tai esimerkiksi kylmän ja kostean sään aiheuttamia hidasteita.

5.3 Kehitysehdotukset

Kehitysehdotuksia vetopyörästönostimelle on haastava saada tässä vaiheessa, koska tuotantoa ei ole vielä aloitettu vaan se siirtyy ajankohtaan, jolloin tarve konkretisoituu. Nostimen ainevahvuuksia olisi kuitenkin voitu vielä pienentää kohdissa, jotka eivät heikennä työkalua liikaa, jottei sen käyttö muutu vaaralliseksi, saaden valmistuskustannuksista pienempiä ja laitteesta kevyemmän. Pulttiliitos tunkkiin sekä pulttiliitos nostimen ja vetopyörästön välillä olisivat myös voineet olla mahdollisia tehdä esimerkiksi sokalla tai muulla pulttia nopeammalla tyylillä, jolloin pultteja ei tarvitsisi kiristää ja löysentää paikoilleen. Sokka -tyyppisellä liitoksella on kuitenkin suunnitteluun liittyviä ongelmia sillä silloin tunkki, nostintyökalu sekä vetopyörästö eivät olisi kiinteästi toisissaan kiinni vaan niissä olisi pieni liikkumisvara, joka taasen saattaisi hidastaa vetopyörästön takaisinasentamista. Sokkaliitos tekee myös vaihdosta epäturvallisemman, joka ei tue nostimen turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia.

Vetopyörästönostimeen olisi voinut myös sisällyttää mahdollisuuden toisen vetopyörästön vaihdolle, joka on suoraan jakovaihteistossa kiinni. Tässä vetopyörästössä kiinnikkeiden pultit osoittavat kuitenkin sivuille päin, kun taas ensimmäisessä, kolmannessa ja neljännessä vetopyörästössä ne osoittavat alaspäin. Toisen vetopyörästön pultit ovat myös kohtalaisen ylhäällä rungon sisällä, jolloin kyseinen suunniteltu nostin ei olisi mahtunut ajoneuvon alle muiden vetopyörästöjen vaihdossa. Nostintyökalua olisi myös jouduttu pidentämään reippaasti mikä hankaloittaa sen käyttöä. Nostimeen on kuitenkin mahdollista suunnitella jälkeempään vetopyörästöjen vaihtoon tarkoitettuihin pultinreikiin lisäpalat, joiden avulla myös toinen vetopyörästö saataisiin vaihdettua. Lisäpalojen suunnittelua tai tarkempaa tutkimista sopivuudesta ei kuitenkaan sisällytetty tähän opinnäytetyöhön.

5.4 Tuotanto

Valmiista vetopyörästönostimesta aiotaan todennäköisesti valmistaa muutama testikappale 6x6 -ajoneuvolle suunnitellun vetopyörästönostimen kanssa. Testikappaleita aiotaan käyttää Patrian sisäisesti vetopyörästöjen vaihdossa. Kun nostimet on todettu toimiviksi ja niistä on korjattu mahdolliset ongelmakohdat testien aikana, aletaan niitä valmistaa Patrian sisäiseen käyttöön, sekä tarjoamaan mahdollisesti asiakkaille ostettavaksi erikoistyyökaluina. Tuotannon ajankohdalle ei kuitenkaan ole vielä määritelty tarkkaa aikaa, vaan ajankohta konkretisoituu vasta tarpeen tullessa.

6 Pohdinta

Kokonaisuudessaan vetopyörästönostimen suunnittelu oli onnistunut ja valmis tuote vastasi aiemmin määriteltyjä tavoitteita. Nostintyökalusta saatiin huomattavasti edullisempi ja turvallisempi käyttää kuin aiemmasta nostinpyödydestä. Nostintyökalun käyttö kentällä on myös saatu mahdollisimman helpoksi ja nopeaksi.

Työn kartoituksen aikana yllätti, kuinka epäsojiva aiempi nostintyökalu on kyseisten 8x8 vetopyörästöjen vaihtoon sekä kenttä olosuhteissa todella epäturvallinen sekä haastava ja painava käyttää. Sopivan työkalun uupuminen saattoi johtua muun muassa siitä, että vetopyörästöjen vaihto kenttäolosuhteissa on hyvin harvinaista ja korjaamoilla siihen on usein saatettu löytää eriäviä menetelmiä laitteistoilla mitkä eivät ole suoranaisesti tarkoitettu kyseiseen tehtävään. Eri maiden korjaamot ovat myös saattaneet valmistaa omia erikoistyökaluja, jotka eivät välttämättä ole kovin turvallisia kyseiseen tehtävään, eivätkä täytä vaadittuja standardeja. Jatkossa Patrian on mahdollisuus tarjota kyseistä suunniteltua nostintyökalua asiakkaille erikoistyökaluna.

Opinnäytetyöstä tehtiin Patrian sisäiset turvallisuustarkastukset. Tarkastaja luki opinnäytetyön läpi ja tutki onko siinä virheellistä tietoa tai tietoa, jonka julkaiseminen voisi olla haitaksi Patrialle. Opinnäytetyö läpäisi tarvittavat tarkastukset, joten se on hyväksytty kokonaisuudessaan julkaistavaksi julkiseen tarkasteluun.

Lähteet

Alumeco (n.d.) <https://www.alumeco.fi/alumiini/>

Alumeco (n.d.) <https://www.alumeco.fi/ruostumaton-teras/>

Army Technology (n.d.)

<https://www.army-technology.com/projects/patria-amvxp/?cf-view&cf-closed>

Cronvall, vertailussa alumiini ja teräs (21.8.2023)

<https://cronvall.fi/blog/vertailussa-alumiini-ja-teras>

Koeajolle.com (n.d.) <https://koeajolle.com/historia/panssari-sisu-pasi/>

Patria 2020a. Vuosikertomus 2020 (2021).

<https://www.patriagroup.com/fi/download/vuosikertomus-2020-katsaus>

Patria 2023. Vuosikertomus 2023. (2024)

<https://patria.contenthub.fi/NiboWEB/patria/digipaper.do?uuid=17383964&ticket=38d9190d9f8de172609d38a0b70c1626&lang=en&page=1>

Patriagroup (n.d.) <https://www.patriagroup.com/products-and-services>

Patria in brief 2023 <https://www.patriagroup.com/about-us/patria-in-brief>

Patria magazine (2.5.2016)

<https://www.patriagroup.com/patria-in-finland/media/patria-magazine/case/nemo-iskeeyllattaen>

Patria magazine (3.7.2020)

<https://www.patriagroup.com/patria-in-finland/media/patria-magazine/tekniikka/moottoreiden-erikoisyksikko-turvaa-suomen-huoltovarmuutta>

Puolustusvoimat (5.12.2011) <https://archive.ph/yXN5F>

Reserviläinen (17.9.2018) <https://reservilainen.fi/patrian-uusi-ajoneuvo-6x6-on-pasin-sukua/>

Teräsmyynti, Mitä eroa on teräslaaduilla S235 ja S355 (12.4.2024)

<https://terasmyynti.com/blogi-mita-eroa-on-teraslaaduilla-s235-ja-s355/>

Tukes (12.6.2008) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080400#L4>

Veteraanikuorma-autoseura Ry. Vanajan vuodet 1948–71. (2003).

<https://vetku.fi/julkaisut/sisut-ja-vanajat/vanajan-vuodet-1948-71/>

Veteraanikuorma-autoseura Ry. Yhteissisun vuodet 1943–48. (2003).

<https://vetku.fi/julkaisut/sisut-ja-vanajat/yhteissisun-vuodet-1943-48/>

Yhteissisusta Vanajan ja Sisun kautta Patriaan/ISBN 952-91-5613-8 / Blomberg, Olli / Kust.

Patria Vehicles Oy/ Hämeenlinna (2003)