

# A R C T O S

ARMORED RECON CARRIER TRANSPORT OPERATE SOLUTIONS

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Muotoiluinstituutti  
Muotoilun koulutusohjelma  
Ajoneuvomuotoilu  
Opinnäytetyö  
Kevät 2017  
Waltter Holm



# Lahden ammattikorkeakoulu Koulutusohjelma

Holm, Waltter

A R C T O S

Miehistönkuljetuspanssarivaunu

Muotoilija AMK opinnäytetyö, 142 sivua, 1 liitesivua  
Kevät 2017

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön aiheena on suunnitella uudenlainen miehistönkuljetuspanssarivaunu. Opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Patria Land Systemsin kanssa. Miehistönkuljetuspanssarivaunu on teloilla kulkeva panssaroitu ajoneuvo, jolla voidaan kuljettaa miehistöä. Työssä esitetään uudenlainen ratkaisu, jolla miehistönkuljetusvaunu on helposti muunnettavissa myös muihin tehtäviin. Käyttötarkoituksen muuntaminen onnistuu vaihtamalla vaunuun integroitu tehtävämoduuli. Tehtävämoduulivaihtoehtoina voivat olla esimerkiksi evakuointi-, tiedustelu-, huolto- ja täydennysmoduuli. Miehistönkuljetuspanssarivaunu on täysin aseeton. Opinnäytetyön tuotoksena tehdään 3D-malli sekä fyysinen pienoismalli miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctosista.

Asiasanat: Muotoilu, ajoneuvomuotoilu, miehistönkuljetuspanssarivaunu, panssarointi, liikkuvuus, tilannetietoisuus, tehtävämoduuli



Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in design

Holm, Waltter

A R C T O S

Armored personnel carrier

Bachelor's Thesis in transportation design, 142 pages, 1 pages of appendices  
Spring 2017

## ABSTRACT

The aim of the bachelor's thesis was to design an innovative armored personnel carrier. This bachelor's thesis is made in cooperation with Patria Land Systems. Armored personnel carrier is an armored vehicle which run with tracks, in which the crew can be transported. Bachelor's Thesis presents a novel solution to armored personnel carrier can easily be adapted to other purposes. Purpose is possible by switching the integrated function module into the another function module. Function module options may include the evacuation, reconnaissance, maintenance and in-service module. Armored personnel carrier is completely unarmed. This Bachelor's thesis made a 3D model as well as the physical scale model of the armored personnel carrier Arctos.

Key words: Design, Vehicle design, Armored personnel carrier, armor, mobility, situational awareness, function module



# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
1.1 AIHE JA TAUSTAT	5
1.2 TUTKIMUSASETELMA	6
2 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNU	7
2.1 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN RAKENNE	9
2.2 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN MUOTOILUN PÄÄPERIAATTEET	13
2.3 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN KEHITYS HISTORIASTA NYKYPÄIVÄÄN	19
3 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN TOIMINTAYMPÄRISTÖ	26
3.1 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN UHAT RAUHAN AIKANA	28
3.2 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN UHAT SODAN AIKANA	29
4 OPINNÄYTETYÖN TOIMEKSIANTAJA	32
5 TAVOITTEET JA RAJAUS	33
5.1 TOIMINNALLISET TAVOITTEET	33
5.2 ESTEETTISVISUAALISET TAVOITTEET	34
5.3 LIIKKUVUUSTAVOITTEET	35
5.4 SUOJAUSTAVOITTEET	36
5.5 TILANNETIETOISUUSTAVOITTEET	37
5.6 RAJAUS	38
6 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN SUUNNITTELUVAIHE	39
6.1 LUONNOKSET	43
6.2 RAKENNUSMATERIAALIEN TESTAAMINEN PIENOISMALLIA VARTEN	46
7 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN MUOTOILULLINEN TOTEUTTAMINEN	57
7.1 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN 3D-MALLINTAMINEN	57
7.2 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN PIENOISMALLIN RAKENTAMINEN	70
8 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNU ARCTOS	113
9 ARVIOINTI JA PÄÄTELMÄT	130
9.1 LOPPUTUOTE	130
9.2 PROSESSI	131
9.3 JATKOKEHITYS	132
LÄHTEET	
LIITTEET	





# 1 JOHDANTO

## 1.1 AIHE JA TAUSTAT

Erilaiset konfliktit maailmalla ovat muuttaneet taistelukenttiä viime vuosina merkittävästi. Myös panssarivaunujen on mukauduttava nykyaikaisiin haasteisiin taistelukentillä. Jotta tämä onnistuisi, on panssarivaunujen jatkuvasti kehityttävä. Yksi panssarivaunujen tulevaisuuden tehtävistä on tukea muita sodankäynnin yksiköitä esimerkiksi jakamalla informaatiota. Tämä on erityisen tärkeää kaupunkitaisteluissa, missä liikkuvuus ja näkökenttä ovat hyvin rajallisia. (Rekkedal 2006, 173-278; Hart 2013, 218-219.)

Suomen Puolustusvoimilla on käytössä tällä hetkellä miehistön kuljettamiseen teloilla kulkevana miehistönkuljetuspanssarivaunuina MT-LB, BTR-50 PK, sekä BMP-2 ja CV9030 rynnäköpanssarivaunuja. Suurin osa kalustosta on peräisin Neuvostoliitosta, jossa niiden valmistaminen aloitettiin 70-luvulla. (Luettelo Suomen maavoimien kalustosta 2016.) Modernein Suomessa käytössä oleva miehistöä kuljettava vaunu on Ruotsissa valmistettu CV9030, jonka valmistaminen aloitettiin vuonna 1994 (Enkenberg 2015, 178-179). Puolustuskyvyn säilyttämiseksi Suomen on nykyaikaistettava kalustoaan vastaamaan modernin sodankäynnin vaatimuksia.

Opinnäytetyön aiheena on suunnitella uudenlainen miehistönkuljetuspanssarivaunu. Opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Patria Land Systemsin kanssa. Miehistönkuljetuspanssarivaunu on teloilla kulkeva panssaroitu ajoneuvo, jolla voidaan kuljettaa miehistöä. Työssä esitetään uudenlainen ratkaisu, jolla miehistönkuljetusvaunu on helposti muunnettavissa myös muihin tehtäviin. Käyttötarkoituksen muuntaminen onnistuu vaihtamalla vaunuun integroitu tehtävämoduuli. Tehtävämoduulivaihtoehtoina voivat olla esimerkiksi evakuointi-, tiedustelu-, huolto- ja täydennysmoduuli. Miehistönkuljetuspanssarivaunu on täysin aseeton.

Opinnäytetyön tuotos on teloilla kulkeva miehistönkuljetuspanssarivaunu nimeltä Arctos. Arctos nimi tulee englanninkielen sanoista armored recon carrier transport operate solutions. Arctosin nimi kuvaa sen käyttötarkoitusta: Arctos on teloilla kulkeva operatiivinen miehistönkuljetuspanssarivaunu, johon on uutena innovatiivisena muotoiluideana integroitu vaihdettavissa oleva tehtävämoduuliratkaisu. Arctos on pohjoismainen, tehokas, nopea sekä ketterä, kotimaisesti suunniteltu miehistönkuljetuspanssarivaunu.



## 1.2 TUTKIMUSASETELMA

Tutkimusasetelma koostuu tutkimusongelmasta, tutkimusmenetelmästä ja tutkimusaineistosta. Tutkimusongelmalla pyritään selventämään mitä opinnäytetyössä halutaan tutkia. Laadullisella tutkimuksella pyritään kuvaamaan ja ymmärtämään ilmiötä. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Tämä opinnäytetyö pyrkii vastaamaan tutkimusongelmiin mikä on miehistönkuljetuspanssarivaunu ja millainen on moderni miehistönkuljetuspanssarivaunu? Opinnäytetyön tavoitteena on selventää lukijalle miehistönkuljetuspanssarivaunun kehittyminen historiasta nykypäivään ja luoda uusi, aseeton ja moderni teloilla kulkeva miehistönkuljetuspanssarivaunu.

Tutkimusmenetelmänä opinnäytetyössä käytetään avoimia haastatteluja sekä havainnointia. Avoimia haastatteluja on toteutettu yhteistyötapaamisissa Patria Land Systemsin ohjaajien kanssa. Havainnointia on tehty edellä mainituissa yhteistyötilanteissa ja vierailulla Parolan Panssarimuseolle.

Tätä opinnäytetyötä varten tutkimusaineistoa on kerätty kirja- ja internetlähteistä sekä asiantuntijatapaamisista painottaen historian ja muotoilun näkökulmaa. Muotoilun näkökulma valikoitui opinnäytetyöhön, koska opinnäytetyö tehdään muotoilun koulutusohjelmaan. Historian tunteminen tukee opinnäytetyön muotoilullista näkökulmaa – opinnäytetyössä halutaan välttää tekemästä samoja huonoja ratkaisuja kuin aikaisemmin miehistönkuljetuspanssarivaunuja suunniteltaessa ja luoda jotain uutta sekä innovatiivista. Aineistoa, joka ei ole vastannut valittuja näkökulmia, ei ole otettu mukaan opinnäytetyön kirjoittamiseen. Aineistoa on kerätty useista erilaisista lähteistä, jotta opinnäytetyö olisi mahdollisimman luotettava.

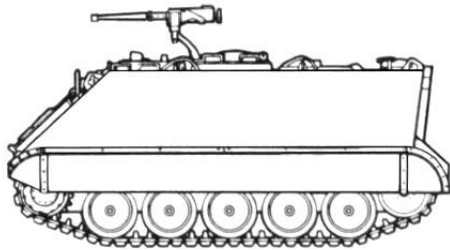
Opinnäytetyössä on käytetty luovia ja tuotosta kuvaavia työskentelymenetelmiä (luonnostelu, 3D-mallintaminen, mallin rakentaminen) tuotoksen havainnollistamiseksi mahdollisimman monipuolisesti. Tuotoksen suunnittelemista on kuvattu luvussa 6, toteuttamista luvussa 7 ja arviointia luvussa 8.



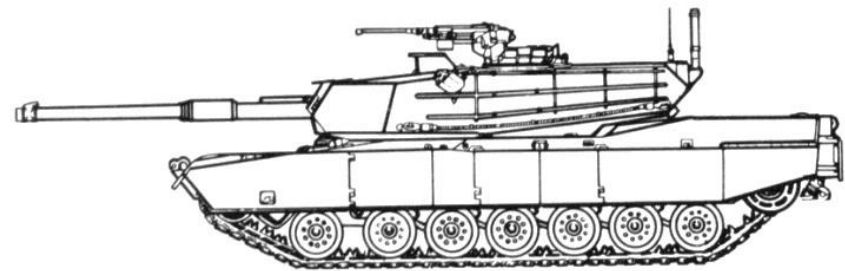
## 2 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNU

Miehistönkuljetuspanssarivaunu on kevyesti aseistettu tai aseeton panssaroitu ajoneuvo, jolla kuljetetaan miehistöä (Kuva 1). Kuljetettava miehistö voi olla esimerkiksi jalkaväkeä tai evakuointia vaativia siviilejä. Vaihtoehtoisesti vaunulla voidaan tarvittaessa kuljettaa tarvikkeita, esimerkiksi ammuksia ja huolto- tai sairaanhoitovälineitä. Miehistönkuljetuspanssarivaunulla voidaan vetää myös kalustoa, esimerkiksi kenttätykkiä. (Trehitt 2012, 7-312; Tank 2017.)

Miehistönkuljetuspanssarivaunu eroaa taistelupanssarivaunusta käyttötarkoituksensa lisäksi asevarustelulla. Taistelupanssarivaunut ovat raskaasti aseistettuja ja ne nojaavat suureen tulivoimaansa (Kuva 2). Turvallisesti liikkuakseen jalkaväki tarvitsee nopeutta ja suojaa. Tästä johtuen miehistönkuljetuspanssarivaunut liikkuvat usein taistelupanssarivaunujen tukemina. (Trehitt 2012, 7-312; Tank 2017.)



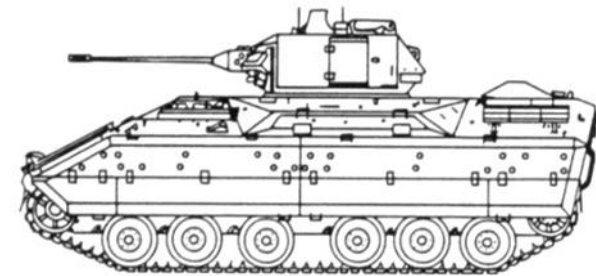
Kuva 1. Miehistönkuljetuspanssarivaunu M113 (Cooke 2010).



Kuva 2. Taistelupanssarivaunu Abrams M1 (Cooke 2010).



Miehistönkuljetus- ja taistelupanssarivaunujen välillä on myös välimuoto, rynnäköpanssarivaunut. Rynnäköpanssarivaunut voivat kuljettaa miehistöä ja niissä on usein myös torni ja aseistusta. Usein aseistus ei ole kuitenkaan aivan samalla tasolla taistelupanssarivaunun kanssa, eikä kuljetettavan jalkaväen määrä yllä miehistönkuljetuspanssarivaunun tasolle. Tästä esimerkkinä toimii hyvin yhdysvaltalainen M2 Bradley (Kuva 3), jossa voidaan kuljettaa seitsemän jalkaväensotilasta, siinä on 25mm konetykki sekä kaksi panssarintorjuntaohjuksen ampumalaitetta. (Trehwitt 2012, 204; Tank 2017.)



Kuva 3. Rynnäköpanssarivaunu M2 Bradley (Cooke 2010).



## 2.1 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN RAKENNE

Miehistönkuljetuspanssarivaunun suojausvaatimukset vaihtelevat toimintaympäristöstä riippuen. Vaunut voivat olla olosuhteiden vuoksi joko kevyesti tai raskaasti suojattuja. Esimerkiksi käsiaseita vastaan suojauduttaessa miehistönkuljetuspanssarivaunua riittää suojaamaan vain kevyt panssarointi. Raskaampaa panssarointia taas tarvitaan esimerkiksi suojautuessa miinoilta tai taistelupanssarivaunun osumalta. Panssari on yleensä valmistettu teräksestä tai alumiinista. Alumiinia käytetään, koska se on painoltaan kevyempää ja mahdollistaa näin nopeamman liikkumisen. (Trehwitt 2012, 7-312; Tank 2017.) Tästä syystä esimerkiksi M2 Bradleyn monikerrostyypisessä panssaroitu runko on valmistettu alumiinista (Trehwitt 2012, 204).

Vaunuihin on asennettu kylmän sodan ajoista lähtien NBC (nuclear, biological and chemical) suojaus. Se suojaa miehistöä ydinaseiskun sattuessa ilmassa olevilta epäpuhtauksilta. Eristävän suojauksen, sekä suodattimen ansiosta vaunun hengitysilmaan ei pääse vaarallisia hiukkasia ja miehistön on turvallista hengittää vaunun sisällä. (Armoured personnel carrier 2017.)



Miehistönkuljetuspanssarivaunut ovat yleensä kevyempiä verrattuna taistelupanssarivaunuihin. Miehistönkuljetuspanssarivaunujen paino liikkuu 6 - 40 tonnin välillä. 9 - 20 tonnin paino on tyypillinen, jolloin vaunun liikkuvuuskyky säilyy hyvänä. Miehistönkuljetuspanssarivaunujen kuljettamiskapasiteetti vaihtelee yleisimmin 8-12 kuljetettavan välillä. (Armoured personnel carrier 2017.) Ääriesimerkkinä Neuvostoliitossa otettiin käyttöön 1960-luvun puolivälissä miehistönkuljetusvaunu nimeltään PTS (Kuva 4). Se kykeni kuljettamaan jopa 10 tonnia tarvikkeita tai 70 henkilöä. (Trehwitt 2012, 181.)

Miehistön kuljettamiseen käytetään sekä pyörillä että teloilla liikkuvia ajoneuvoja. Toisen maailmasodan aikaan kehitettiin myös ajoneuvoja, joita sanotaan puolitelavaunuksi (half-track). Puolitelavaunussa on edessä ohjaavat pyörät ja takana telat. Sekä pyörä- että tela-ajoneuvoissa on hyviä ja huonoja puolia. Tela-ajoneuvon kääntyminen, maastoliikkuvuus ja esteistä selviäminen on parempaa. Huolto on kuitenkin vaativampaa sekä polttoaineen kulutus on suurempaa verrattuna pyöräajoneuvoihin. Pyöräajoneuvojen toimintasäde on pidempi vähäisemmän polttoaineen kulutuksen vuoksi ja toimintanopeus maantiellä nopeampi. (Trehwitt 2012, 7-312; Tank 2017.) Taulukossa 1 esitellään tarkemmin ajoneuvojen eroja.



Kuva 4. Miehistönkuljetuspanssarivaunu PTS (PTS-2 2017).





	<b>PYÖRÄAJONEUVO</b>	<b>TELA-AJONEUVO</b>
ALKUPERÄMAA	SAKSA	SAKSA
MALLIN NIMI	ARMOURED PERSONNEL CARRIER "BOXER"	SCHÜTZENPANZER PUMA IFV (INFANTRY FIGHTING VEHICLE)
AJONEUVOTYYPPI	ASEISTETTU PANSSARIAUTO	RYNNÄKKÖPANSsarIV AUNU
MAKSIMINOPEUS (KM/H)	103 KM/H	70 KM/H
TOIMINTASÄDE (KM)	1 100 KM	600 KM
PAINO (KG)	24 000 KG	31 500 KG
LIKKUMISMENETELMÄ	LIKKUU PYÖRILLÄ	LIKKUU TELOILLA

TAULUKKO 1. Pyöräajoneuvon ja tela-ajoneuvon vertailua (Puma (IFV) 2017; Boxer (armoured fighting vehicle) 2017).





Pyörillä kulkeva panssaroitu ajoneuvo on akselistonsa takia paljon korkeampi. Korkeutensa vuoksi sen painopiste on ylempänä, mikä altistaa sitä herkemmin kaatumisvaaralle. Korkeutensa vuoksi se on myös näkyvämpi kohde taistelukentillä. Lisäksi renkaiden osumapinta maahan on paljon pienempi kuin teloilla kulkevassa ajoneuvossa. Pienempi kosketuspinta-ala maahan altistaa pyörillä liikkuvan ajoneuvon juuttumisen riskille pehmeissä olosuhteissa. Pehmeitä olosuhteita voivat olla esimerkiksi lumi, muta ja hiekka.

Miehistönkuljetuspanssarivaunu voidaan myös suunnitella vesiliikuntakykyiseksi (Kuva 5). Tämä ominaisuus lisääntyi miehistönkuljetuspanssarivaunuissa etenkin kylmän sodan aikana. Ominaisuuden kehittäminen alkoi kuitenkin jo toisen maailmansodan aikana japanilaisten toimesta, jolloin Japanin ja Yhdysvaltojen käymissä Tyynenmeren saarten taisteluissa vesistöissä liikkuminen oli tärkeä ominaisuus. Kylmän sodan puhjetessa ominaisuuden kehittämistä jatkettiin niin, että kalusto suunniteltiin amfibisiksi, jotta ne pystyisivät ylittämään Euroopan monet joet. Vesistöissä liikkussa ajoneuvon vauhti vaihtelee 6-14 kilometriä tunnissa ajoneuvosta riippuen. Voima liikkumiseen saadaan propelleista tai vesisuihkuturbiineista. Veden alla liikkuminen edellyttää rungon saumatonta tiiviyyttä. (Armoured personnel carrier 2017; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Tank 2017.)



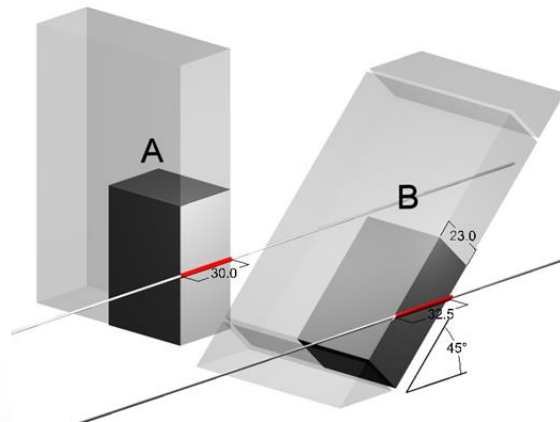
Kuva 5. Vedessä liikkuva japanilainen kevytpanssarivaunu Type 2 Ka-Mi (Type 2 Ka-Mi 2017).



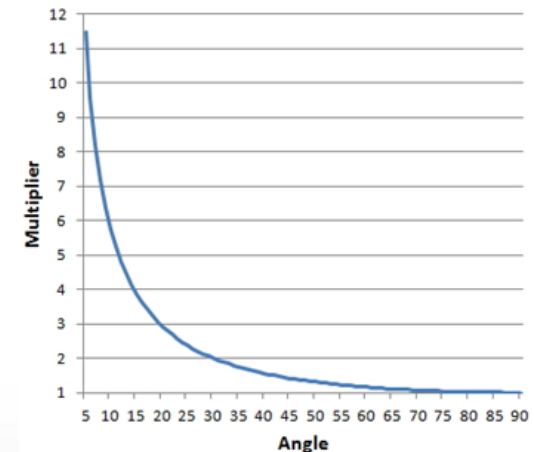


## 2.2 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN MUOTOILUN PÄÄPERIAATTEET

Panssarivaunut on aina muotoiltu vastaamaan käytännön tarpeita. Esimerkiksi ensimmäisessä maailmansodassa panssarivaunut suunniteltiin vinoneliön muotoisiksi, jotta niillä voitaisiin ylittää juoksuautoja (kuva 8) (Hart 2013, 10-13). Nykypanssarivaunun muotoilullisesti tärkein tekijä on viistosti aseteltu panssarointi. Muotoilu lähtee edelleen käytännön tarpeista: etupanssaroinnin on oltava viisto, jotta se torjuu edestä tulevan uhkan. Uhkan torjuminen onnistuu parhaiten viistolla etupanssaroinnilla, koska viisto muoto lisää panssarin torjuntatehoa. Viistosti asellun panssaroinnin halkaisija on asentonsa ansiosta suurempi kuin suoraan asellun panssaroinnin. Ammukset eivät pysty läpäisemään viistoa panssarointia yhtä tehokkaasti (Kuva 6 ja kuva 7) kuin suoraa. Viisto panssarointi lisää myös todennäköisyyttä, että suoraan edestä tuleva ammus kimpoaa pois vaunusta. Myös vaunun alapanssaroinnin on hyvä olla viistosti asennettu suuremman torjuntatehon vuoksi (Kuva 8). Viisto muoto alapanssaroinnissa on vaunulle hyödyksi maasto-olosuhteissa ja vesistöjä ylittäessä. Maastossa keula poistaa esteitä kulkuväylältä ja vedessä jakaa veden vastuksen panssarivaunun sivuille. Edellä mainituista syistä vaunun sivupanssarointikin on viistosti aseteltu. (Sloped armour 2016; Tank 2017.)



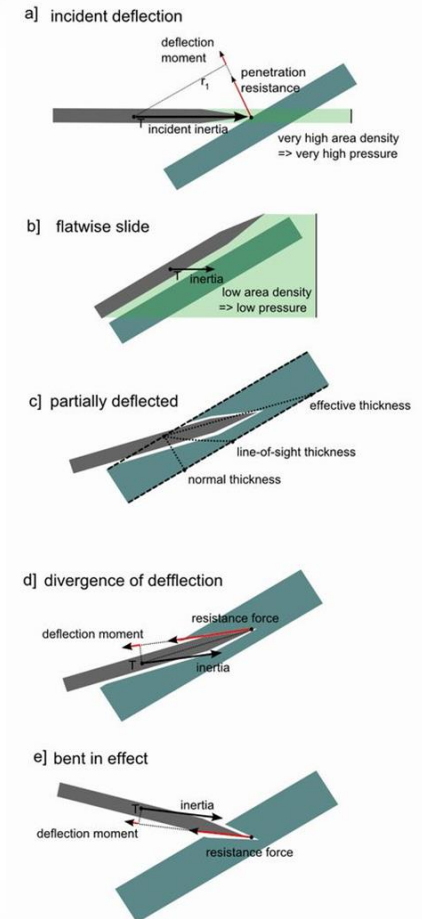
Kuva 6. Viiston panssaroinnin halkaisija (Sloped armour 2016).



Kuva 7. Viiston panssaroinnin astekulman laskukaava (Ankerstjerne 2013).



Panssarivaunun ulkotilat tulee suunnitella helppokulkuisiksi miehistön liikkuvuuden ja vaunun huoltotoimenpiteiden kannalta. Vaunuun tulee päästä kiipeämään maan pinnalta esteettömästi ja turvallisesti. Tätä tarkoitusta varten useimpien vaunujen pintaan on huomaamattomasti sijoitettu askelmia ja kitkaa lisääviä pintamateriaaleja. Vaunun etupanssaroinnin ja katon tulee olla tasainen, jotta sillä käveleminen on turvallista ja esteetöntä. Vaunun katon tulee olla tasainen myös, jotta sille voidaan sijoittaa kuljetettavia tarvikkeita, esimerkiksi miehistön välineistöä tai vaunun huoltotyökaluja. Vaunun katolla sekä vaunun etu- ja takaosan alapanssaroinnissa ovat kiinnitettyinä nostokorvakkeet ja hinauskorvakkeet. Korvakkeisiin on mahdollista kiinnittää vaijeri, jonka avustuksella kyljellään oleva vaunu voidaan kääntää tai rikkoutunutta vaunua hinata. Vaunun katolle avautuvien luukkujen avautumissuunnat suunnitellaan joko esteettömiksi vaunun katolla kulkemisen kannalta tai suojaamaan vaunusta poistuvaa miehistöä vihollistulelta. Avautuvat luukut eivät saa haitata vaunua kuljettavan miehistön näköyhteyksiä maastoon. Vaunun tulee olla käytettävissä myös luukkujen ollessa auki. (Armoured personnel carrier 2017; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Tank 2017.)



Kuva 8. Panssarointiin kohdistuvat iskut (Sloped armour 2016).



Vaunun takaosan muotoilun ei ole välttämätöntä noudattaa vinopanssaroinnin periaatteita, koska vihollisen oletettu hyökkäämissuunta on vaunun edestäpäin. Oletetun edestä tulevan vihollistulen vuoksi vaunun tärkein poistumistie sekä polttoainejärjestelmä ovat sijoitettuina vaunun takaosaan. Vaunun takaosa on turvallisin, suojaisin ja nopein reitti poistua vaunusta. Poistumistien tulee olla helppokulkuinen miehistön turvallisuuden takaamiseksi. Poistumistiejärjestelmän on tärkeää avautua vaivattomasti. Sivulle avautuva takaluukku, voi vaunun ollessa kallistettuna, olla liian painava avata tai sulkea. Tästä syystä vaunun takaluukun suotuisin avautumissuunta on alaspäin. Vaunun takaluukkuun avaava järjestelmä on yleensä hydraulikäyttöinen, mutta häiriöiden vuoksi vaunuissa olisi suositeltavaa olla myös manuaalisesti käytettävä poistumistie. Tämä voi olla samaan järjestelmään sijoitettu pienempi, sisäkkäinen ovi. Alaspäin avautuva takaluukku on käytännöllinen ratkaisu myös, koska se kääntyy rampiksi poistuvalla miehistölle. Ramppi on tasainen ja esteetön kulkuväylä verrattuna esimerkiksi askelmiin. Vaunuissa tulee olla useita suunniteltuja poistumisteitä miehistön turvallisuuden takaamiseksi. (Armoured personnel carrier 2017; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Tank 2017.)

Vaunun pohjan panssaroinnin suunnittelu on tärkeä osa-alue alta tulevan räjähdysvaaran vuoksi. Alta tulevia vaaroja ovat esimerkiksi miinat ja tienvarsipommit. Vaaran torjumiseksi panssaroinnin paksuutta on kasvatettu. Panssaroinnin kasvattaminen lisää kuitenkin vaunun kokonaispainoa, joka taas vaikuttaa negatiivisesti vaunun liikkuvuuteen. Hyvä vaihtoehto on muotoilla vaunun alaosan panssarointi viiste muotoon, jolloin räjähdysvaaran hajonta suuntautuu vaunun sivuille eikä suoraan pohjapanssariin ja vaunun sisäosaan. Viistepanssarointi vaunun alaosassa kuitenkin vähentää vaunun maavaraa. Matala maavara voi vahvistaa vaunun alapuolella tapahtuvan räjähdysvaaran vaikutusta. Lisäksi matala maavara heikentää vaunun liikkuvuuskykyä. (Sloped armour 2016; Armoured personnel carrier 2017; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Tank 2017.)



Vaunun pohjankorkeus vaikuttaa maavaraan. Kun vaununpohja on korkeammalla, on maavarakin korkeampi ja toisinpäin. Korkeasta vaunusta tähytettäessä näkyvyys on parempi. Korkean vaunun painopiste on kuitenkin korkealla, joka altistaa vaunun herkemmin kaatumiselle. Lisäksi korkeampi vaunu on suurempi ja näkyvämpi kohde kentällä. Matalan vaunun kaatumisriski on pienempi ja se on huonommin havaittavissa taistelukentällä. Matalasta vaunusta tähyttäminen on rajoittuneempaa. (Armoured personnel carrier 2017; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Tank 2017.)

Miehistönkuljetuspanssarivaunussa on tärkeää olla hyvä näkyvyys ulkopuolelle sen turvallisuuden takaamiseksi. Vaunusta on pystyttävä tarkkailemaan ympäristöä joka suunnalta. Sen takia vaunun ympärille on sijoitettu erilaisia elektronisia näkölaitteita sekä miehistölle periskoopeja. Periskooppien avustuksella miehistö voi turvallisesti tarkastella ympäristöään vaunun sisältä käsin. Näkölaitteiden pitää kuitenkin toimia myös vaunun kokonaisuotoilussa: periskoopit ja muut näkölaitteet tulee suunnitella esteettömiksi käytännön toiminnan kannalta. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi vaunun luukku ei voi aueta periskoopin eteen peittäen näkyvyyden. Vaunun ajajalla tulee olla hyvä näkyvyys ympäristöön, turvallisen etenemisen mahdollistamiseksi. Jotta ajajalla on riittävän hyvä näkyvyys ympäristöön, tulee etupanssaroinnin olla tasainen ja taustapeilien oikein aseteltuja. Taustapeilien kautta ajajalla on esteetön näkyvyys myös vaunun takaosaan. (Armoured personnel carrier 2017; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Tank 2017.)



Ajajan hyvää näkyvyyttä lisäävät myös oikein sijoitetut ajovalot. Panssaroiduissa ajoneuvoissa käytetään hyvin pitkälti samanlaisia ajovaloja kuin kuorma-autoissa. Vaunun etuosassa ovat kirkkaammat ajoväylään kohdistetut ajovalot – kuten autoissa. Ajovalot voivat olla lyhyesti eteen näyttävät, pitkälle kauemmaksi näyttävät tai sumuajovalot, joita käytetään epävakaalla säällä. Ajovalojen lisäksi vaunun etuosassa ovat sijoitettuina myös sotavalot. Näitä käytetään ainoastaan sotatilanteissa tai niihin harjoiteltaessa. Sotavalot ovat ajovaloja pienemmät ja huomaamattomammat valot. Ne auttavat vaunua ajamaan maastossa eteenpäin paljastamatta sijaintiaan viholliselle. Ne ovat sijoitettuina vaunun alaetupanssariin. Etusotavalvoja käytetään, kun vaunulla ajetaan sotatilassa eteenpäin – takasotavalvoja käytetään, kun vaunulla peruutetaan. Vaunun etuosassa tavallisten ajovalojen ja sotavalojen lisäksi ovat suuntamerkkivalot tieliikennekäyttöä varten. Vaunun takaosassa ovat sotavalojen lisäksi perinteiset peruutus- ja jarruvalot sekä sumuvalot. Erikoispiirteenä vaunun takaosan valosuunnittelussa on marssivalo. Marssivalo on kilven muotoinen tiedonantovalo, joka näyttää marssimatalla ajaessa takana tulevalle etäisyyden edellä olevaan. Näin marssiletka pysyy ajon aikana kasassa. (Armoured personnel carrier 2017; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Tank 2017.)

Kokonaisuudessaan vaunu suunnitellaan suorakaiteen muotoiseksi, jotta vaunun pituus mahdollistaa esimerkiksi kaivannon ylittämisen. Kaivannolla tarkoitetaan esimerkiksi maastossa olevaa ojaa tai juoksuhaudaa (Hart 2013, 60-65). Vaunun tulee olla riittävän pitkä, jotta se pystyy tasaisesti kulkemaan horjumatta tällaisen maastonmuodon ylitse. Liian leveä ja lyhyt vaunu juuttuisi kaivantoon. Maaston vaihtelut tulee huomioida myös riittävän pitkissä teloissa. Telojen tulo- ja jättökulman on oltava riittävä, jotta vaunu ei juutu etu- tai takaosastaan maaston vaihteluihin. Jotta pyörästä kulkisi sujuvasti, on johtopyörän eteen monissa vaunuissa asennettuna kuranpoistaja. Kuranpoistaja on varsi, joka kaapii pois pyörän pinnalla olevan maamateriaalin, jota kertyy maastossa ajettaessa. Maamateriaali voi päätyä teloihin, jolloin se tukkii pyörästä ja telat hankaloittaen liikkumista. Jotta pyörästä ja telojen vikoja päästään sujuvasti korjaamaan, olisi loka- tai kylkisuojien oltava helposti irrotettavia. Kylkisuojat valmistetaan yleensä paksusta ja taipuisasta kumimateriaalista, alumiinista tai teräksestä. (Armoured personnel carrier 2017; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Tank 2017.)



Miehistönkuljetuspanssarivaunun muotoilussa on tärkeää ottaa huomioon vaunusta syntyvä lämpöjälki. Lämpöjälki voi paljastaa vaunun olinpaikan viholliselle. Tämän vuoksi lämpöjälki tulisi johtaa esimerkiksi vaunun katolle. Katolla olevat lämpöjäljet ovat viholliselle haastavampia havaita. Lämpöjäljen hävittämisen lisäksi tärkeä keino sulauttaa miehistönkuljetuspanssarivaunu maastoon on sen ulkopintoja peittävä naamiomaalaus. Naamiomaalaus tehdään aina toimintaympäristön maaston värejä ja muotoja mukaillen, jotta vaunu ei eroaisi toimintaympäristöstään voimakkaasti. Esimerkiksi kanariankeltainen panssarivaunu Suomen metsissä olisi helposti havaittava maali. Sen sijaan Suomen Puolustusvoimat käyttää naamiomaalauksessaan Suomen metsistä löytyviä värejä: vihreää, mustaa, ruskeaa sekä niiden variaatioita. (Armoured personnel carrier 2017; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Tank 2017.)

Miehistönkuljetuspanssarivaunua muotoiltaessa tulee ulko- ja sisätiloja suunnitella yhtäaikaisesti. Suunnitelmien tulee olla toisiinsa yhteneväiset. Esimerkiksi sisälle rakennetun poistumistien tulee olla kannella olevan poistumisluukun kohdalla. Panssarivaunujen sisätilojen muotoilun tavoitteena on olla tilava. Toimintojen tulee olla aseteltuna tilaan kompaktisti ja kätevästi käytännön kannalta. Esimerkiksi istumamukavuudesta ei sovi tinkiä, mutta silti vaunuun tulisi mahtua useita kuljetettavia henkilöitä sekä kuljetettavaa materiaa. Jotta matkustaminen olisi miellyttävää, tulisi sisätiloissa säilyä tilantuntu. Kaikki materiaali olisi tärkeää kiinnittää kattoon tai seinään, myös istuimet. Lattialle kiinnittämistä tulisi välttää, koska alta tuleva räjähdys on näille vahingollista. Seinään tai kattoon kiinnitetty materiaali on alta tulevalta räjähdykseltä paremmin suojassa. Kaikki irtomainen materiaali on vaaraksi matkustajille kuljetuksen aikana, joten siksi kaikki materiaali kiinnitetään tai säilötään varustelatikoihin. Istuimien tulisi olla mukavia, koska joskus vaunussa matkustetaan pitkiäkin aikoja. Istuimissa tulee olla neli- tai viisipistevyö, matkustajien turvallisuuden takaamiseksi. (Armoured personnel carrier 2017; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Tank 2017.)

Miehistönkuljetuspanssarivaunujen muotoilun pitäisi olla kauaskatseista. Historiassa vaunuja on sovellettu miehistönkuljettamisen lisäksi myös muihin käyttötarkoituksiin. Tällaiselle modifioimiselle tulisi olla tilaa myös tulevaisuudessa. Siksi tilojen joustava suunnittelu on yksi tulevaisuuden tärkeimmistä tavoitteista, kun vaunuille kehitetään uusia käyttötarkoituksia. (Hart 2013, 218-219.)

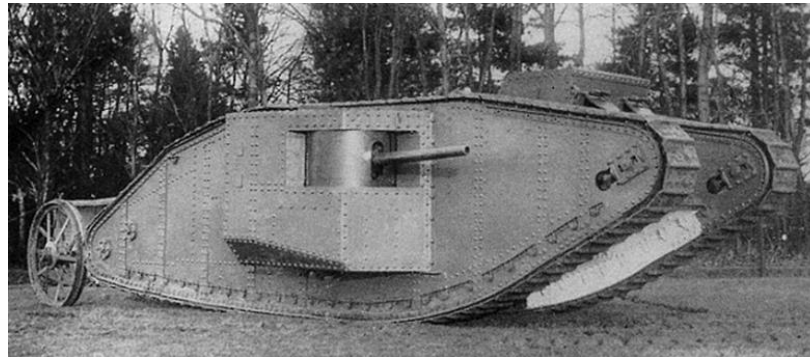




## 2.3 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN KEHITYS HISTORIASTA NYKYPÄIVÄÄN

Ensimmäiset panssarivaunut rullasivat taistelukentille ensimmäisessä maailmansodassa vuonna 1916. Koska tilanne oli muodostunut juoksuhaudatodaksi, alkoivat englantilaiset kehittää ratkaisua läpimurron saamiseksi. Englantilaisten tavoitteena oli päästä saksalaisten linjojen läpi. Tämän tarpeen vuoksi kehitettiin panssarivaunu Mark I eli Mk 1 (Kuva 9), joka oli sittemmin yksi ensimmäisistä käytössä olleista vaunuista. Mark 1 suunniteltiin vinoneliön muotoiseksi, jotta sillä voitiin tasapainoisesti ylittää juoksuhaudoja. Panssarivaunut todistivat tarpeellisuutensa tuoden taistelukentälle liikkuvuutta, tulivoimaa ja suojaa etenevälle jalkaväelle. (Hart 2013, 10-13; Tank 2017.) Tämän vuoksi panssarivaunut ovat edelleenkin nykypäivän asevoimien kulmakivi.

Ensimmäisen maailmansodan panssarivaunut olivat vielä kömpelöitä ja hitaita. Niiden keskinopeus oli alle 10 kilometriä tunnissa. (Trehwitt 2012, 14-19). Toisessa maailmansodassa (1939-1945) Saksa otti käyttöön uuden taktiikan nimeltä salamasaota. Salamasaotassa joukot etenivät nopeasti vallaten uusia alueita. (Hart 2013, 94-97; Salamasaota pakotti Euroopan polvilleen 2015). Myös panssarivaunujen nopeus oli nelinkertaistunut ensimmäisen maailmansodan jälkeen (Trehwitt 2012, 15-24). Koska jalkaväen piti pysyä nopeasti etenevien lentokoneiden ja panssarivaunujen mukana, miehistönkuljetukseen käytettävät panssariajoneuvot alkoivat kehittyä (Trehwitt 2012, 190).



Kuva 9. Panssarivaunu Mk 1 eli Mark 1 (Tank Mark I 2016).



Saksalaiset käyttivät toisen maailmansodan alkaessa vuonna 1939 miehistön kuljettamiseen SdKfz 251(Sonderkraftfahrzeug 251) puolitelajaoneuvoa (Kuva 10). Myöhemmin sodan jatkuessa sen käyttö laajeni kaikille rintamille. Kahden miehistön jäsenen lisäksi se pystyi kuljettamaan kymmenen henkilöä. Sen maksiminopeus maantiellä oli 52,5 kilometriä tunnissa ja toimintasäde 300 kilometriä. Panssaroinnin paksuus vaihteli 6-14,5mm välillä. Panssarilevyt asteltiin keula- ja kylkilinjoissa viistemuotoon panssaroinnin suojauksen maksimoimiseksi. Myöhemmin SdKfz 251:stä tehtiin kaksikymmentäkaksi eri versiota. Näitä olivat esimerkiksi liekinheitin-, panssarintorjunta-, raketinheitin-, viesti-, tulenjohto-, infrapunavalonheitin- ja ambulanssimuunnokset. (Trehitt 2012, 190.)

Yhdysvaltalaiset aloittivat oman miehistön kuljettamiseen tarkoitetun puolitelajaoneuvonsa (M3) tuotannon vuonna 1941 (Kuva 11). M3 puolitelajaoneuvoon mahtui kuljettajan lisäksi kaksitoista henkilöä. Sen maksiminopeus oli 64 kilometriä tunnissa ja toimintasäde 282 kilometriä. Miehistön kuljettamisen lisäksi sitä käytettiin runsaasti myös muissa tehtävissä. Näitä olivat esimerkiksi viestijoneuvona, tykinvetäjänä ja ambulanssina toimiminen. Ne olivat kevyesti panssaroituja ajoneuvoja, jotka tarjosivat suojaa käsiaseiden luoteja vastaan. (Trehitt 2012, 195.)



Kuva 10. Puolitelajaoneuvo SdKfz 251 (Sd.Kfz. 251 2017).



Kuva 11. Puolitelajaoneuvo M3 (M3 Half-track 2017).





	<b>SD.Kfz. 251</b>	<b>M3 HALF-TRACK</b>
ALKUPERÄMAA	SAKSA	YHDYSVALLAT
MAKSIMINOPEUS (KM/H)	52,5 KM/H	64 KM/H
TOIMINTASÄDE (KM)	300	282
PAINO (KG)	7 810 KG	9 299 KG
PANSSAROINNIN PAKSUUS (MM)	6-14,5 MM	8 MM
MIEHISTÖ (HENKILÖÄ)	12	14

TAULUKKO 2. Puolitelajoneuvojen vertailua (Trehitt 2012, 190-195).



1960-luvulla panssaroidun miehistönkuljetusajoneuvon kehittyminen jatkui. Pelko ydinsodasta ja täydestä konfliktista Euroopassa loivat tarpeen kehittää miehistön liikkumista edistäviä ajoneuvoja räjähdysmäisesti. (Hart 2013, 202-203; Tank 2017.) Niiltä vaadittiin uudenlaisia ominaisuuksia, kuten vahvempaa panssarointia, pidempää toimintasädettä, nopeampaa liikkuvuutta, uintikykyä sekä mahdollisuutta ilmakuljetukseen. Yhdysvaltalaiset kehittivät tuolloin hyvin menestyksekkään täysin teloilla kulkevan M113 miehistönkuljetuspanssarivaunun (Kuva 12). Sitä tuotettiin yli 80 000 kappaletta ja vietiin yli 50 maahan. M113-vaunuun kuuluu kaksi miehistön jäsentä. Vaunulla voidaan kuljettaa yhtätoista henkilöä. Sen maksiminopeus maantiellä on 67,6 kilometriä tunnissa ja vedessä 5,8 kilometriä tunnissa. Toimintasäde maantiellä on 483 kilometriä. Panssaroinnin paksuus on 44 millimetriä. M113 painaa 11 341 kilogrammaa. Sitä on käytetty miehistön kuljettamisen lisäksi komento-, ilmantorjunta-, kranaatinheitin-, liekinheitin- ja sairaankuljetustehtävissä. Se on ollut käytössä erilaisissa palvelustehtävissä aktiivisesti 2000-luvulla. (Trehwitt 2012, 203; M113 armored personnel carrier 2017; Tank 2017.)



Kuva 12. Miehistönkuljetuspanssarivaunu M113 (M113 armored personnel carrier 2017).



Myös Neuvostoliitossa tuotettiin samanaikaisesti monia menestyksekkäitä malleja, joita on ollut käytössä ympäri maailmaa. He valmistivat pyöräajoneuvoina BTR-40, BTR-152, BTR-60, BTR-70, BTR-80 sekä tela-ajoneuvoina malleja BTR-50, MT-LB, BMP-1 ja BMP-2. Suomessa näistä ajoneuvoista on ollut käytössä BTR-sarjan pyöräajoneuvoja sekä kaikkia edellä mainittuja tela-ajoneuvoja. (BTR Vehicle 2016; Armoured personnel carrier 2017.) Esimerkiksi BMP-1 kalustoa on ostettu Suomeen kahdessa erässä (Kuva 13). 1981 Neuvostoliitosta 85 kpl, ja sen jälkeen DDR:stä 110 kpl 1990-luvun alkupuolella. Vaunut toimivat Suomen reservissä aina vuoteen 2007 asti. (Enkenberg 2015, 136-137.)

Tällä hetkellä Suomen puolustusvoimilla on käytössä moderneimpana teloilla kulkevana miehistönkuljetusajoneuvona CV9030. Suomi on ostanut näitä vaunuja yhteensä sata kappaletta 2000-luvun alkupuolella. Se on ruotsalaisvalmisteinen rynnäkköpanssarivaunu, jonka kehittäminen aloitettiin 1980-luvulla. Sen ensimmäiset prototyypit valmistuivat vuonna 1988 ja tuotantomallin toimittaminen aloitettiin vuonna 1994. CV9030 on erittäin muuntautumiskykyinen vaunu. Sitä on käytetty esimerkiksi komento-, tiedustelu-, ilmantorjunta-, tulenjohto- ja evakuointitehtävissä. Vaunu työskentelee kolmen henkilön miehistöllä (johtaja, ampuja ja ajaja) ja siihen mahtuu kahdeksan kuljetettavaa henkilöä. Aikaisempiin miehistönkuljetuspanssarivaunuihin verrattuna, CV9030:n panssarointi on parempi ja moottori tehokkaampi. Se sisältää myös automaattisen puolustusjärjestelmän, joka luokittelee havaittuja uhkia ja tarvittaessa laukaisee savunheittimet. CV9030 maksiminopeus maantiellä on 65 kilometriä tunnissa ja toimintasäde 600 kilometriä. Se painaa 27 000 kilogrammaa. (Enkenberg 2015, 178-179; CV90 2016; Suomen Puolustusvoimat 2017.)



Kuva 13. Miehistönkuljetuspanssarivaunu BMP-1 (BMP-1K komento-versio Parola Tank Museum 2014).



Käytännönläheinen muotoiluperiaate on säilynyt miehistönkuljetuspanssarivaunujen historiassa aina nykypäivään saakka. Tästä hyvä esimerkki on Protolab Oy:n miinasuojattu panssaroitu pyöräajoneuvo (Kuva 15), jonka ulkoasussa on yhteneväisiä piirteitä puolitelä-ajoneuvo SdKfz 251 kanssa (Kuva 14). SdKfz 251 on valmistettu vuonna 1939.



Kuva 14. Puolitelä-ajoneuvo SdKfz 251 (Sd.Kfz. 251 2017).



Kuva 15. Protolab Oy:n miinasuojattu panssaroitu pyöräajoneuvo (The new PMPV «MiSu» 6×6 armored vehicle prototype has been developed by Protolab Oy company from Finland 2015).



	ENSIMMÄINEN MAAILMANSOTA	TOINEN MAAILMANSOTA	KYLMÄSOTA	NYKYAIKA
MALLIN NIMI:	TANK MK V	Sd.Kfz. 251	BMP-1	CV9030
VALMISTUSVUOSI:	1917	1939	1961	1993
ALKUPERÄMAA:	ISO-BRITANNIA	SAKSA	NEUVOSTOLIITTO	RUOTSI
KÄYTETTY SUOMESSA:	EI	EI	KYLLÄ	KYLLÄ
MAKSIMINOPEUS (KM/H)	7,4 KM/H	52,5 KM/H	65 KM/H	66 KM/H
TOIMINTASÄDE (KM)	72KM	300KM	600KM	600KM
PAINO (KG)	29 600KG	7 810KG	13 000KG	27 000KG
PANSSAROINNIN PAKSUUS (MM)	6-14MM	6-14,5MM	6-33MM	TIETOA EI SAATAVISSA
MIEHISTÖ + KULJETETTAVAT  (HENKILÖÄ)	8+0	2+10	2+8	3+8
LIIKKUMIS-MENETELMÄ	TELA	PUOLITELA	TELA	TELA

TAULUKKO 3. MiehISTÖnkuljetuspanssarivaunujen historiavertailu (Trehwitt 2012, 15; Trehwitt 2012, 190; Enkenberg 2015, 136-137; Enkenberg 2015, 178-179)





### 3 MIEHISTÖNKULJETUSPANSSARIVAUNUN TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Toimintaympäristöllä tarkoitetaan ympäristöä, jossa miehistönkuljetuspanssarivaunu käytetään. Toimintaympäristö voidaan nähdä moniulotteisena tarkastelunäkökulmasta riippuen. Toimintaympäristöä voidaan tarkastella poliittisesta, yhteiskunnallisesta, lainsäädännöllisestä, taloudellisesta, kulttuurisesta, sosiaalisesta ja luonnonympäristön näkökulmasta. (Mikä on toimintaympäristö, mitä siitä pitää ymmärtää ja miksi? 2017.) Tämän opinnäytetyön painopiste on miehistönkuljetuspanssarivaunun tarkastelemisesta luonnonympäristön näkökulmassa.

Panssaroituja ajoneuvoja on operoinut ympäri maailmaa niistä ajoista lähtien, kun ensimmäiset panssarivaunut osallistuivat ensimmäisen maailmansodan taisteluihin 1900-alussa (Hart 2013, 10-13; Tank 2017). Koska ympäri maailmaa on kehitetty paljon erityyppisiä panssaroituja ajoneuvoja, vaihtelevat panssaroitujen ajoneuvojen toimintaympäristöt laajasti (Trehwitt 2012, 7-312; Tank 2017). Panssarivaunuja suunniteltaessa on siis tärkeää huomioida paikalliset olosuhteet (Kuva 16).



Kuva 16. Erilaisia ympäristöjä (Hot Pockets 2017).



Miehistönkuljetuspanssarivaunu voi joutua työskentelemään erilaisissa lämpötiloissa, ääripäinä kuumat aavikot tai kylmät jäätiköt. Toimintaympäristön ilmankosteus voi olla joskus suurta, jolloin miehistönkuljetuspanssarivaunu altistuu kosteudelle. Toisaalta joskus ilmankosteus on hyvin pieni, jolloin ympäristö on pölyävän kuiva tai jäisen kylmä. Ympäristö voi olla turvallinen ja suojaa antava tai vaarallinen ja erilaisille uhille altistava. Työskentelyajasta riippuen ympäristö voi olla valoisa tai pimeä. Maaperä, jolla miehistönkuljetuspanssarivaunu liikkuu, voi olla pehmeä, kova, pölyävä, mutainen tai esimerkiksi liukas. Miehistönkuljetuspanssarivaunun toimintaympäristö vaihtelee siis suuresti ja ajoneuvon tulisi selvittää missä päin maapalloa tahansa. (Hart 2013, 20-219; Natural Environment 2017; Tank 2017.)

Miehistönkuljetuspanssarivaunun on vastattava toimintaympäristön asettamiin vaatimuksiin. Kuumassa ilmanlämpötilassa toimiessa, tulee miehistönkuljetuspanssarivaunun olla hyvin ilmastoitu ja moottori jäähdytetty. Kuivan ja pölyisen ilman suodattamiseksi, tulee moottorin ilmanottolaitteistossa huomioida suodatinjärjestelmän toimiminen. Esimerkiksi hiekan joutuminen moottoriin, voi aiheuttaa suuria ongelmia. Kylmällä kelillä työskenneltäessä tulee sisäilman olla lämmitettyä. Jäinen ja liukas maanpinta vaativat teloilta pitoa, jota voi lisätä tiettytyyppisellä urituskuviolla sekä leveämmillä teloilla. Mutaisella kelillä urituskuviosta ja leveistä teloista on yhtä lailla hyötyä eteenpäin kuljettaessa. Pimeällä kelillä tulee miehistönkuljetuspanssarivaunun pystyä valaisemaan ympäristönsä. Joskus valo ei turvallisuussyistä voida käyttää, tällöin pimeässä operoiminen hoidetaan erityisillä pimeännäkölaitteistoilla. Valoisalla kelillä tulee miehistönkuljetuspanssarivaunun pystyä sulautumaan ympäristöönsä ollakseen mahdollisimman huomaamaton turvallisuuden takaamiseksi. Tässä auttavat esimerkiksi naamiomaalaukset. (Trehwitt 2012, 199-229; Armoured personnel carrier 2017; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Tank 2017.)

Miehistönkuljetuspanssarivaunun tulee pystyä suoriutumaan erilaisista maastonkorkeuden vaihteluista hyvin, esimerkiksi vuoristoista, metsistä ja aavikoista. Erilaisissa ympäristöissä liikkeessä, miehistönkuljetuspanssarivaunun polttoaineen kulutus on erilaista. Tämä on otettava huomioon, kun lasketaan vaunun operatiivista toimintasädettä. Huollon tulisi olla aina kätevästi saatavilla sopivan välimatkan päässä. Huoltotoimenpiteitä ovat esimerkiksi vaunun polttoainevarastojen täydentäminen. (Trehwitt 2012, 199-229; Armoured personnel carrier 2017; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Tank 2017.)



### 3.1 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN UHAT RAUHAN AIKANA

Miehistönkuljetuspanssarivaunun uhat voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen: uhat rauhan aikana ja uhat sotatilanteessa. Rauhan aikana vaunuja käytetään pääasiassa harjoitustarkoituksissa. Harjoitteleva miehistö voi vielä olla kokematon. Vaunun hallinta vaatii kokemusta. Harjoitustilanteissa uhat liittyvät usein miehistön kokemattomuuteen sekä puutteellisiin vaunun hallintataitoihin. Esimerkiksi harjoitustilanteessa ajettaessa kokemattoman miehistön kanssa, voivat maaston vaihtelut joskus yllättää (Kuva 17). Tämä voi aiheuttaa esimerkiksi kaatumisriskin vaikeakulkuisessa maastossa. Vesistöjä ylitettäessä miehistön on otettava huomioon ylityskohta ja kuinka veden virtaaminen vaikuttaa vaunun käyttäytymiseen, tämäkin vaatii miehistöltä harjaantumista. Vaunun mittasuhteet voivat olla aluksi hankalia hahmottaa, jolloin esimerkiksi riski törmätä on suurempi. Vaunun hallintajärjestelmien hallitseminen vaatii harjaannusta, pienenkin virheen tekeminen voi altistaa miehistön vaaralle. Esimerkiksi vesistöä ylitettäessä raolleen jäänyt luukku aiheuttaa hukkumisriskin. (Uhka 2015; Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Peace 2017; Tank 2017; War 2017.)

Uhkatekijöitä on pyritty minimoimaan kiinnittämällä huomiota turvallisuuteen. Vaunun hallintajärjestelmät osaavat varoittaa miehistöä esimerkiksi auki jääneistä luukuista ja toisaalta miehistön on turvallista istua nelipistevoilla varustetuilla istuimilla aina vaunun liikuessa. Vaunun kaatumisriski on pieni, koska painopiste on matalalla. Matkustaminen on tasaista, koska vaunun telakoneista joustaa maastonpinnanvaihteluiden mukaan. Rauhan aikana miehistö pääsee harjoittelemaan aktiivisesti vaunun käyttämistä, jotta tällaisilta riskeiltä vältyttäisiin sotatilanteessa. Vaunun hallintaa harjoitellaan sekä simulaattoreilla että erilaisilla maastoissa tehtävillä ajoharjoituksilla. (Lemmetyinen & Maaniittu 2017; Risk management 2017.)



Kuva 17. M1 Abrams ojassa (Heavy tank slips off road into ditch 2017).



### 3.2 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN UHAT SODAN AIKANA

Sotatilanteissa uhat ovat moninaisempia. Edellä mainittujen uhkien lisäksi maastosta nousee uusia uhkia sekä läheltä että kaukaa. Miehistönkuljetuspanssarivaunun pitää pystyä puolustautumaan näiltä kaikilta ollakseen turvallinen kuljettamilleen henkilöille. Niin kauan, kun panssarivaunuja on ollut, on niitä vastaan kehitetty myös panssarintorjuntaa. (Panssarintorjunta 2015; Tank 2017.)

Jalkaväki (Kuva 18) aiheuttaa miehistönkuljetuspanssarivaunulle suurimman uhan operoidessaan vaunun lähietäisyydellä. Kauempana maastossa ei jalkaväestä nouse yhtä suurta uhkaa miehistönkuljetusvaunulle, toisin kuin esimerkiksi taivaalla lentävästä taisteluhelikopterista. Jalkaväellä on käytössään lähietäisyydellä käytettäviä panssarintorjunta-aseita. Tällaisia ovat esimerkiksi miinat ja tienvarsipommit, joilla pyritään lamauttamaan vaunun kyky liikkua. Kauempana miehistönkuljetuspanssarivaunusta ollessaan jalkaväki voi käyttää räjähteitä, sinkoja, panssarintorjuntakiväärejä sekä panssarintorjuntatykkeitä. Nykyaikaisin keksintö panssarintorjuntaan ovat ohjukset, jotka ohjataan vaunun heikoimpiin kohtiin eli esimerkiksi kattopanssariin. (Panssarintorjunta 2015; Enkenberg 2015, 208-209.)



Kuva 18. Yhdysvaltalaisia jalkaväkeä tulitaistelussa Taliban-taistelijoita vastaan Afganistanissa. (Infantry 2017).



Pidemmillä toimintasäteellä nopeammin liikkuva uhka ovat taistelu- sekä rynnäköpanssarivaunut (Kuva 19). Niiden asejärjestelmillä on mahdollista ampua tarkasti pitkän välimatkan päästä. (Trehwitt 2012, 7-312; Tank 2017.) Pahimpana uhkana pidetään ilmassa nopeasti liikkuvia panssarintorjuntajärjestelmiä, joita ovat lentokoneet, taisteluhelikopterit (Kuva 20) ja miehittämättömät lentoalukset. Nämä liikkuvat taivaalla, panssarivaunujen yläpuolella, nopeasti sekä huomaamattomasti. Ne pyrkivät osumaan panssarivaunun heikoimpiin kohtiin eli esimerkiksi sen kattoon. (Military Aviation 2016; Attack helicopter 2017; Unmanned aerial vehicle 2017.)



Kuva 19. Taistelupanssarivaunu Merkava Mk IIIID (Tank 2017).



Kuva 20. Apache (AgustaWestland Apache 2017).



Uhan miehistönkuljetuspanssarivaunulle muodostaa myös epäsuora tuli. Epäsuora tulta ovat tykistötuli (Kuva 21 ja kuva 22) sekä erilaiset ohjus- ja raketinheitinjärjestelmät. Epäsuora tulta kantaa kohteeseensa jopa satojen kilometrien päähän. Se on epätarkkaa, mutta aiheuttaa suurta vahinkoa osuessaan kohteeseensa. (Raketinheitin 2013; Ohjus 2015.) Miehistönkuljetuspanssarivaunuja voidaan lamauttaa käyttämällä sähkölaitteiden lamauttamiseen tarkoitettua sähköimpulssia. Tämä on nykyaikainen keino vahingoittaa elektronisia laitteita käyttäviä panssarivaunuja. Sähköimpulssilla voidaan myös tehokkaasti nykypäivänä suojautua, jolloin sen aiheuttamalta vahingolta voidaan välttyä. (Electromagnetic pulse 2017.)



Kuva 21. Yhdysvaltalainen M198 Haupitsi (Howitzer 2017).



Kuva 22. Iso-Britannialainen AS-90s (Self-propelled artillery 2016).





## 4 OPINNÄYTETYÖN TOIMEKSIANTAJA

Patria tuottaa puolustus-, turvallisuus- ja ilmailualalle palveluita ja tuotteita. Suomen valtio omistaa Patriasta 50,1 prosenttia ja norjalainen yhtiö Kongsberg Defence & Aerospace AS loput 49,9 prosenttia. Konsernina Patria jakautuu viiteen eri liiketoiminnan osa-alueeseen. Näitä ovat Aviation, Land, Systems, Millog ja Nammo. Land liiketoiminta keskittyy maassa operoiviin ajoneuvoihin ja niiden kehittämiseen. Patria Landin tuotteita ovat esimerkiksi panssaroidut pyöräajoneuvot, kuten AMV ja kranaatinheitinjärjestelmät Nemo ja AMOS. (Patria 2017.) Patria Land Systemsin toimipaikka sijaitsee Hämeenlinnassa.

Opinnäytetyön ohjaajina toimivat suunnittelupäällikkö Toni Maaniittu sekä osastopäällikkö Jari Lemmetyinen.

# Patria

Kuva 23. Patria-logo (Patria 2017).



Kuva 24. Patria AMVXP (Patria unveils the new AMVXP 2015).



## 5 TAVOITTEET JA RAJAUS

### 5.1 TOIMINNALLISET TAVOITTEET

Tämän opinnäytetyön toiminnallinen tavoite on kehittää yhteistyössä Patria Land Systemsin kanssa moderni, aseeton, teloilla kulkeva miehistönkuljetuspanssarivaunukonsepti Suomen Puolustusvoimien vanhentuneen teloilla kulkevan miehistönkuljetuskaluston korvaamiseksi. Miehistönkuljetuspanssarivaunun tavoitteena on olla uusi, nykyaikainen sekä helposti modifioitavissa oleva. Modifiointimahdollisuus toteutetaan suunnittelemalla miehistönkuljetuspanssarivaunuun integroitu, vaihdettavissa oleva moduuli. Moduulivaihtoehtoina ovat evakuointi-, tiedustelu-, huolto- ja täydennysmoduuli.



## 5.2 ESTEETTISVISUAALISET TAVOITTEET

Opinnäytetyön esteettisvisuaalisena tavoitteena on:

- yhteneväinen muotokieli Suomen Puolustusvoimilla käytössä olevan välineistön kanssa
- yhteneväinen muotokieli Patrian Suomessa tuotetun malliston kanssa
- skandinaavinen muotokieli
- minimalistinen ulkoasu
- luonnosta inspiraationsa saanut värimaailma
- uskottava ja dynaaminen yleisilme.



### 5.3 LIIKKUVUUSTAVOITTEET

Opinnäytetyön tuotoksena luodun miehistönkuljetuspanssarivaunun on pystyttävä taktiseen liikkumiseen missä tahansa maastossa – niin vesistöissä, mäkisessä metsässä, aavikolla kuin sademetsässäkin (Kuva 25). Liikkumisen tulee tapahtua mahdollisimman nopeasti ja turvallisesti, ilman riskiä kaatumisesta tai jumiutumisesta. Sillä on hyvä olla myös strateginen liikkumiskyky eli vaunua on voitava kuljettaa esimerkiksi junalla tai lentokoneella (Kuva 26).



Kuva 25. "Lentävä panssarivaunu" (Flying Tank 2017).



Kuva 26. M1 Abrams lentokonekuljetuksessa (What can fit inside a C-5 Galaxy 2014?).



## 5.4 SUOJAUSTAVOITTEET

Miehistönkuljetuspanssarivaunun tavoitteena on kuljettaa turvallisesti miehistöä kohteeseen. Miehistön turvallisuus voidaan taata esimerkiksi

- selkeillä, riittäväillä ja esteettömillä poistumisteillä
- istuinten nelipisteturvavöillä
- miinasuojauksella
  - vaunun kattoon kiinnitetyillä istuimilla
  - vaunun kattoon tai seiniin kiinnitetyillä tarvikkeilla (tarvikkeet eivät saa olla irtonaisia)
- vihollistulta torjuvalla panssaroinnilla eli ballistisella suojauksella
- NBC (nuclear, biological and chemical) kaasujen suodatuksella
- ympäristöön sulautuvalla naamioväryyksellä
- laservaroittimilla
  - jotka varoittavat vihollisen lasertähtäyksestä
  - jotka automaattisesti vaaran uhatessa laukaisevat savupanokset, jolloin vaunu saa suojaa savuverhosta
- elektronisilla näkölaitteilla
- manuaalisilla näkölaitteilla
- riittäväällä valaistuksella
- hyvillä pintamateriaaleilla (kiipeämistä helpottava kitkapinnoite)
- oikein asetelluilla askelmilla
- polttoainejärjestelmän suojauksella
- häirintälähetimillä
- radiohäirinnällä
- hallitsemalla lämpökuvaa ja sen näkyvyyttä.





## 5.5 TILANNETIETOISUUSTAVOITTEET

Tilannetietoisuudella tarkoitetaan sitä, että miehistö on tietoinen miehistönkuljetuspanssarivaunun lähiympäristön tapahtumista. Tilannetietoisuuden ylläpitäminen on tärkeä tavoite miehistönkuljetuspanssarivaunua suunniteltaessa, jotta miehistön turvallinen siirtyminen kohteeseen voidaan taata. Tilannetietoisuutta edesauttavat vaunussa olevat erilaiset järjestelmät:

- näköjärjestelmät
  - pimeännäköjärjestelmä
  - lämpökamerajärjestelmä
  - BIFF (Battlefield Identification Friend or Foe)
- tutkajärjestelmät
- GPS-järjestelmät
- kommunikointijärjestelmät
  - intercom
  - BMS (Battlefield Management System)
- uhkan torjuntajärjestelmät.



## 5.6 RAJAUS

Opinnäytetyö toteutetaan muotoilun näkökulmasta, joten laitteistojen teknisiä ominaisuuksia ei lähdetä syvällisesti esittelemään, vaikka ne tekstissä mainitaankin miehistönkuljetuspanssarivaunun tärkeinä ominaisuuksina. Asejärjestelmät rajataan työstä pois aseettoman näkökulman vuoksi. Lopullinen tuote suunnitellaan kotimaan markkinoille, mikä rajaa pois ulkomaiset vaikutteet. Opinnäytetyössä väläytetään mahdollisuutena modifioida miehistökuljetuspanssarivaunua muissakin käyttötarkoituksissa. Tässä opinnäytetyössä keskitytään kuitenkin suunnittelemaan ajankäytönhallinnallisista syistä erityisesti miehistön kuljettamiseen tarkoitettu moduuli.



## 6 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN SUUNNITTELUVAIHE

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan teloilla kulkeva miehistönkuljetuspanssarivaunu yhteistyössä Patrian kanssa. Opinnäytetyön aihe nousee opinnäytetyön tekijän henkilökohtaisesta ja ammatillisesta kiinnostuksesta panssarivaunuteollisuutta kohtaan. Lahden ammattikorkeakoulun asettamien rajoitusten vuoksi panssarivaunuteollisuus on eettisesti harmaalla alueella oleva aihe. Opinnäytetyön tekijän intohimon sekä aiheen innovatiivisuuden sekä ajankohtaisuuden (Suomi 100 vuotta) vuoksi aiheesta ei kuitenkaan koettu järkeä luopua, joten ideaa lähdettiin jatkojalostamaan Lahden ammattikorkeakoulun rajoitusten mukaiseksi. Opinnäytetyön aihe rajautui panssariteollisuuden aseentomaan tuotteeseen: miehistönkuljetuspanssarivaunuun.

Miehistönkuljetuspanssarivaunutyyppinä on olemassa useita erilaisia, esimerkiksi miehistön kuljettamiseen tarkoitettuja vaunuja tai tiedusteluun käytettyjä vaunuja. Resurssisyistä opinnäytetyötä jouduttiin kuitenkin rajaamaan: ajan rajallisuuden vuoksi opinnäytetyössä ei voitu keskittyä kaikkiin erilaisiin miehistönkuljetuspanssarivaunujen tyyppeihin. Rajauksen tekeminen käynnisti uuden idea-aallon opinnäytetyön tekijälle. Voisivatko nämä kaikki miehistönkuljetuspanssarivaunujen tyypit olla yhdistettävissä yhteen ja samaan ajoneuvoon? Todennäköisesti ei, sillä tilankäytännölliset ja toiminnalliset rajoitukset tulevat vastaan. Mutta entäpä jos ajoneuvoon olisikin vaihdettavissa eräänlainen tehtävämoduuli käyttötarkoituksen mukaan? Näin yhdestä rungosta saataisiin monikäyttöinen, useisiin eri tarkoituksiin vastaava, käyttötarkoituksen mukaan muokattavissa oleva ajoneuvo. Yhden ajoneuvon monikäyttöisyys vähentää erikoistehtäviin suunniteltujen monien erikoisajoneuvojen hankkimis- ja ylläpitokustannuksia. Yhden ajoneuvotyyppin huolto- ja ylläpitokustannukset pystytään kohdentamaan tehokkaammin ja tuottavammin.



Opinnäytetyön aiheen hahmottumisen jälkeen lähdettiin etsimään työelämäyhteistyötä opinnäytetyöhön. Yhteistyökumppanin toivottiin olevan kotimainen yritys tai taho. Luonnollisesti yhteistyötä lähdettiin ensimmäisten joukossa kartoittamaan Patrialta sekä Suomen Puolustusvoimista, jotka ovat molemmat kotimaisia toimijoita panssarikaluston alalla ja omaavat paljon luotettavaa informaatiota panssarikalustosta. Opinnäytetyön ensisijaisena yhteistyökumppanina pidettiin Patriaa, joka on Suomessa panssariajoneuvoja suunnitteleva sekä valmistava yhtiö. Opinnäytetyön toissijaisena yhteistyökumppanina pidettiin Suomen Puolustusvoimia, joka voi tuottaa erilaisia käyttäjäkokemuksia opinnäytetyön tietoperustaan avoimien haastattelujen avustuksella. Opinnäytetyöhön haettiin Suomen Puolustusvoimilta haastatteluiden tekemistä varten tutkimuslupa, joka hyväksyttiin. Ajankäytännöllisistä syistä sekä työn muotoilullisesta näkökulmasta käyttäjähaastattelu rajattiin pois. Suunnitteluvaiheessa havaittiin, että Patria pystyi tuottamaan riittävän tietoperustan opinnäytetyön tarpeisiin. Patrian kanssa sovittiin ensimmäinen yhteistyötapaaminen 28.11.2016 olevaksi ja opinnäytetyöprosessin aikana yhteistyötapaamisia oli useita. Yhteistyötapaamisia pidettiin Patrian Hämeenlinnan toimipisteessä, Parolan panssarimuseolla sekä Lahden ammattikorkeakoulun Muotoinstituutissa.

Opinnäytetyössä halutaan tuoda markkinoille uusi näkemys miehistönkuljetuspanssarivaunun muotoilusta sekä herätellä kotimaista teollisuutta. Edellä mainittujen kriteereiden vuoksi lähdettiin hahmottelemaan uudenlaista miehistönkuljetuspanssarivaunua. Miehistönkuljetuspanssarivaunun halutaan olevan teloilla kulkeva, sillä vastaava kotimainen kalusto on auttamattomasti vanhentunutta. Lisäksi Suomessa ei ole vielä koskaan valmistettu teloilla kulkevia miehistönkuljetuspanssarivaunuja. Patria valmistaa tällä hetkellä pyörillä kulkevaa miehistönkuljetuspanssariautoa, AMV:ta (armoured modular vehicle), joka on tällä hetkellä modernein Suomen Puolustusvoimien käytössä oleva miehistönkuljetukseen oleva pyöräajoneuvo.





Kuva 27. Vierailu Parolan panssarimuseolla  
(Waltter Holm 2017).





Opinnäytetyössä miehistönkuljetuspanssarivaunuun tavoitellaan monikäyttöisyyttä. Monikäyttöisyyden ajatusta pohdittaessa opinnäytetyön tekijälle tuli luova idea sisällyttää miehistönkuljetuspanssarivaunuun tehtävämoduuli, joka olisi helposti vaihdettavissa toiseen. Vastaavanlaista ratkaisua ei vielä ole markkinoilla olevissa teloilla kulkevissa miehistönkuljetuspanssarivaunuissa. Alustavissa suunnitelmissa tehtävämoduuli sijoittuu vaunun takaosaan ja on helposti irrotettavissa sekä vaihdettavissa toiseen tehtävämoduuliin. Vaihtaminen tapahtuu nostolaitteen avustuksella. Tehtävämoduuleja voi olla erilaisia eri tarpeisiin suunniteltuina, esim. miehistön kuljettamiseen, sairaankuljetukseen tai komentotehtäviin. Tehtävämoduulit lisäävät rungon monikäyttöisyyttä ja mahdollistavat kaluston muuntautumiskykyä.

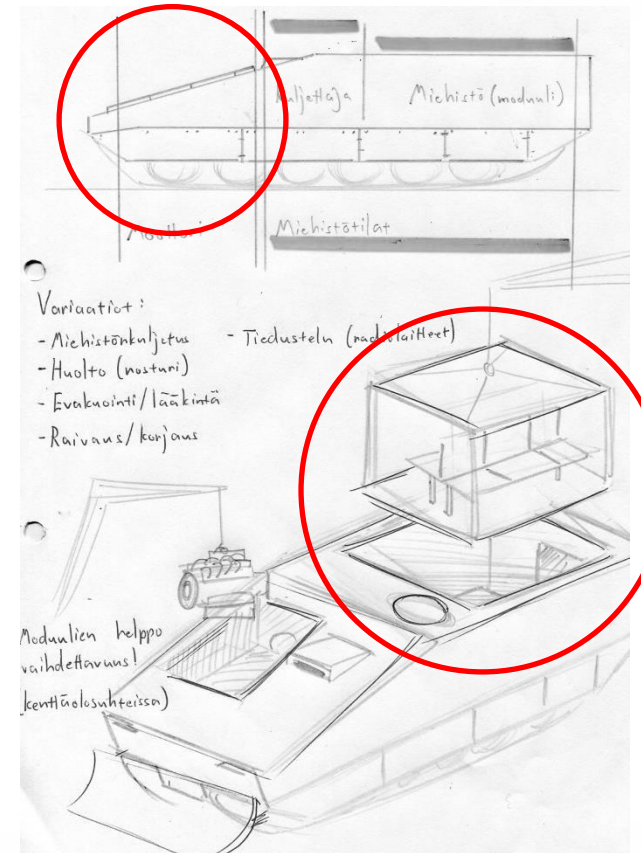
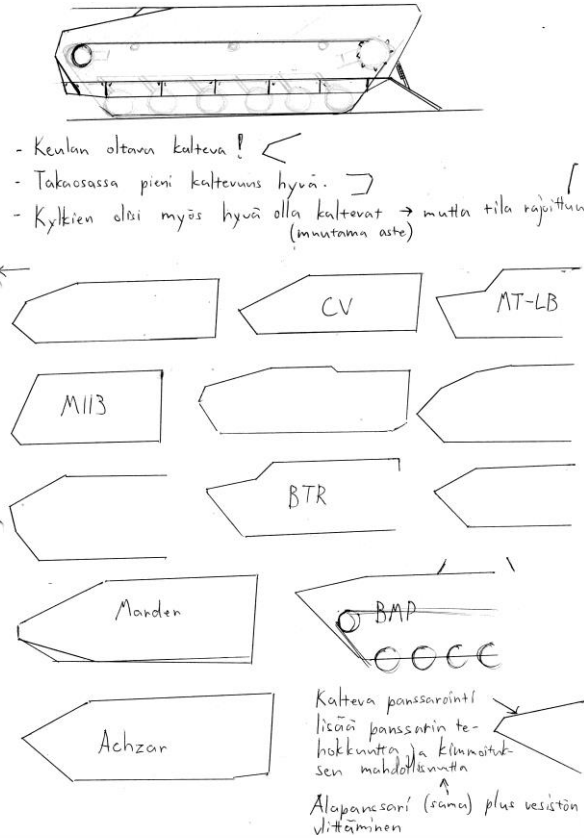
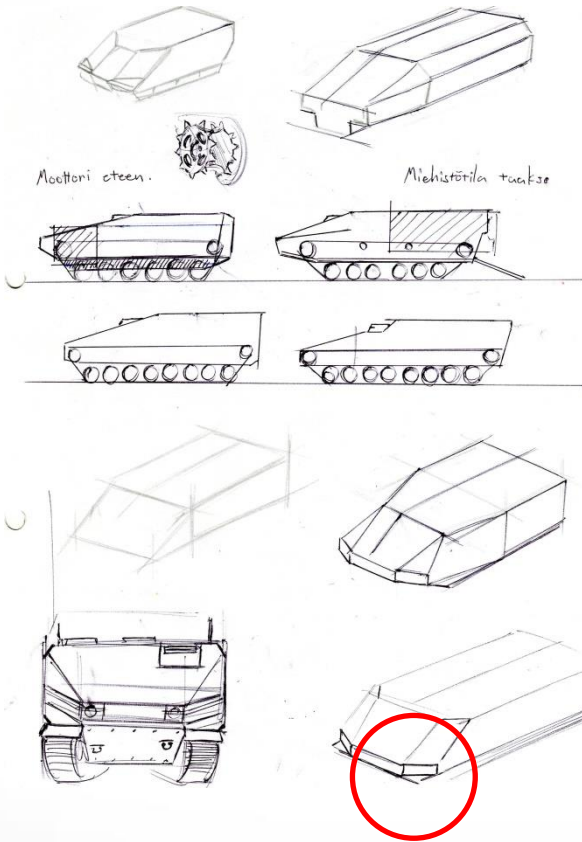
Tässä opinnäytetyössä on miehistönkuljetuspanssarivaunua tarkasteltu sen luonnontointaympäristössä. Sen takia halutaan miehistönkuljetuspanssarivaunun polttoainejärjestelmään tuoda uusi mahdollisuus käyttää tulevaisuudessa polttoaineena biokaasua. Tulevaisuudessa, tekniikan kehittyessä, voitaisiin toinen miehistönkuljetuspanssarivaunun diesel-polttoainesäiliöistä korvata biokaasusäiliöllä.

Miehistönkuljetuspanssarivaunua lähdettiin suunnittelemaan tavoitellen edellä mainittuja kriteereitä. Opinnäytetyössä halutaan tuoda esille monipuolinen osaaminen muotoilun eri osa-alueilta, joten opinnäytetyön tuotos tulee olemaan moniosainen: luonnoksia tuotoksesta, teloilla kulkevan miehistönkuljetuspanssarivaunun pienoismalli sekä 3D-ohjelmistolla tuotetut esityskuvat.





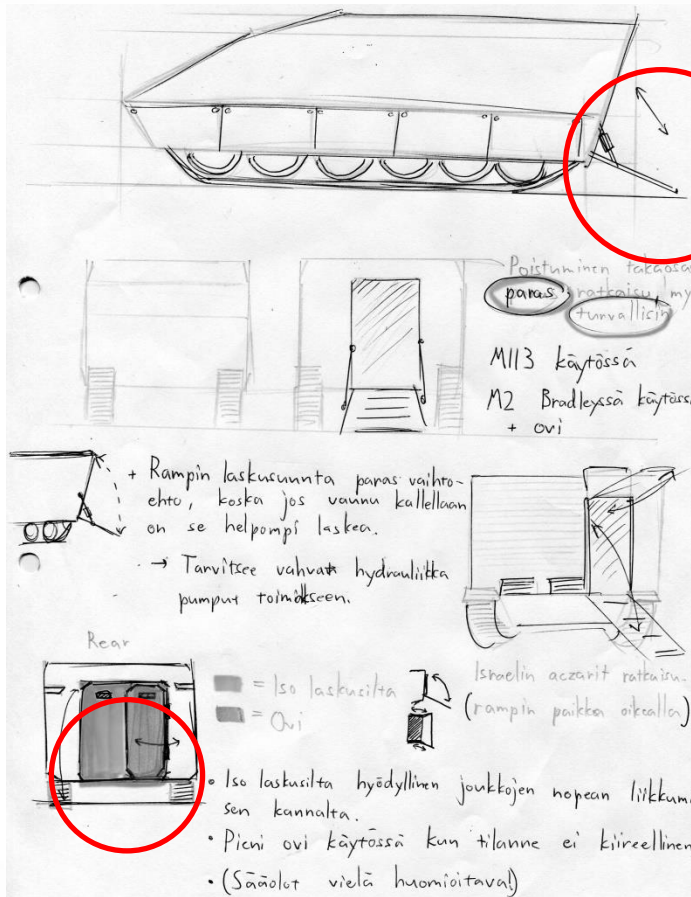
## 6.1 LUONNOKSET



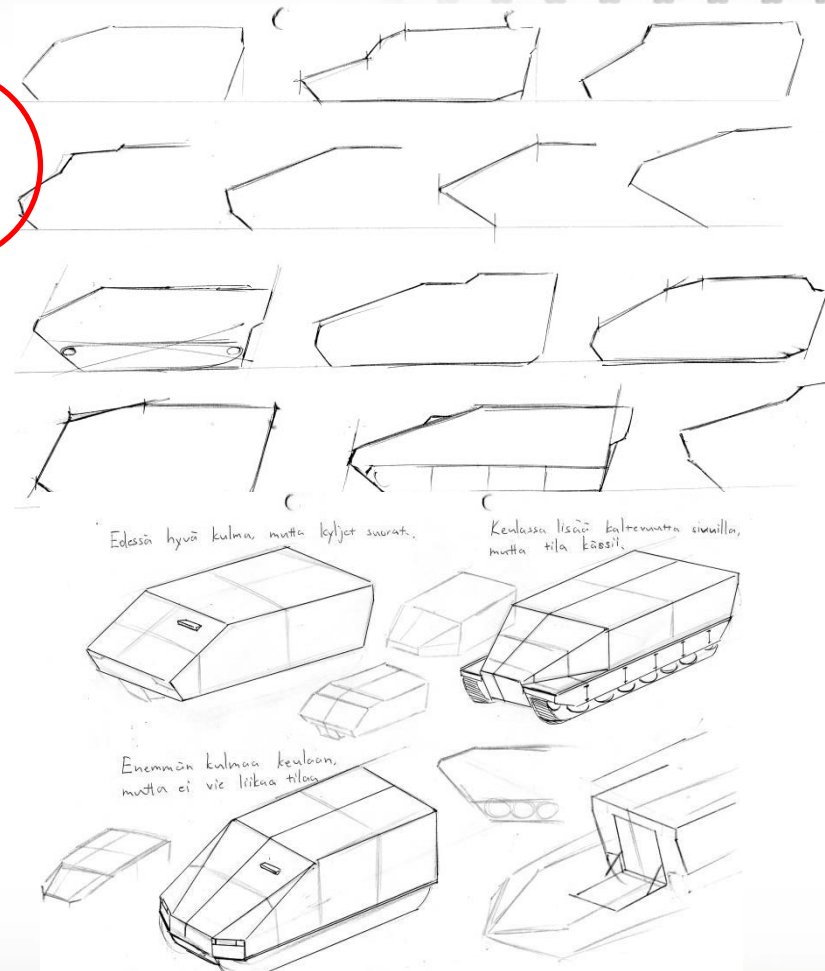
Kuva 28a. Miehistönkuljetuspanssarivaunun luonnoksia.



# LUONNOKSIA

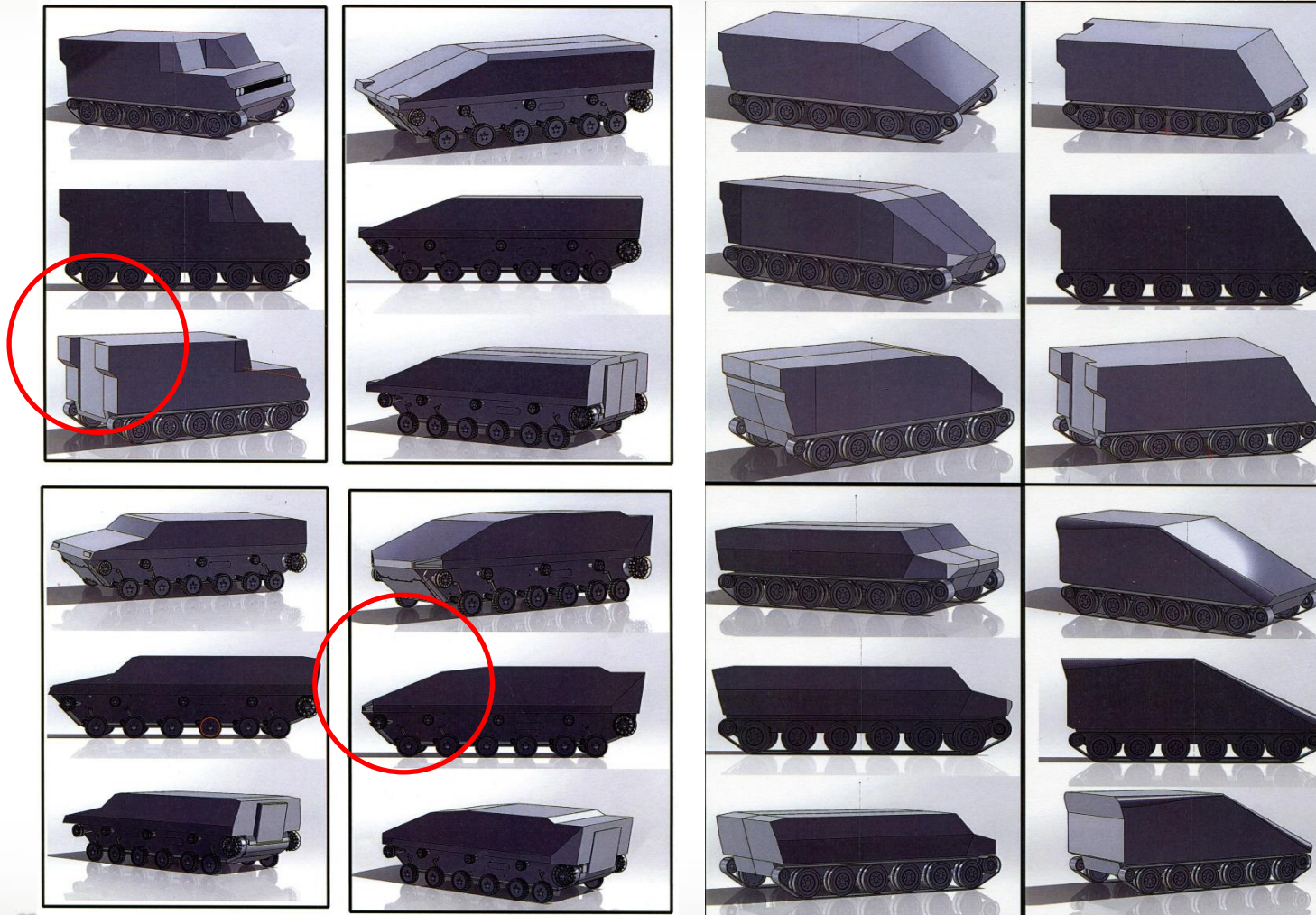


Kuva 28b. Miehistönkuljetuspanssarivaunun luonnoksia.





SOLIDWORKS LUONNOKSIA

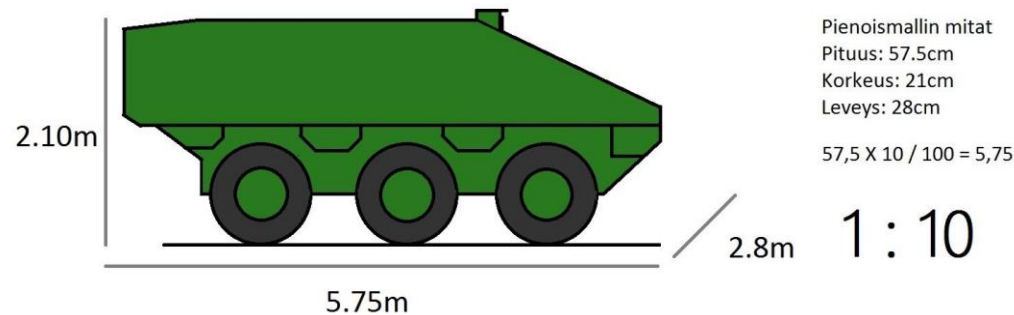


Kuva 29. Miehistönkuljetuspanssarivaunun 3D luonnoksia.



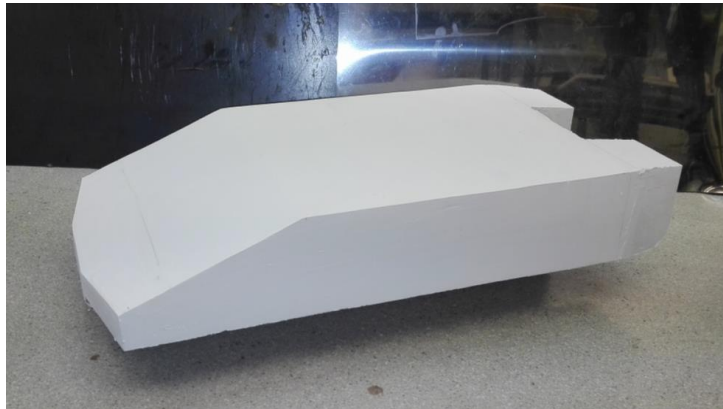
## 6.2 RAKENNUSMATERIAALIEN TESTAAMINEN PIENOISMALLIA VARTEN

Opinnäytetyön tuotoksena halutaan tuottaa pienoismalli. Ennen lopullisen pienoismallin rakentamista on tärkeää perehtyä erilaisiin valmistusmateriaaleihin. Parhaiten erilaisten valmistusmateriaalien testaaminen onnistuu rakennettaessa harjoitusmalli. Tämän vaiheen päätavoite on tutustua erilaisiin materiaaleihin sekä tutkia niiden käyttäytymistä rakentamalla harjoituspienoismalli panssaroidusta autosta (Kuva 30). Harjoituspienoismalli on panssaroitu auto, sillä materiaalien testaamiseen käytettyä aikaa haluttiin rajata: telakoneiston rakentaminen kestää liian kauan. Harjoitusmallin lopputuloksena pyritään kuitenkin esittelykelpoiseen panssariauton pienoismalliin.



Kuva 30. Harjoitusmallin suunnitelma.



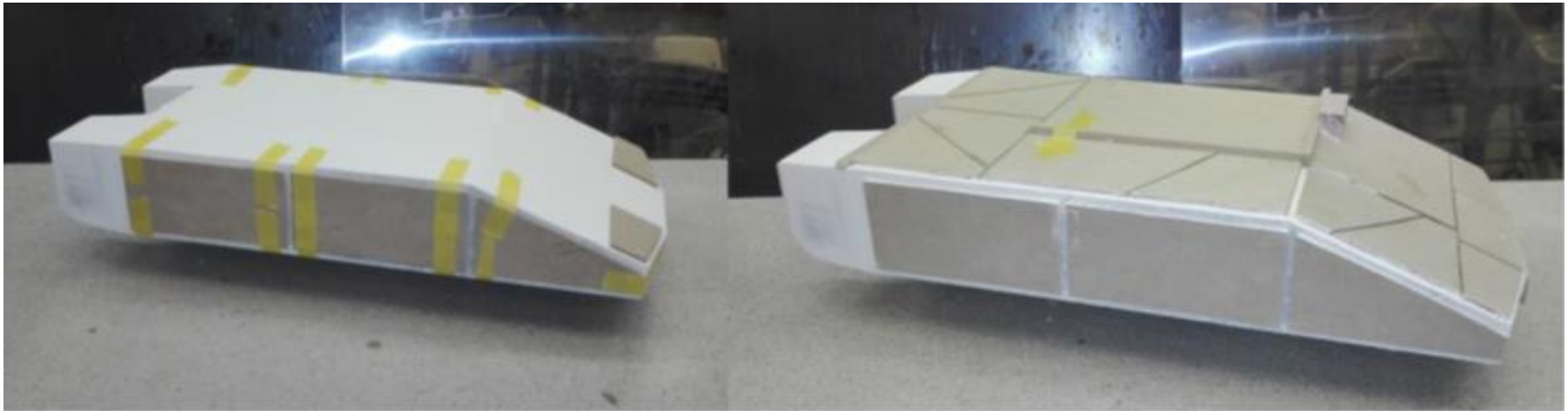


Kuva 31. Puukitillä tasoitettu uretaanipinta.

Harjoitusmallin rakentaminen alkoi yhdistämällä uretaanilevyä isoksi palaksi, joka leikattiin lankaleikkurilla sopivaan muotoon. Tämän jälkeen uretaanipinta päällystettiin puukitillä. Puukitti imeytyi hyvin uretaaniin. Puukittiä levitettiin kolme hyvin ohutta kerrosta uretaanipinnan päälle. Puukittikerroksilla saatiin tasoitettua karhea uretaanipinta tasaiseksi (Kuva 31). Kittauspinnan tarkoitus oli suojata uretaania tulevien maalausvaiheiden takia. Vielä tässä vaiheessa ei ollut varmaa, tuleeko tuleva maalikerros sulattamaan ohuen kittikerroksen ja sen alla olevan uretaanin.



Seuraavassa vaiheessa lisättiin kuivuneelle, kitatulle pinnalle MDF:stä (medium-density fibreboard) eli puolikovasta kuitulevystä tehtyjä paneelilevyjä. MDF-levy valmistetaan kuivausmenetelmällä, jossa havupuukuitua (92%) ja sideaineita (8%) kuumapuristetaan. MDF-levy on saatavissa 3mm, 6mm, 8mm, 12mm -paksuisina levyinä. (MDF-levy 2017.) MDF-levyt sahattiin muotoonsa vannesahalla ja kiinnitettiin puulimalla. Teippaukset auttoivat pitämään levyt paikoillaan kuivumisen ajan (Kuva 32). Liiman kuivuttua MDF:ssä esiintyi pientä taipumista, johtuen liiman kosteudesta.

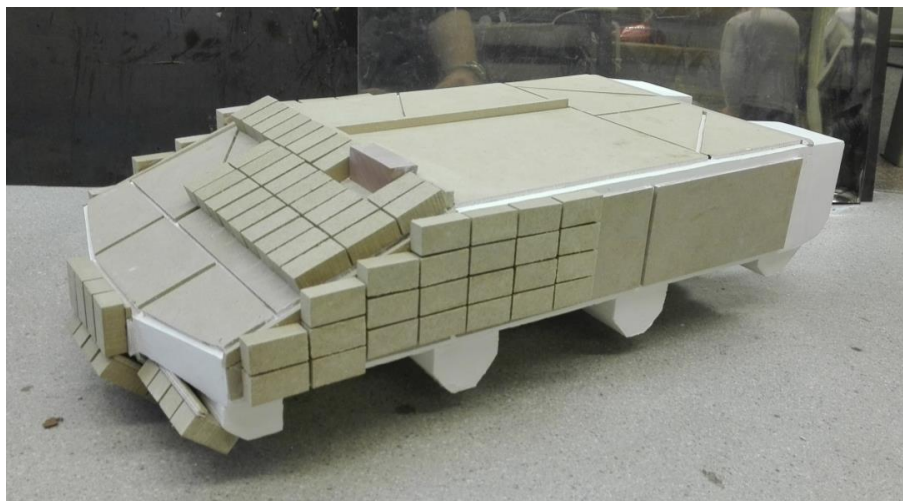


Kuva 32. Puukittipinnan päälle kiinnitetyt MDF-levyt.





Harjoitusmallin pohjaan lisättiin pitkä MDF-levy, jotta harjoitusmallia voitaisiin pitää vaakasuorassa rakennusvaiheen ajan. Vaakasuora-asento helpottaa mallin rakentamista ja eri materiaalien testaamista. Harjoitusmallin ympärille lisättiin paneeleita MDF-levystä, jotta MDF-levyn käyttäytymistä päästiin laajalti testaamaan harjoitusmallin eri pinnoilla (Kuva 33).



Kuva 33. MDF-levystä tehdyt paneelit .



Harjoitusmallin edistyessä alettiin pohtia maalivalintoja. Maaleja on olemassa paljon erilaisia. Ne käyttäytyvät eri pinnoilla eri tavalla. Toisissa maaleissa liuotin voi olla todella vahvaa ja toisissa vähemmän voimakasta. Vahva liuotin saattaa pahimmassa tapauksessa syövyttää puukitillä kitattua uretaanilevyä. MDF-levy kestää vahvankin liuottimen. Liuottimien syövyttävien ominaisuuksien vuoksi maalaamisessa harkittiin käytettävän vesiohenteista spraymaalilla. Koska tarkoituksena on testata erilaisia materiaaleja ja niiden käyttäytymistä, pohjamaalattiin harjoitusmalli kuitenkin öljypohjaisella alkydi-spraymaalilla (Kuva 34). Pohjamaalin sävy oli harmaa Maston 518. Harjoitusmallin kitattu uretaanipinta sekä MDF-levy kestivät hyvin alkydi-spraymaalilla (Kuva 35).



Kuva 34. Harjoitusmallin maalaaminen alkydi-spraymaalilla.



Kuva 35. Valmis pohjamaali.



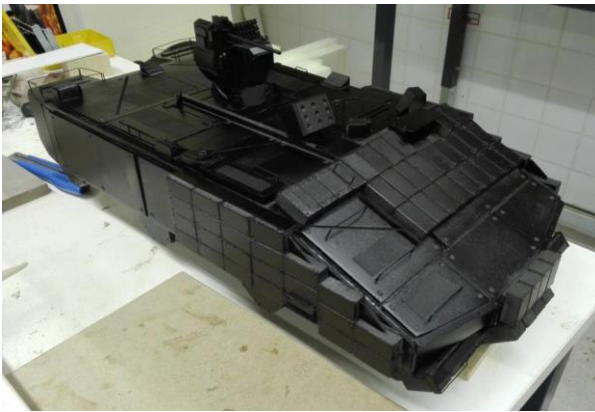


Kuva 36. Hiekkapaperista valmistetut kitkapinnat sekä magneeteilla toimivat liikkuvat järjestelmät.

Harjoitusmalliin lisättiin seuraavassa vaiheessa yksityiskohtia käyttäen muovilevyä sekä kuparilankaa (Kuva 36). Sekä muovilevyn että kuparilangan liimaaminen MDF-levyyn onnistui ongelmitta. Liimana käytettiin sekä puuliimaa että pikaliimaa. Harjoitusmallin kehittyessä tuli idea magneettien käyttämisestä auton liikkuviin osiin. Magneetteja hyödynnettiin panssariauton pyörivässä observointijärjestelmässä sekä savuheitinjärjestelmässä. Magneetit integroitiin MDF-levyyn pikaliimalla. Liimaukset pysyivät hyvin paikallaan ja mahdollistivat näin järjestelmien liikkuvuuden. Hiekkapaperista leikattiin ja liimattiin harjoitusmallin pinnalle palasia, jotka esittävät kitkaa lisääviä pintoja. Kitkapintojen avustuksella miehistö voi liikkua vaunun pinnalla turvallisesti.



Seuraavassa rakennusvaiheessa testattiin, millä tavalla toinen maalikerros reagoi ensimmäiseen pohjamaalikerrokseen. Toinen maalikerros maalattiin kiiltävällä mustalla alkydi-spraymaalilla (sävy: Maston 122) (Kuva 37). Musta on yleisesti hyväksytty pohjamaalin sävy, sillä jos maalausvaiheessa jokin kohta jää epähuomiossa maalamatta, muistuttaa maalaamaton kohta varjoa. Tässä rakennusvaiheessa havaittiin, että mattamusta olisi kiiltävään mustaa pohjamaalia parempi. Panssaroitujen ajoneuvojen maalipinnoissa pyritään mahdollisimman heijastamattomaan lopputulokseen suojauksen vuoksi.



Kuva 37. Kiiltävän musta pohjamaalikerros.

Koska harjoitusmallin lopputuloksessa pyritään heijastamattomaan pintaan, poistettiin kiiltoa vesiohenteisella mattalakalla. Se toimi tarkoituksessaan esimerkillisesti poistaen kiillon. Tämän jälkeen testattiin oliivinvihreän akryylimaalin tarttumista edellä maalattuun mattalakkapintaan. Maali tarttui mattalakkapintaan hyvin ja peitti riittävästi alla olevia pohjamaalisävyjä (Kuva 38). Vesiohenteiset akryylimaalit eivät haise voimakkaalta, joten ne ovat käyttäjäystävällisempiä.



Kuva 38. Valmis pintamaalikerros. Maalisävyinä käytettiin Vallejon maaleja (70.967 Olive Green, 70.842 Gloss White sekä 70.950 Black).





Seuraavaksi panssariautoon maalattiin lisää yksityiskohtia. Kyljissä olevat numerosarjat maalattiin pahvisapluunoiden avustuksella. Numerosarjat maalattiin kahteen kertaan, jotta ne saatiin täsmäämään harjoitusmallin mittakaavaan (Kuva 39). Harjoitusmallissa käytettiin yksityiskohtien rakentamiseen myös sideharsoa sekä foliota, jotka osoittautuivat toimiviksi yksityiskohtamateriaaleiksi (Kuva 40). Maalipinnan päälle asennettiin siirtokuvia, jotta nähdään millä tavalla siirtokuvat pysyvät viimeisimmällä maalipinnalla. Siirtokuvat ovat yleisesti pienoismallien rakentamisessa käytettyjä tehokeinoja yksityiskohtien luomiseksi. Osa siirtokuvista tarttui maalipinnalle hyvin, osa huonommin. Tämän pääteltiin johtuvan siirtokuvien vaihtelevasta laadusta. Laadukkaammat siirtokuvat kiinnittyivät paremmin kuin heikkolaatuisemmat siirtokuvat (Kuva 41).



Kuva 39. Yksityiskohtien maalaaminen.



Kuva 40. Sideharsosta ja foliosta tehdyt yksityiskohdat.



Kuva 41. Harjoitusmallin yleisilme.



Harjoitusmallin akseliston rakentamisessa käytettiin viiden millimetrin paksuista akryylitankoa. Akryylitanko osoittautui loistavaksi materiaalivalinnaksi akseliston rakentamiseen, sillä se oli sopivan jäykkää, mutta kuitenkin riittävän taipuisaa. Akryylitankojen liimaaminen pikaliimalla onnistui näppärästi, liimaukset pitivät hyvin pitkänkin ajan jälkeen. Harjoitusmallin renkaiden vanteet rakennettiin lisäämällä valmiiksi ostettuihin renkaiisiin uusia muovipintoja (Kuva 42). Muovipinnat pohjamaalattiin mustalla alkydi-spraymaalilla, sillä varsinainen pääsävy ei pysynyt muovipinnalla riittävästi ilman pohjamaalausta.



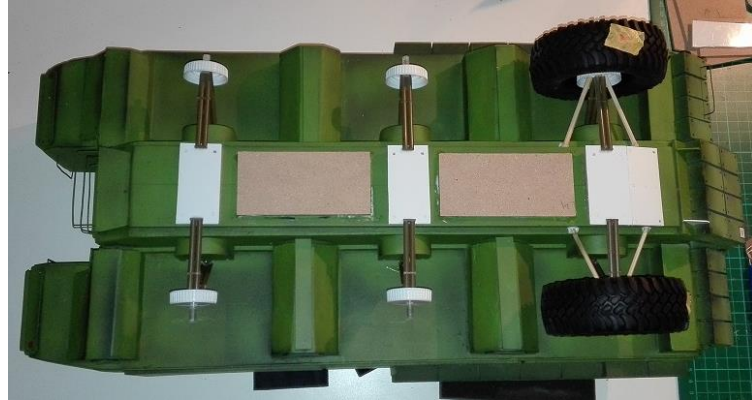
Kuva 42. Vanteet ennen pohjamaalausta.



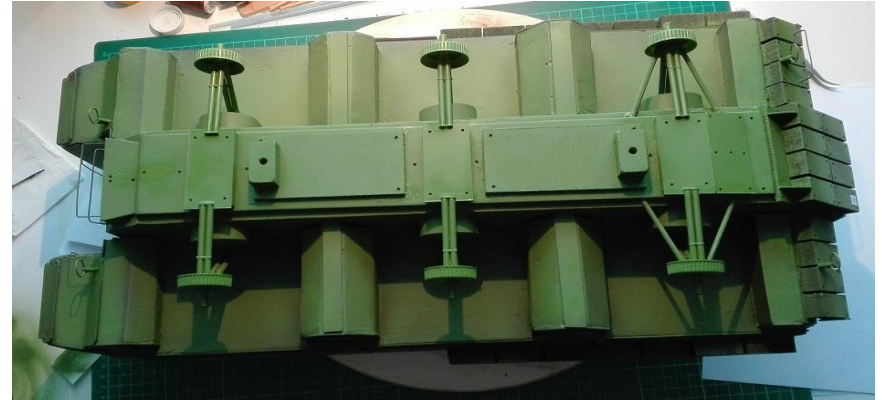
Kuva 43. Yksityiskohtia.







Kuva 44. Harjoitusmallin pohja.



Kuva 45. Harjoitusmallin pohja maalattuna.

Jotta harjoitusmalli oli turvallisesti liikuteltavissa, tuli sen pysyä staattisesti kiinni alustassaan. Kiinnityspilarit sahattiin viiden millimetrin paksuisesta rautatangosta. Pilareita vastaavat reiät porattiin sekä alustaan että harjoitusmallin pohjaan. Sovituksesta tehtiin tiukka, jotta irtoamisriskiä ei ole. Rautatankoja ei siis ole liimattu kiinni alustaan tai harjoitusmalliin, vaan ne pysyvät paikoillaan ilmankin liimausta.



Harjoitusmallin rakentamisesta (Kuva 46) saatiin monia päätelmiä lopullisen opinnäytetyön tuotoksen materiaalivalintoihin. Harjoituspienoismallissa käytettiin 1:10 mittakaavaa. Mittakaava osoittautui sopivaksi, koska tällöin rakentaminen on sujuvampaa helpomman laskukaavan vuoksi ja yksityiskohdat ovat suurempina helpommin toteutettavissa. Tämän kokoinen pienoismalli on myös hyvin informatiivinen katsojalle. Rakentamisvaiheessa havaittiin, että käytetty rautalanka ei sopinut valittuun mittakaavaan, vaikka oli muutoin sopiva rakennusmateriaali.

Materiaalivalinnoista MDF-levy osoittautui loistavaksi monikäyttöisyytensä, vahvuutensa, kestävyytensä sekä saatavuutensa vuoksi. MDF-levyä on saatavissa useissa eri vahvuuksissa, lisäksi sitä voidaan myös laserleikata. Uretaani toimi pienoismallin rakennusmateriaalina huonosti heikon kestävyytensä vuoksi: se saattoi pehmyytensä vuoksi kolhiutua herkästi sekä erilaiset maalit voivat syövyttää sitä. Puukitti toimi uretaanipinnan päällystäjänä hyvin, mutta MDF-levyn pinnalla se on turhaa. Koska lopullisessa mallissa ei haluta käyttää pehmeää uretaania, ei myöskään puukitille ole tarvetta pienoismallin toteuttamisessa. Muovi ja folio olivat hyvin mukautuvia, monikäyttöisiä rakennusmateriaaleja, joita aiotaan hyödyntää lopullisessakin pienoismallissa.

Maalausvaiheessa havaittiin, että alkydi- ja akryylimaalit toimivat yhdessä hyvin, ne eivät hyljeksi toisiaan. Pohjamaalaus kannattaa tehdä suoraan mattavärillä, jotta vältetään ylimääräiseltä mattalakkausvaiheelta pienoismallia rakennettaessa.



Kuva 46. Valmis harjoitusmalli.



## 7 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN MUOTOILULLINEN TOTEUTTAMINEN

Opinnäytetyössä halutaan tuoda esille monipuolinen osaaminen muotoilun eri osa-alueilta, joten opinnäytetyön tuotos tulee olemaan moniosainen: luonnoksia tuotoksesta, teloilla kulkevan miehistönkuljetuspanssarivaunun pienoismalli sekä 3D-ohjelmistolla tuotetut esityskuvat. 3D-mallinnus nähtiin opinnäytetyössä erityisen oleelliseksi, sillä 3D-kuvia voidaan käyttää tuotteen esittämiseen sekä tarvittaessa osien 3D-tulostukseen. Suunnitteluvaiheen jälkeen, näitä lähdettiin toteuttamaan.

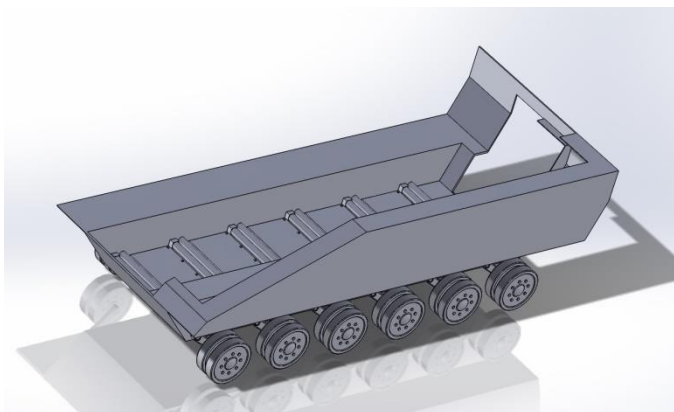
### 7.1 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN 3D-MALLINTAMINEN

Lopullisen tuotteen tekeminen aloitettiin 3D-mallintamisesta. Mallintamisohjelmaksi valikoitui SolidWorks, sillä opinnäytetyön tekijä halusi harjaantua tämän käyttämisessä. SolidWorks on parametrinen 3D-mallinnusohjelma, jossa käytetään tilavuus- sekä pintamallinnustyökaluja. Ohjelmistoa käytetään erilaisten toiminnallisten laitteiden, koneiden tai kappaleiden luomiseen. SolidWorksia ylläpitää ranskalainen Dassault Systemes. (SolidWorks 2017.)

3D-mallintaminen aloitettiin sijoittamalla miehistönkuljetuspanssarivaunun mittoja vastaava pohjalevy 3D-avaruuteen. Miehistönkuljetuspanssarivaunun mitat oli hahmoteltu jo suunnitteluvaiheessa valmiiksi. Mitat muodostuivat tutkimalla jo olemassa olevien miehistönkuljetuspanssarivaunujen keskimittoja. Miehistönkuljetuspanssarivaunun päätettiin olevan kolme metriä leveä, seitsemän metriä pitkä ja noin 2,3 metriä korkea.



3D-malli rakennettiin 3D-avaruuteen sijoitetun pohjalevyn ympärille. Pohjalevystä mallintaminen jatkui rakentamalla muut levypinnat. Näin vaunun runko alkoi hahmottua sivu kerrallaan. Sivujen rakentamisen jälkeen mallinnettiin telapyörästä. Telapyörästä (Kuva 47) sisältää jousitusjärjestelmän, telapyörät (Kuva 48), johtopyörän sekä vetopyörän.



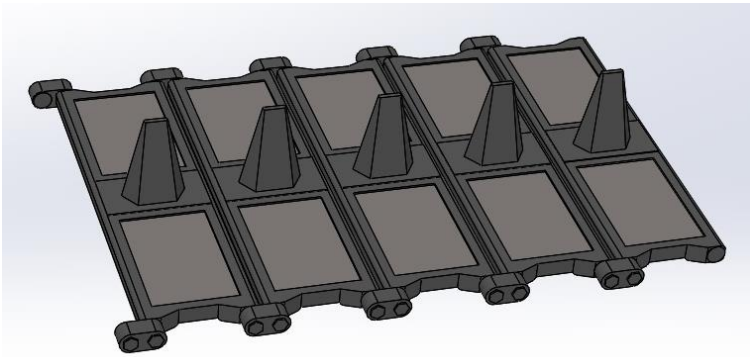
Kuva 47. 3D-mallin rungon ja telapyörästäön mallintamista.



Kuva 48. Telapyörä.

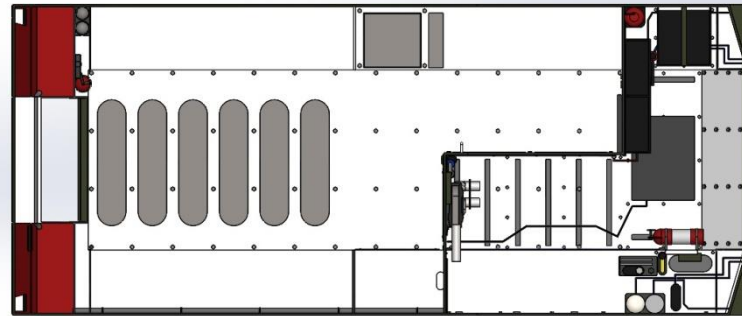


Vaunun telapyörästön hahmottumisen jälkeen lähdettiin tekemään teloja pyörästön ympärille (Kuva 49). Telapyörästöstä mallinnettiin eripituisia pätkiä, jotka sovitettiin 3D-malliin lopulliseksi telapyörästöksi.



Kuva 49. Viiden telan telapätkä.

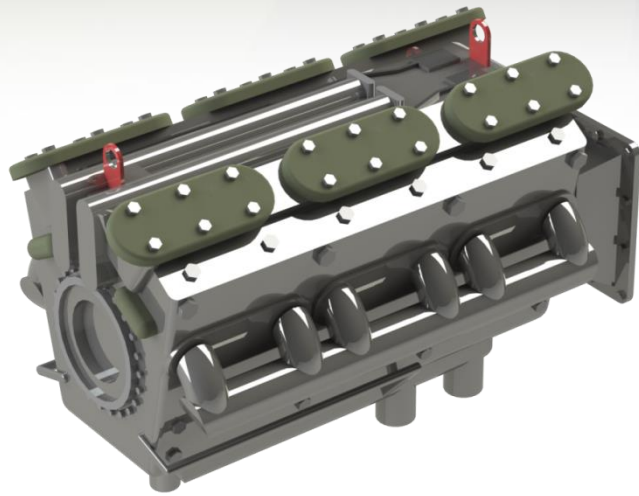
Telapyörästön viimeistelyn jälkeen lähdettiin toteuttamaan miehistönkuljetuspanssarivaunun sisätilaratkaisuja (Kuva 50). Sisätilojen rakentaminen alkoi jakamalla vaunun sisätila miehistötilan ja moottoritilan kesken. Moottori (Kuva 51), vaihteisto (Kuva 52), akusto (Kuva 53), jäähdytysjärjestelmä sekä moottoritilaan (Kuva 54) asennettava välineistö (nestesäiliöt, jauhesammuttimet ym.) mallinnettiin moottoritilaan tässä järjestyksessä.



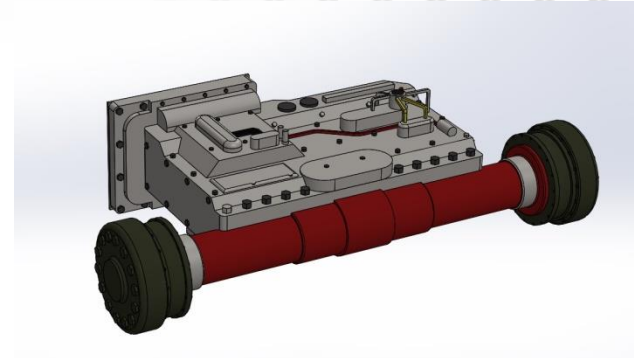
Kuva 50. Miehistönkuljetuspanssarivaunun sisätilaratkaisut.



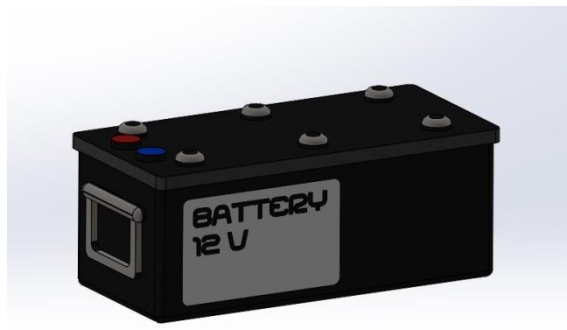




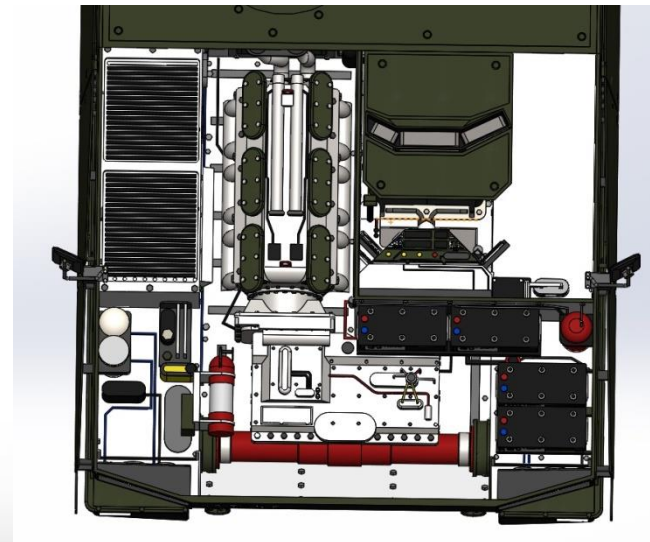
Kuva 51. Moottori.



Kuva 52. Vaihteisto.



Kuva 53. Akku.

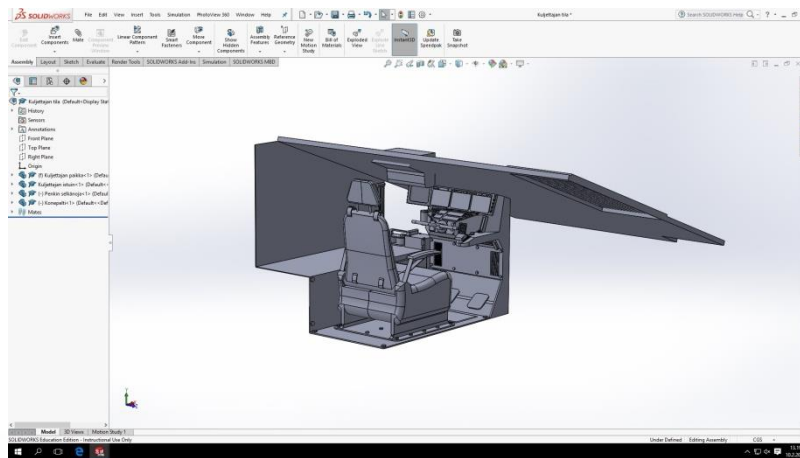


Kuva 54. Moottoritila.

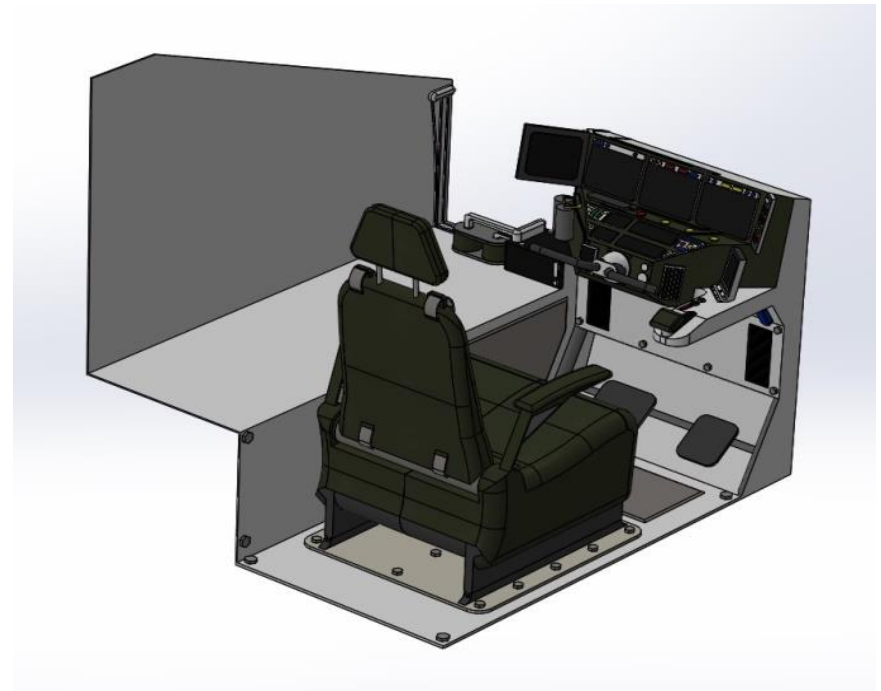




Moottoritalan jälkeen miehistönkuljetuspanssarivaunuun hahmoteltiin tehtävämoduulille sopiva paikka vaunun takaosaan. Vasta tehtävämoduulin paikan hahmottumisen jälkeen pystyttiin suunnittelemaan ajajalle sekä vaunun johtajalle jäävä tila. Ensinnä 3D-mallinnettiin ajajan paikka eli ajajan istuin sekä vaunun hallintajärjestelmä (Kuva 55).



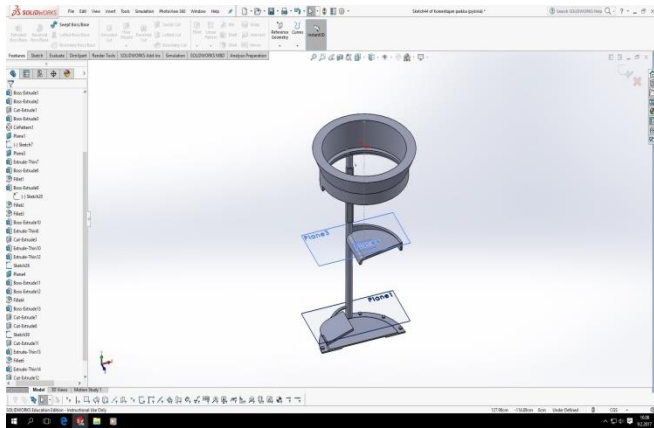
Kuva 55. Ajajan tila.



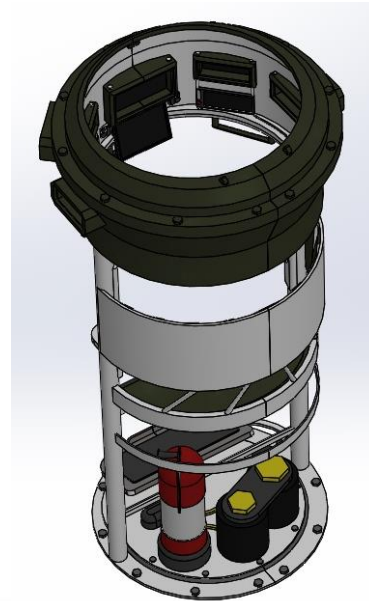
Kuva 56. Ajajan tila lähikuvassa.



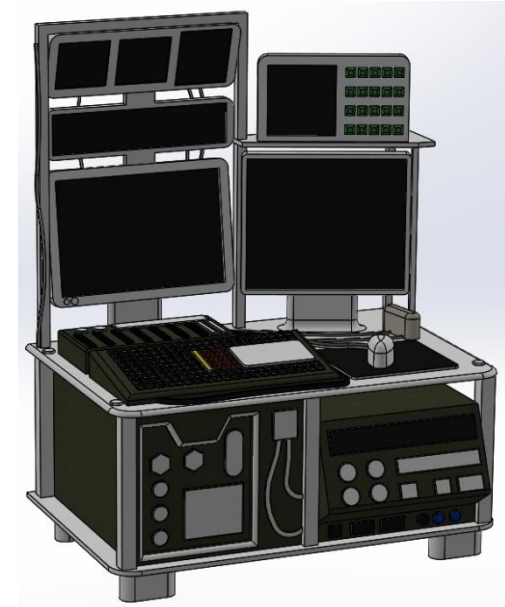
Ajan tilan 3D-mallintamisen jälkeen mallinnettiin miehistönkuljetuspanssarivaunun johtajan pyörivä istuinjärjestelmä (Kuva 58) sekä siihen liittyvät hallintalaitteet (Kuva 59).



Kuva 57. Valmistumassa oleva johtajan pyörivä istuinjärjestelmä.



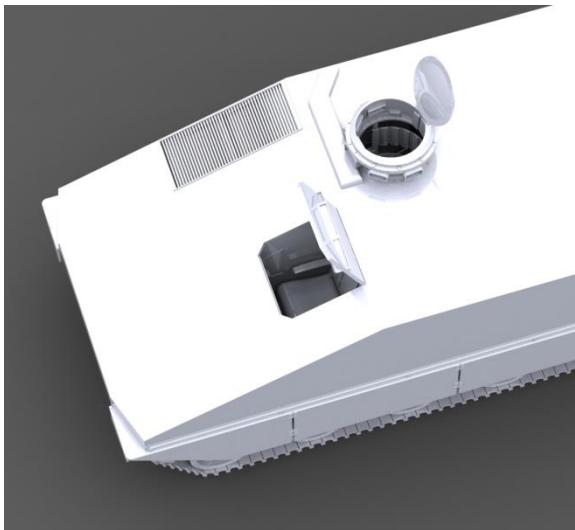
Kuva 58. Lähes valmis johtajan pyörivä istuinjärjestelmä.



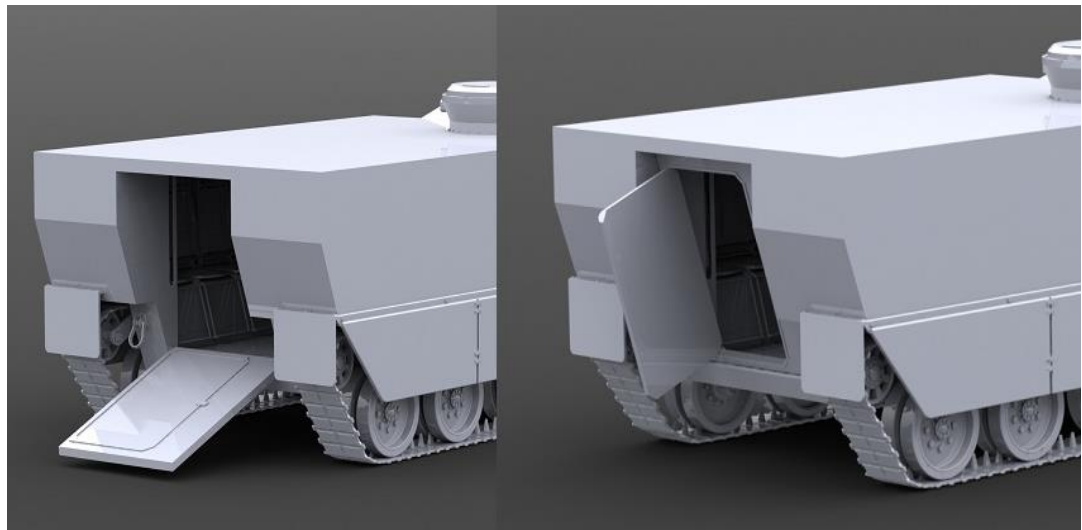
Kuva 59. Keskeneräinen johtajan käyttämä hallintojärjestelmä.



Tässä vaiheessa siirryttiin 3D-mallintamaan miehistönkuljetuspanssarivaunun luokkuja. Näitä ovat ajajan luukku, johtajan luukku (Kuva 60) sekä takaosan poistumisramppi (Kuva 61).



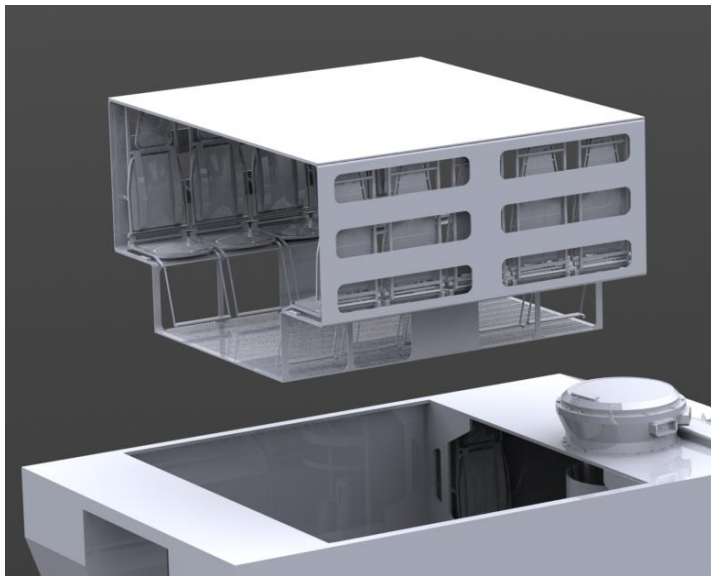
Kuva 60. Ajajan ja johtajan luukut.



Kuva 61. Takaluukun kaksi erilaista aukeamistapaa.



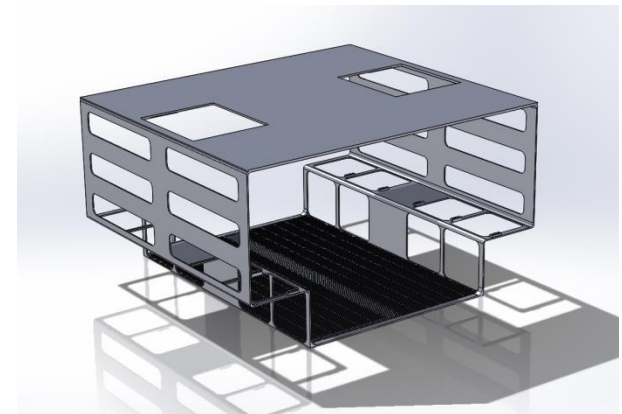
Seuraavaksi työn alle otettiin tehtävämoduulin (Kuva 64) 3D-mallintaminen. Miehistönkuljetuspanssarivaunun takaosan kattopanssarointiin mallinnettiin aukko, johon tehtävämoduuli voidaan suunnitelmien mukaisesti integroida. Tehtävämoduulin vaihtaminen tapahtuu katon kautta nosturin avustuksella nostamalla (Kuva 62). Tehtävämoduuleita voi tulevaisuudessa olla erilaisia. Tässä opinnäytetyössä kuitenkin mallinnettiin miehistönkuljettamiseen käytettävä tehtävämoduuli.



Kuva 62. Miehistönkuljetusmoduulin sovittamista miehistönkuljetuspanssarivaunun runkoon.



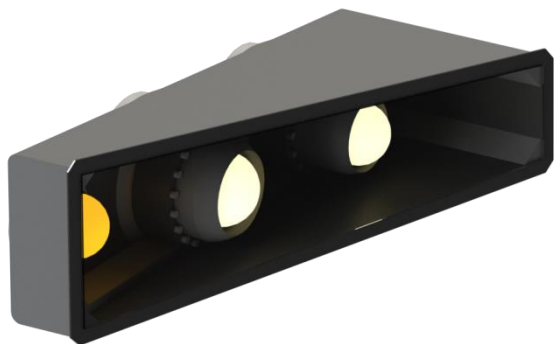
Kuva 63. Miehistönkuljetustilan istuin.



Kuva 64. Miehistönkuljetustehtävämoduulin mallintamista.



Koska nyt sisätila on 3D-mallinnettu kokonaan, siirryttiin viimeistelemään miehistönkuljetuspanssarivaunun ulkopintoja. Ensimmäisenä ulkopinnoille tehtiin ajovalojärjestelmät. Etu- (Kuva 65) ja takaosan (Kuva 66) valo järjestelmät.



Kuva 65. Etuosan ajovalojärjestelmä.



Kuva 66. Takaosan ajovalojärjestelmä.

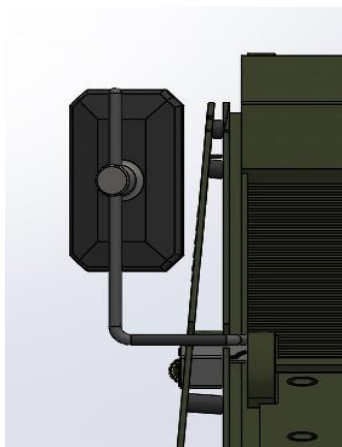




Ajovalojärjestelmän jälkeen mallinnettiin lokasuojat (Kuva 67), taustapeilit (Kuva 68) sekä nosto- ja hinauskorvakkeet (Kuva 69) miehistönkuljetuspanssarivaunun etu-, taka- että kattopanssariin. Näiden jälkeen mallinnettiin miehistönkuljetuspanssarivaunun ympärille lisäpanssarointia. Ensimmäisenä mallinnettiin miehistönkuljetuspanssarivaunun kylkiin lisäpanssarointi (Kuva 72). Seuraavaksi mallinnettiin miehistönkuljetuspanssarivaunun etupanssarointiin sekä kattopanssarointiin lisäpanssarointilevyt. Lisäpanssarointilevyjen kanssa yhtä aikaa mallinnettiin myös miehistömoduuliin tähytämistä varten avutuivat luukut sekä moottoritilaan huoltoluukku (Kuva 73).



Kuva 67. Lokasuojat.

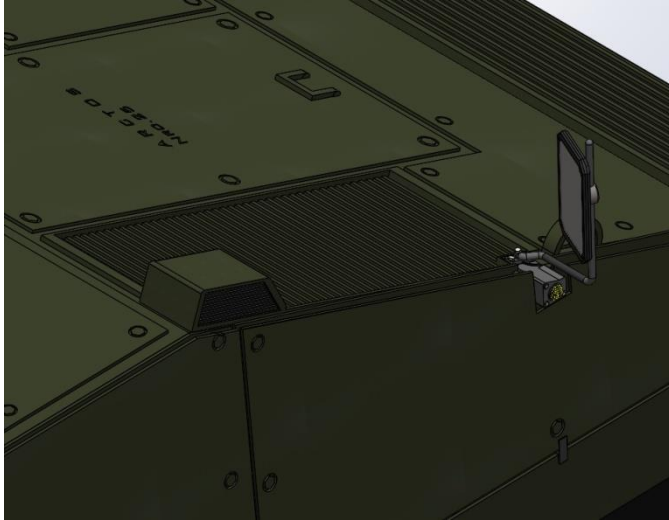


Kuva 68. Taustapeili.

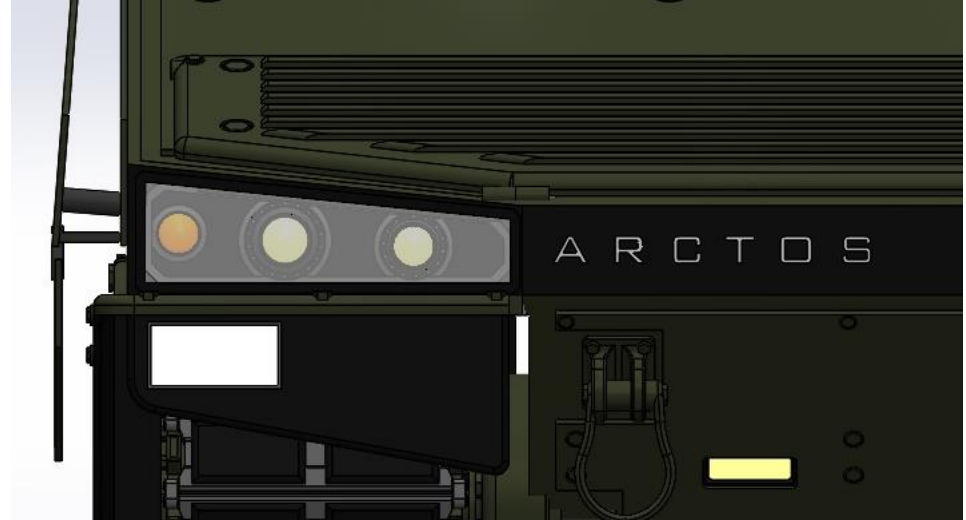


Kuva 69. Etupanssaroinnin hinauskorvake.





Kuva 70. Ilmanottoritilä, sekä pakoputki.

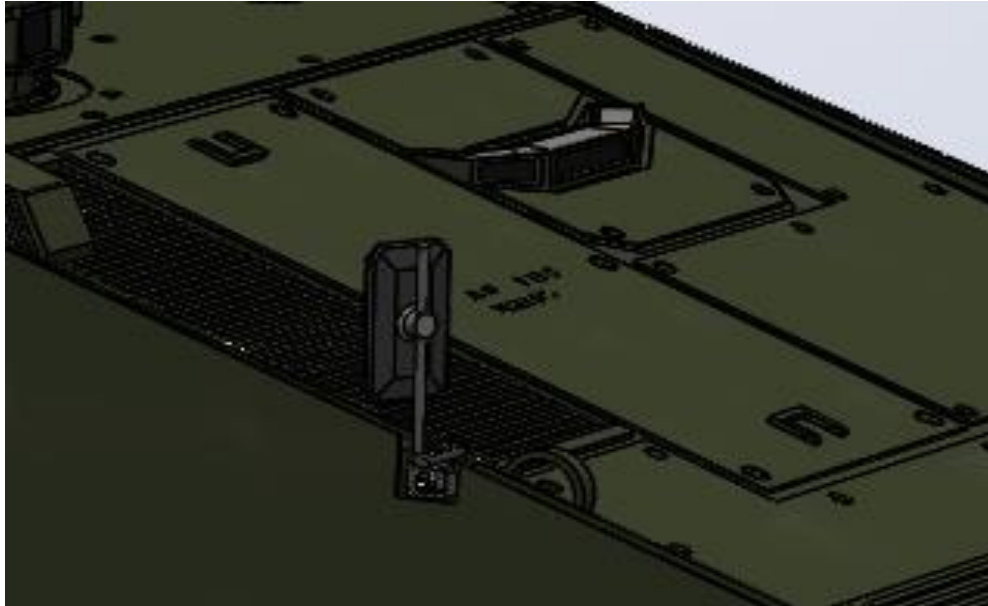


Kuva 71. 3D-mallin etuosa.

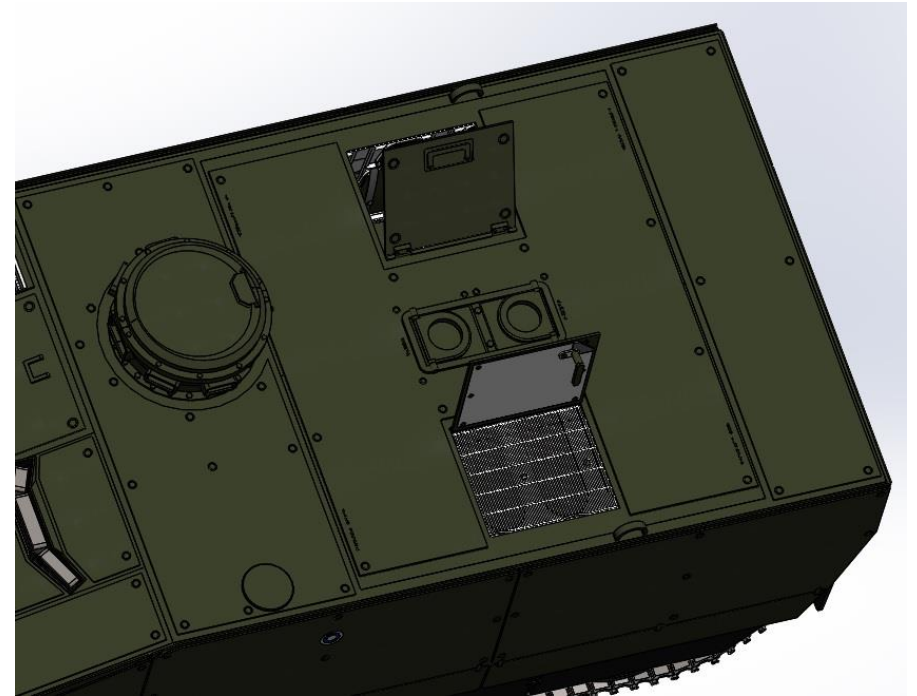


Kuva 72. Miehistönkuljetuspanssarivaunun kylkien lisäpanssarointi.





Kuva 73. Moottoritilan avautuva huoltoluukku.



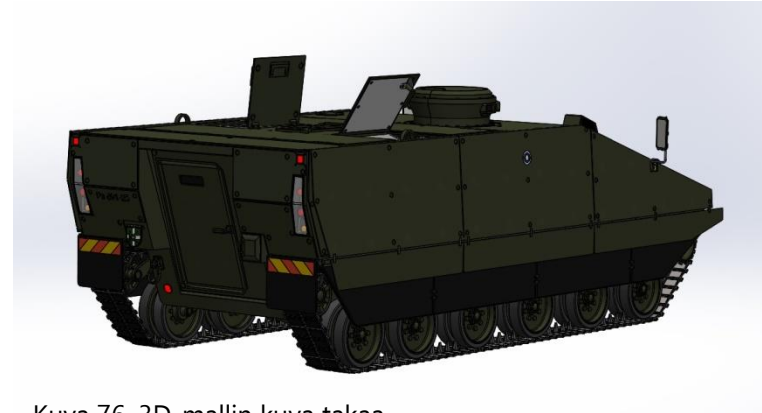
Kuva 74. Katon lisäpansarointi, miehistönkuljetusmoduulin nostojärjestelmä sekä avautuvat tähytysloukut.



Näiden erilaisten mallintamisvaiheiden jälkeen lopullinen 3D-mallinnos miehistönkuljetuspanssarivaunusta alkoi olla valmis (Kuva 75 ja kuva 76). Oli aika tuottaa renderoituja 3D-esityskuvia. 3D-mallintamista tehdessä alkoi kehittyä myös ajatus lopullisen tuotteen nimeämisestä. Miehistönkuljetuspanssarivaunun haluttiin kantavan sitä kuvaavaa nimeä sekä toiminnallisesti että esteettisvisuaalisesti. Tämä miehistönkuljetuspanssarivaunu on teloilla kulkeva operatiivinen miehistönkuljetuspanssarivaunu, johon on uutena innovatiivisena muotoiluideana integroitu vaihdettavissa oleva tehtävämoduuliratkaisu. Vaunu on luonteeltaan pohjoismainen, tehokas, nopea sekä ketterä, kotimaisesti suunniteltu miehistönkuljetuspanssarivaunu. Historiassa panssarivaunuja on nimetty luonnosta tulevan innoituksen mukaisesti (esim. Puma, Panther, Tiger, Leopard, Wolverine) (Trewhitt 2012, 7-312). Siispä myös nytkin innoitusta lähdettiin hakemaan pohjoismaalaisesta luonnosta. Lopulta päädyttiin nimeen Arctos, joka juontaa juurensa karhun latinankielisestä nimestä Ursus Arctos.



Kuva 75. 3D-mallin kuva edestä.



Kuva 76. 3D-mallin kuva takaa.



## 7.2 MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN PIENOISMALLIN RAKENTAMINEN

Yhtenä opinnäytetyön osana oli rakentaa miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctosista pienoismalli. Mittakaavaksi valittiin yhden suhde kymmeneen (1:10). Tässä koossa malli on katsojalle informatiivinen ja helposti hahmotettavissa. Mittojen muuttaminen oli tässä mittakaavassa helppoa ja rakentaminen sujui helposti isompien osakokonaisuuksien takia. Miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctos on seitsemän metriä pitkä, kolme metriä leveä ja noin kaksi ja puoli metriä korkea. Näin ollen valmis pienoismalli on seitsemänkymmentä senttimetriä pitkä, kolmekymmentä senttimetriä leveä ja kaksikymmentäviisi senttimetriä korkea.

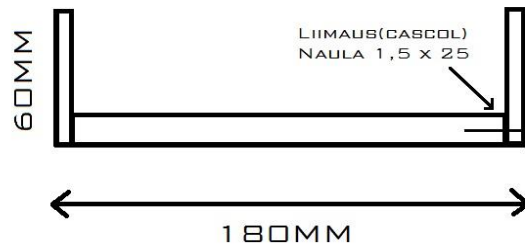
Pienoismalli rakennettiin kuvaamaan vain miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctosin ulkopuolta ajankäytönhallinnallisista sekä rakenteellisista syistä. Sisätilojen muotoilulliset ratkaisut esitetään 3D-esityskuvina, koska sisätilojen rakentaminen olisi ollut liian aikaa vievää. Se olisi vienyt arviolta noin kaksinkertaisen ajan verrattuna ulkotilojen rakentamiseen. Lisäksi koettiin, että sisätilojen esittäminen 3D-kuvina olisi informatiivisempaa kuin niiden esittäminen pienoismallin avustuksella. Lisäarvona voidaan myös todeta, että jättämällä sisätilat rakentamatta, pienoismalliin voitiin rakentaa tukirakenteet. Tukirakenteet auttavat pitämään koko pienoismallin tukevana. Tukirakenteet mahdollistavat myös pienoismallin kiinnittämisen alustaan.





Koska miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctosin muotoilu on minimalistista, suoraa ja kulmikasta, on se otettava huomioon pienoismallin valmistuksessa. Rakennusmateriaalin tulee olla riittävän jäykkää, mutta työstettävissä olevaa. Parhaimpana rakennusmateriaalina toimii MDF-levy, kuten aikaisemmassa rakennusmateriaalin testausluvussa todennettiin. MDF-levyn leikkaaminen on helppoa ja sitä on helposti saatavilla erilaisissa paksuuksissa (3mm, 6mm, 8mm ja 12mm).

Ensimmäisenä valmistettiin miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctosin pohjapanssaria kuvaava pohjalevy sekä pohjapanssarin kylkirakenteita kuvaavat pohjan kylkilevyt MDF-levystä. Koska pohjalevy kannattelee koko pienoismallia, pitää sen olla riittävän vahva. Pohjalevy päädyttiin rakentamaan kahdeksan millimetrin MDF-levystä. Pohjan kylkilevyt toteutettiin vastaavasta syystä kuuden millimetrin vahvuisesta MDF-levystä. Pohjalevyn ja pohjan kylkilevyjen yhteenlaskettu leveys on 180 millimetriä (Kuva 77). Pohjan kylkilevyt kiinnitettiin pohjalevyyn sekä liimaamalla että sivusta naulaamalla (Kuva 78).



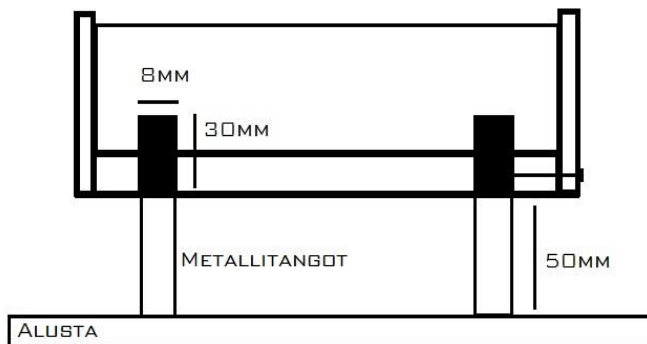
Kuva 77. Pohjalevy sekä pohjan kaksi kylkilevyä.



Kuva 78. Pohjan kylkilevyjen kiinnittäminen pohjalevyyn.



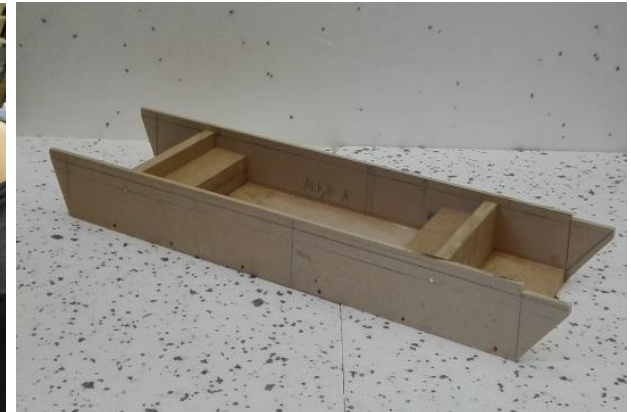
Seuraavaksi leikattiin ja asennettiin tukipalkit, jotka pitävät Arctosin pienoismallin pohjalevyn sekä pohjan kylkilevyt oikeassa asennossa toisiinsa nähden. Tukipalkkien toisena tarkoituksena on kiinnittää pienoismalli alustaan. Kiinnittämisen jälkeen pienoismalli ei pääse liikkumaan alustalla, vaan se on turvallisesti ja staattisesti 50mm korkeudella alustan päällä. Pienoismallin kiinnittäminen tapahtuu asentamalla kahdeksan millimetrin paksuiset metallitangot tukipalkkien läpi alustaan (Kuva 79).



Kuva 79. Pienoismallin kiinnittäminen alustaan metallitangoilla.



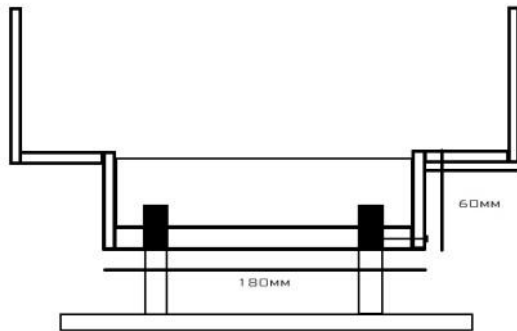
Kuva 80. Pohjalevyn mittaamista.



Kuva 81. Valmis pohjaratkaisu.



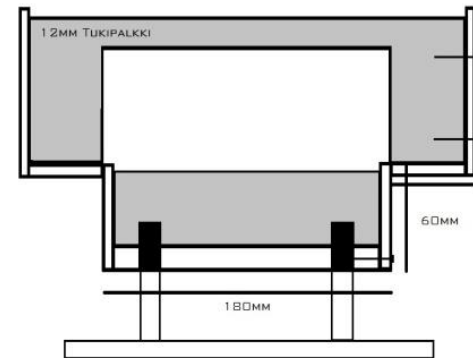
Seuraavaksi pohjarunkoon lisättiin kylkilevyt kuuden millimetrin MDF-levystä (Kuva 83). Kylkilevyt leikattiin muotoonsa vannesahalla ja sirkkelillä. Myös näiden kiinnitys tapahtui liimalla sekä pienillä nauloilla. Kylkilevyjä tukemaan asetettiin kaksi tukipalkkia kahdentoista millimetrin paksuista MDF-levyistä. Ilman tukipalkkeja kylkilevyt olisivat liian taipuisia ja voisivat aiheuttaa ongelmia pienoismallin myöhemmissä rakennusvaiheissa. Lisäksi tukipalkkien varaan on myöhemmin helppo rakentaa pienoismallin kattolevyt.



Kuva 82. Pohjarunkoon lisätyt kylkilevyt.



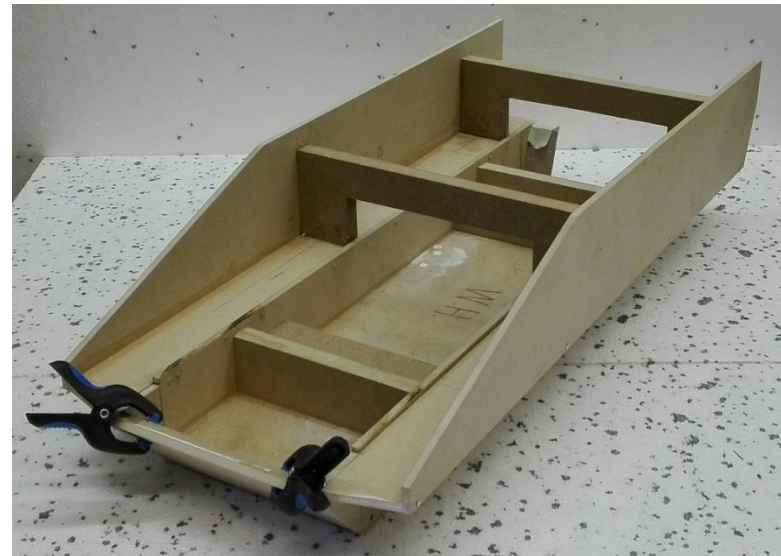
Kuva 83. Pohjarunkoon lisättävä MDF-levystä tehty kylkilevy.



Kuva 84. Kuvassa näkyvät harmaina rungon tukipalkit.



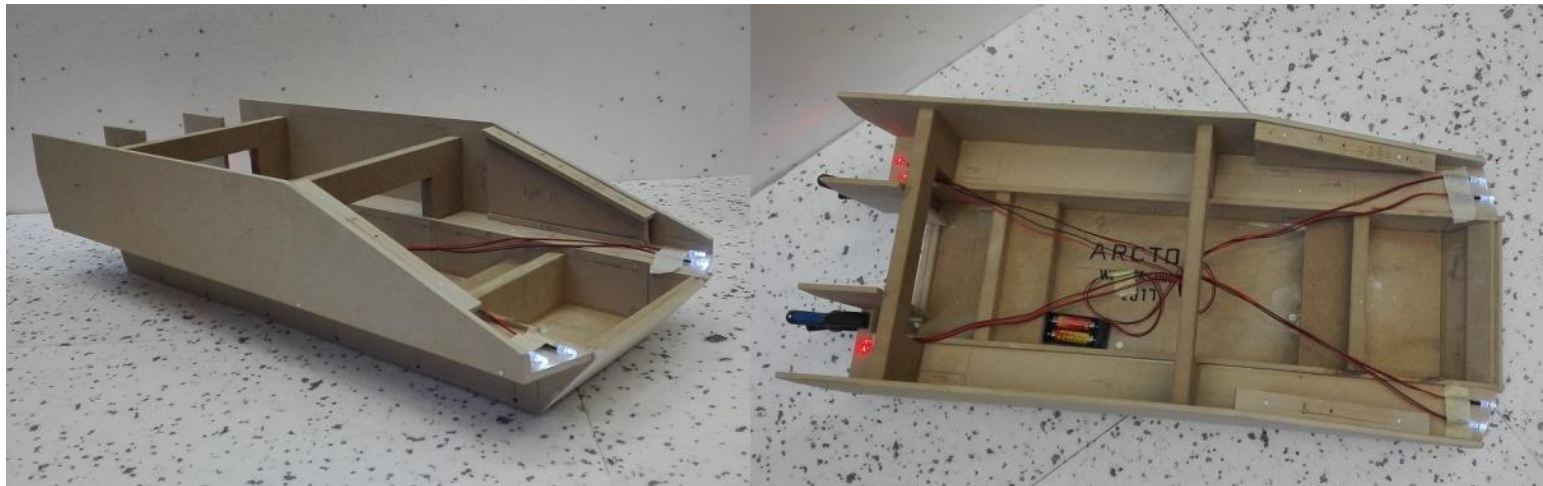
Seuraavaksi liimattiin pienoismalliin etuosan alalevy kuvastamaan Arctosin alaetupanssaria. Levy leikattiin kuuden millimetrin MDF-levystä. Liimauksessa käytettiin hyväksi pieniä puristimia (Kuva 85).



Kuva 85. Etuosan alalevyn liimaaminen pienten puristimien avulla.



Pienoismallin rungon hahmottumisen jälkeen lähdettiin suunnittelemaan pienoismallin valojärjestelmää. Valoilla luotaisiin staattiseen pienoismalliin eloa, toiminnallista ilmettä sekä informaatiota esittämällä ajovalojen paikat. Valojärjestelmä päätettiin rakentaa led-valoista. Valojärjestelmä koostui neljästä vaaleasta ja neljästä punaisesta led-valosta. Näillä ilmennetään pienoismalliin etu- ja takavaloja (Kuva 86).



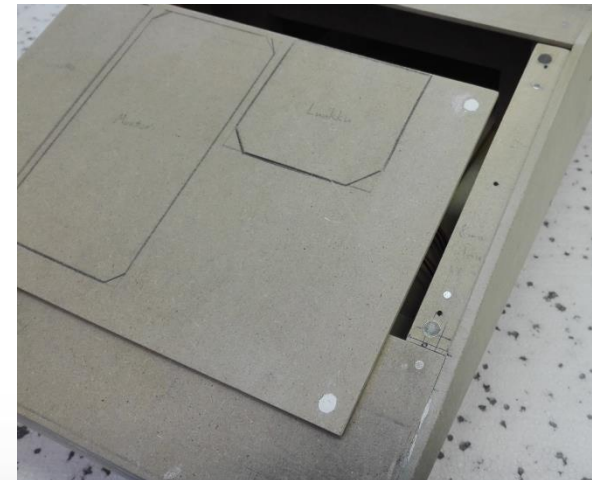
Kuva 86. Valojärjestelmän suunnittelua.





Valojärjestelmää rakennettaessa havaittiin, että led-valojen johdot eivät ole riittävän pitkiä toteuttamaan alkuperäistä asennussuunnitelmaa. Pienoismallin etuosanvalot sekä takaosanvalot päätettiin eriyttää johtojen pituuden riittämättömyyden vuoksi kahteen eri valojärjestelmää. Erillisten valojärjestelmien havaittiin myös pidentävän valojen palamistehoa – valot paloivat pidempään ja kirkkaammin. Erilliset valojärjestelmät voidaan myös kytkeä päälle eri aikaan, mikä ensimmäisessä valosuunnitelmassa ei ollut mahdollista. Erilliset valojärjestelmät osoittautuivat siis hyväksi ratkaisuksi useammasta syystä.

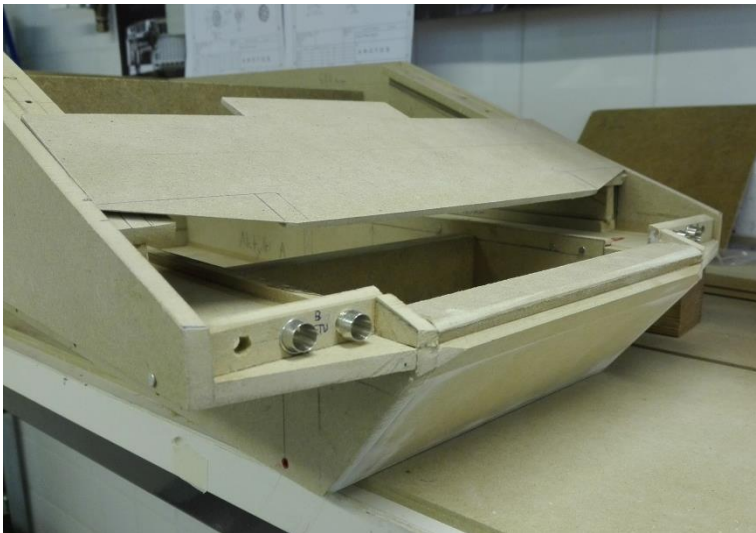
Seuraavaksi pienoismalliin rakennettiin keulan etuosaan kylkipanssarien suuntaiset tukipalkit, joiden päälle on mahdollista rakentaa etupanssaria kuvastava MDF-levy. Näiden tukirakenteiden päälle asennettiin kolmen millimetrin paksuinen MDF-levystä leikattu etupanssarilevy. Etupanssarilevy koostuu pienoismallissa useammasta osasta, jotta pienoismallin valojärjestelmää voidaan hallinnoida osittain avautuvan etupanssarin kautta. Osa pienoismallin etupanssaroinnista on siis kiinteää ja osa magneeteilla avautuvaa MDF-levyä (Kuva 87).



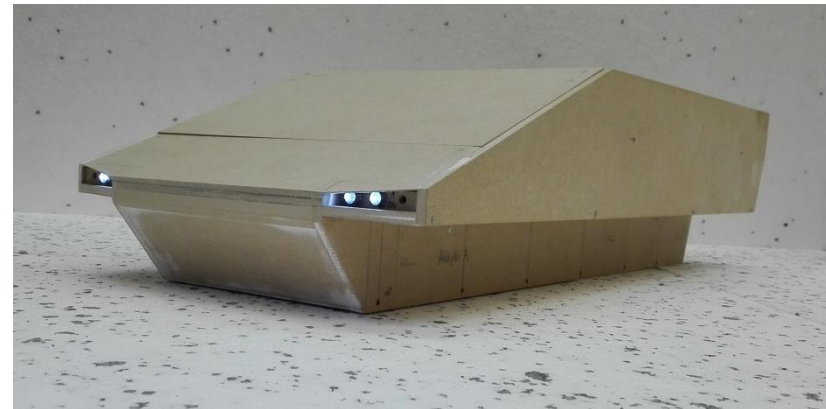
Kuva 87. Magneeteilla avautuva etupanssarointi.



Ennen kiinteän etupanssarilevyn liimaamista paikoilleen, oli pienoismallin etuosaan valmistettava valojärjestelmän etuvalojen umpioiden taustalevy sekä etuosan pystysuora etulevy. Umpioiden taustalevy sahattiin kuuden millimetrin paksuisesta MDF – levystä. MDF-levyihin porattiin reiät ajovalojen umpioille 7,5mm poranterällä. Ajovalojen viereen porattiin viiden millimetrin reiät sivusuuntavaloilta. Umpioiden taustalevyn ja pienoismallin etuosan pystysuoran etulevyn väliin jäi vielä pieni aukko. Tämä suljettiin pienillä MDF-levystä tehdyillä sovitepaloilla, jotta etupanssari asettuu paikoilleen (Kuva 88). Pienoismallin etuosan valojärjestelmän valmistuttua järjestelmää testattiin (Kuva 89). Umpioiden taustalevy maalattiin spraymaalilla mustaksi.



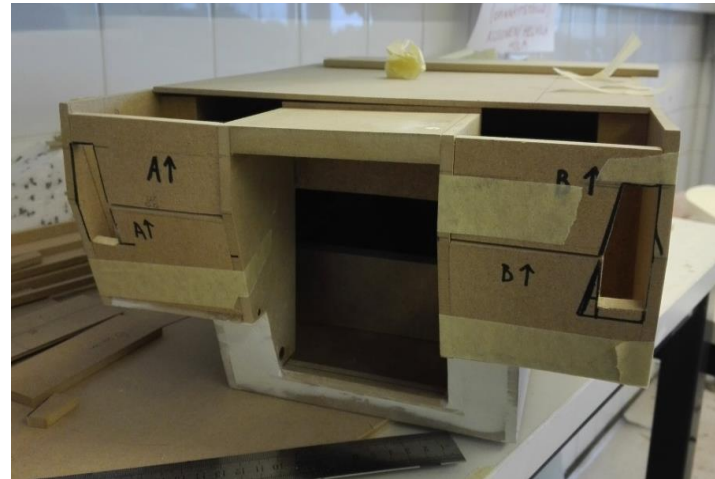
Kuva 88. Pienoismallin etuosan valojärjestelmän rakentaminen.



Kuva 89. Pienoismallin etuosan valojärjestelmän testaaminen.



Pienoismallin etuosan valmistuttua siirryttiin takalevyjen asentamiseen. Pienoismallin takaosan alapanssaria kuvaavan levyn rakentamiseen käytettiin kolmen millimetrin paksuista MDF- levyä. Loput takaosan levyt valmistettiin kuuden millimetrin paksuisesta MDF- levystä. Koska pienoismallin takaosa on kulmikas, valmistettiin MDF-levyt erikseen ja kohdistettiin kylkilevyjen kanssa samaan linjaan. Pienoismallin takaosaa (Kuva 90) rakennettaessa oman haasteensa toivat takavalojen umpioiden paikat. Niiden rakentaminen 3D-mallinnosten perusteella oli haastavaa pienoismallin takaosan kulmikkuuden vuoksi. Tarkkaavaisuudella ja astemittaa hyväksi käyttäen päästiin kuitenkin silmää tyydyttävään lopputulokseen.



Kuva 90. Pienoismallin takaosan rakentaminen.



Alkuperäisessä pienoismallin rakentamissuunnitelmassa oli ideana asentaa led-valojärjestelmä pienoismallin valmistuttua. Tätä varten tulisi takaosan poistumislukun avautua. Rakennusvaiheessa kuitenkin havaittiin, että led-valojärjestelmä oli asennettava paikoilleen rakentamisen yhteydessä – valmiiseen pienoismalliin olisi todella haastava päästä enää asentamaan valojärjestelmää. Koska takaosan poistumislukun toteutuksessa ei päästy haluttuun lopputulokseen, tämän vuoksi avautuvasta takapoistumislukusta luovuttiin ja tilalle rakennettiin kiinteä poistumistietä kuvaava MDF-levy.

Takaosan valmistumiseen vaadittiin tässä vaiheessa enää takavalojärjestelmän umpioiden takalevyn valmistaminen (Kuva 91). Takalevyt sahattiin kuuden millimetrin paksuisesta MDF-levystä ja niihin porattiin vastaavanlaiset 7,5mm ja viiden millimetrin reiät kuin pienoismallin etuosaankin. Seuraavana vaiheena olisi ollut takaosan umpioiden taustalevyjen spraymaalaminen mustaksi. Etuosan maalaus ei kuitenkaan ollut tyydyttävä, joten maalaamisen sijaan päätettiin sekä etu- että takaosan umpioiden taustalevyt spraykitata (kuva 92 ja kuva 93). Tämän jälkeen umpioiden taustalevyt maalattiin uudestaan mustaksi. Uusi musta maalipinta oli ensimmäistä parempi ja tasaisempi spraykittauksen ansiosta.





Kuva 91. Pienoismallin takaosan umpioiden takalevy.



Kuva 92. Spraykitti.



Kuva 93. Pienoismallin takaosan umpioiden spraykittäus.

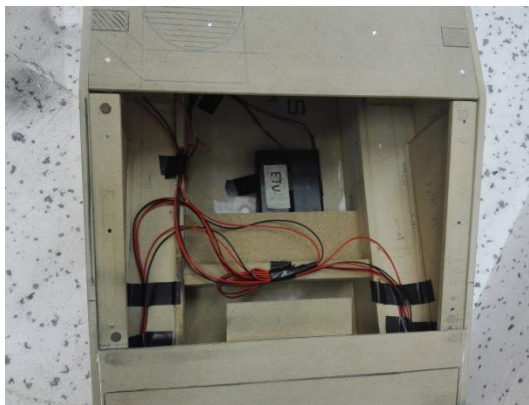




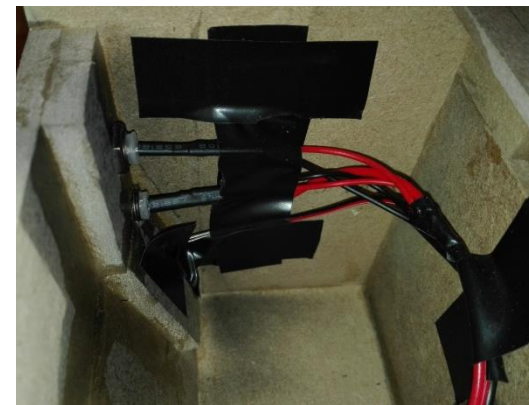
Umpioiden maalaamisen jälkeen ryhdyttiin viimeistelemään valojärjestelmiä. Valojärjestelmiin haluttiin vielä lisätä keltaiset sivusuuntavalot. Tämä onnistui juottamalla johtojärjestelmään kolmas johto mukaan (Kuva 94). Tämän jälkeen valojärjestelmä asennettiin paikoilleen (Kuva 95 ja kuva 96).



Kuva 94. Sivusuuntavalojen juottaminen valojärjestelmään.



Kuva 95. Valojärjestelmän asentaminen.

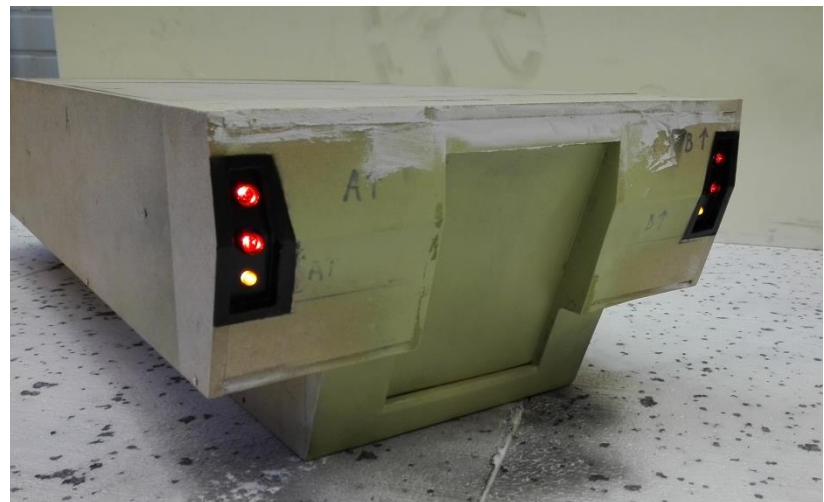


Kuva 96. Takavalojärjestelmä.





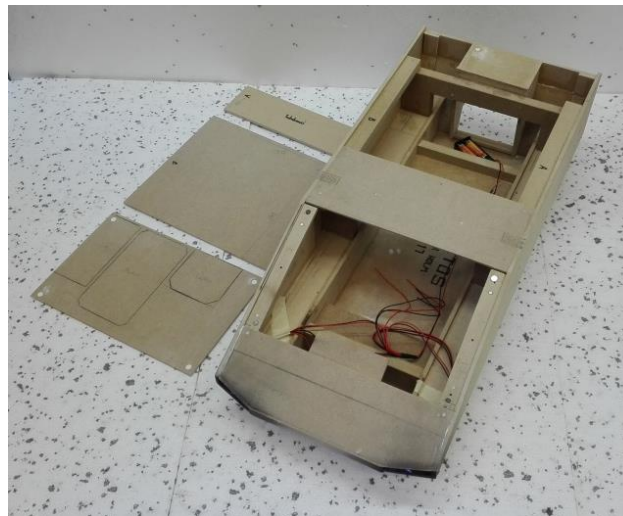
Kuva 97. Valmistunut pienoismallin etuosan valojärjestelmä.



Kuva 98. Valmistunut pienoismallin takaosan valojärjestelmä.



Pienoismallin takaosan valmistumisen jälkeen oli rakenteista jäljellä enää pienoismallin kattolevyjen valmistaminen (Kuva 99). Pienoismallin kattolevyjä tehtiin useita tehtävämoduulin havainnollistamiseksi. Pienoismallin kattolevyistä ainoastaan tehtävämoduulin paikkaa kuvaava kattolevy on kiinnitetty magneeteilla - muut kattolevyt liimattiin ja naulattiin kiinni pienoismallin tukirakenteisiin. Tämä kattolevyn aukeamispaikka demonstroi katsojalle tehtävämoduulin toimintaa ja sijaintia pienoismallissa. Tehtävämoduuli on vaihdettavissa toiseen tehtävämoduuliin pienoismallin katon kautta nostamalla. Varsinaista tehtävämoduulia ei kuitenkaan rakennettu, sillä pienoismallin sisätilojen rakentaminen rajattiin pois tästä opinnäytetyöstä.



Kuva 99. Pienoismallin kattorakenteiden sovittamista.



Kun pienoismallin kaikki levyпинnat olivat valmistuneet, oli aika siirtyä telapyörästön rakentamiseen. Koska miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctosissa on kylkisuojat oli telakoneisto valmistettava sekä maalattava ennen kylkisuojien asentamista. Pienoismallin telakoneiston rakentaminen alkoi jousituksen toteuttamisesta. Jousituksen rakentaminen alkoi merkitsemällä paikat johto-, veto-, kannatin-, sekä telapyörille. Nämä paikat mitattiin tarkkaan ja niihin porattiin merkiksi 1,5mm terällä porauskohdat. Porauskohtien merkitsemisen jälkeen lopulliset reiät tehtiin poraamalla kuuden millimetrin poranterällä. Reikien poraamisen jälkeen rakennettiin jousitusvarret käsin kahdentoista millimetrin MDF-levystä. Kiinnitysvarsina toimivat 6mm x 30mm kokoiset puutapit (Kuva 100).



Kuva 100. Käsin tehdyt jousitusvarret asennettuina.



Kuva 101. Kauempaa kuvattu jousitusjärjestelmä.





Suunnitteluvaiheessa oli päätetty, että telapyörästä ja telat valmistetaan laserleikkaamalla kolmen ja kuuden millimetrin vahvuista MDF-levyä. Jotta laserleikkaaminen oli mahdollista, tuli leikattavat osat piirtää etukäteen Adobe Illustrator vektorinpiirto-ohjelmalla. Yksittäinen telapala rakennettiin kolmesta eri laserleikatusta osasta: tela, telahammas (Kuva 103) sekä kumitassu (Kuva 102). Yksittäisiä telapaloja tulee malliin yhteensä 228 kappaletta, 114 kappaletta per puoli. Varmuuden vuoksi telapaloja tulostettiin muutamia ylimääräisiä. Yksittäisten telapalojen kanssa yhtä aikaa laserleikattiin myös tela-, johto- ja kannatinpyörät. Telapyörien sisäkehään tehtiin laserilla rasterioimalla pulttikuviointi, joka helpottaa myöhemmin pyörien kiinnityspulttien asennusta.



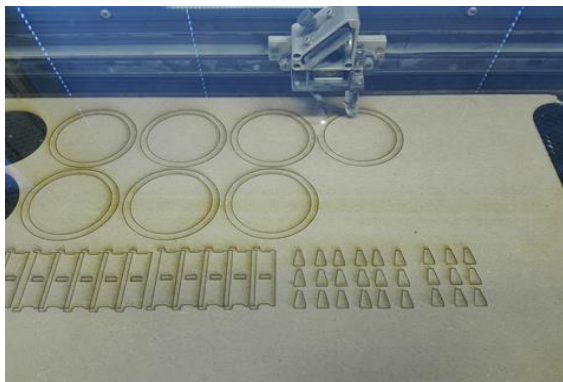
Kuva 102. Telan kumitassu (Waltter Holm 2017).



Kuva 103. Telan telahammas (Waltter Holm 2017).



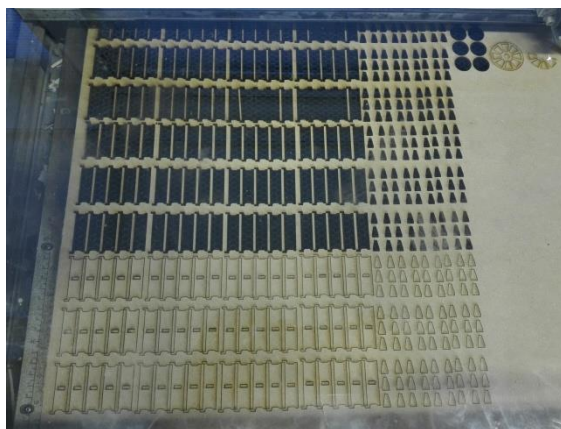




Kuva 104. Osien laserleikkaamista.



Kuva 105. Valmiita laserleikattuja telojen osia.



Kuva 106. Osien laserleikkaamista.



Kuva 107. Laserleikattuja osia.



Telapyörästön osien laserleikkaamisen jälkeen havaittiin, että käsintehty telapyörrien tukivarretta olisi myös kannattavaa korvata laserleikatuilla versioilla. Käsintehty tukivarret olivat liian kömpelöitä verrattuna laserleikkurin tekemään jälkeen. Tämän vuoksi tukivarret laserleikattiin ja vanhat käsintehty tukivarret siirrettiin sivuun. Kun kaikki telapyörästön tekemiseen vaaditut laserleikatut osat olivat leikattuja, liimattiin ne suunnitelman mukaisesti kokoon.



Kuva 108. Telapyörrien liimaamista.

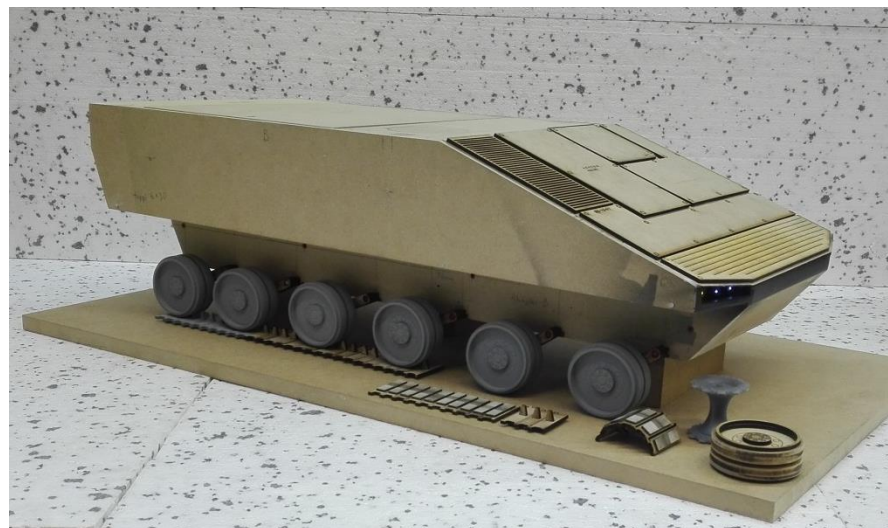


Kuva 109. Telojen osat valmiina liimaukseen.





Kuva 110. Telojen liimaamista.



Kuva 111. Telojen sovittamista telapyörästäön ympärille.







Kuva 112. Telapyörästön osia.



Kuva 113. Telakoneiston osia.



Telapyörästön osien valmistuttua laserleikattiin pienoismallin etuosan etulevyyn asennettavat yksityiskohdat: lisäpanssarointi, moottorin ilmanottoritilä (Kuva 114), moottorin huoltoluukku, kuljettajanluukku sekä tyrskylevy. Näiden osien valmistamisessa hyödynnettiin myös laserleikkurin rasterointikykyä (Kuva 115), jolla luukkuihin ja levyihin tehtiin ura-, pultti- ja tekstikaiverruksia.



Kuva 114. Laserleikattu ilmanottoritilä.

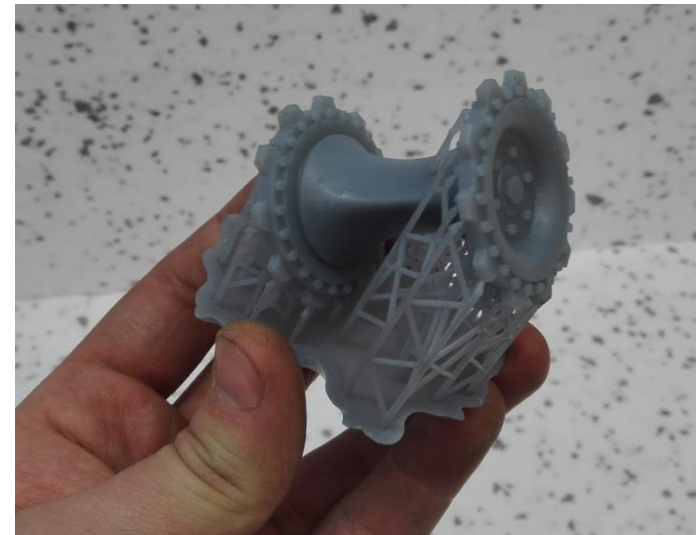


Kuva 115. Rasteroidut yksityiskohdat pienoismallin etulevyssä.





Pienoismallin rakentamisessa pyrittiin vaikeasti toteutettavissa osissa hyödyntämään 3D-tulostamisen mahdollisuuksia. Vetopyörän tekeminen laserleikkurilla olisi aikaa vievää. Vetopyörän rakenteen monimutkaisuuden vuoksi 3D-tulostaminen oli järkevä ratkaisu. 3D-tulostamisessa käytettiin hyödyksi jo aikaisemmin tehtyä 3D-tiedostoa miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctosin vetopyörästä. Mallinnettu vetopyörä muutettiin STL-muotoon, jotta 3D tulostin pystyy tulkitsemaan sitä. Tulostusaika yhdelle vetopyörälle oli noin neljä tuntia, jonka jälkeen kappale oli valmis (Kuva 116).



Kuva 116. 3D-tulostettu vetopyörä.



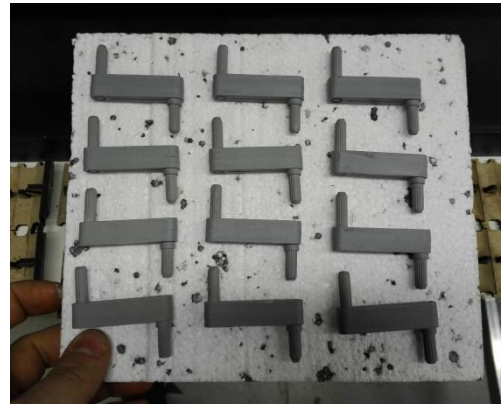
Koska telapyörästä oli valmistettu kerroksittain yhdistämällä MDF –levystä leikattuja osia, oli sekä telapyörärien että telojen saumat hiottava. Saumapinnat hiottiin tasaisiksi hiekkapaperilla. Tasaisen pinnan varmistaminen paljaalla silmällä on kuitenkin vaikeaa. Tästä johtuen telapyörästä oli hyvä pohjamaalata, jotta mahdolliset epätasaisuudet paljastuivat pinnasta (Kuva 118).



Kuva 118. Telapyörästäön pohjamaalausta.



Kuva 117. Pohjamaalattu telapyörästä ja uudet laserleikatut jousitusvarret.



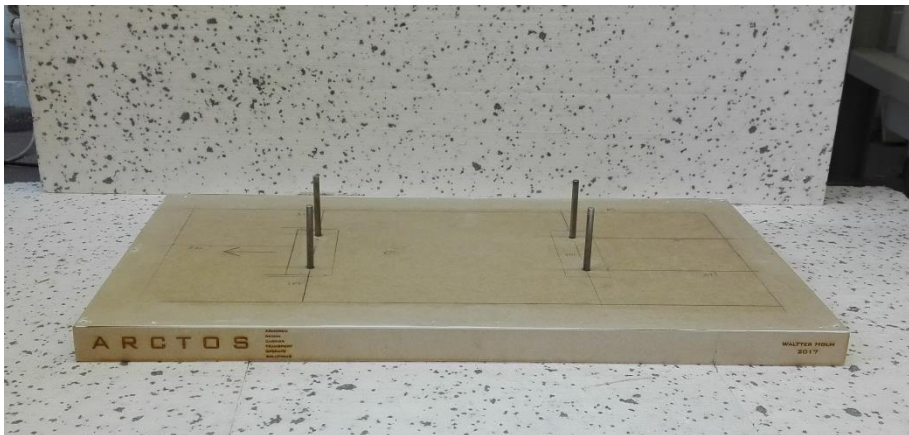
Kuva 119. Pohjamaalattu jousitusvarret.



Kuva 120. Pohjamaalattu telaketjut.



Ennen telapyörästäön lopullista kokoamista, tuli pienoismallin alustalevy viimeistellä. Pienoismallin alustalevyä korotettiin, jotta pienoismalli voitiin kiinnittää metallitankojen avustuksella tukipalkeista alustaan alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Korotus toteutettiin alkuperäisen alustan alle liimatuilla tukipalkeilla. Nyt koko alusta lepäsi näiden liimattujen tukipalkkien päällä ja alustan alle jäi silmiinpistävä rako. Tämä rako peitettiin liimaamalla alustan sivuille laserleikatut ja rasteroidut sivupaneelit (Kuva 121 ja kuva 122). Tämän jälkeen alusta maalattiin mustaksi lopulliseen väriinsä.



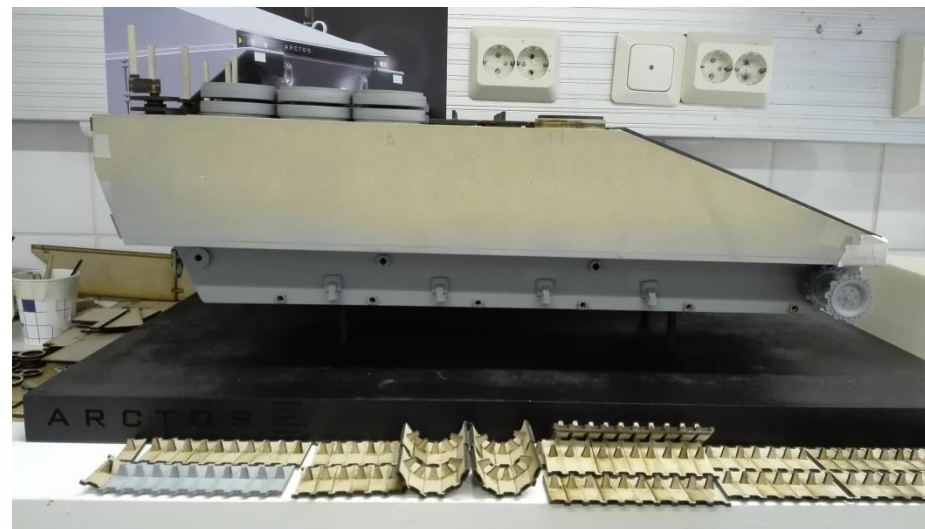
Kuva 121. Korotettu alusta ja laserleikatut sivupaneelit.



Kuva 122. Lähikuva alustan rasteroinnista.



Alustan viimeistelyn jälkeen siirryttiin telapyörästäön kokoamiseen. Kannatinpyörien sekä johtopyörien varret jätettiin tarpeeksi pitkiksi, jotta teloja asentaessa niiden etäisyyttä voitiin vielä säätää. Näin varmistettiin, että telat asennettiin suoraan. Tämä oli mahdollista, koska vaunun sisälle oli jätetty tietoisesti tilaa tälle mahdollisuudelle. Yksittäisten telapalojen koesovittaminen sujui erinomaisesti, sillä laserleikattu pinta on tarkkaa (Kuva 123).

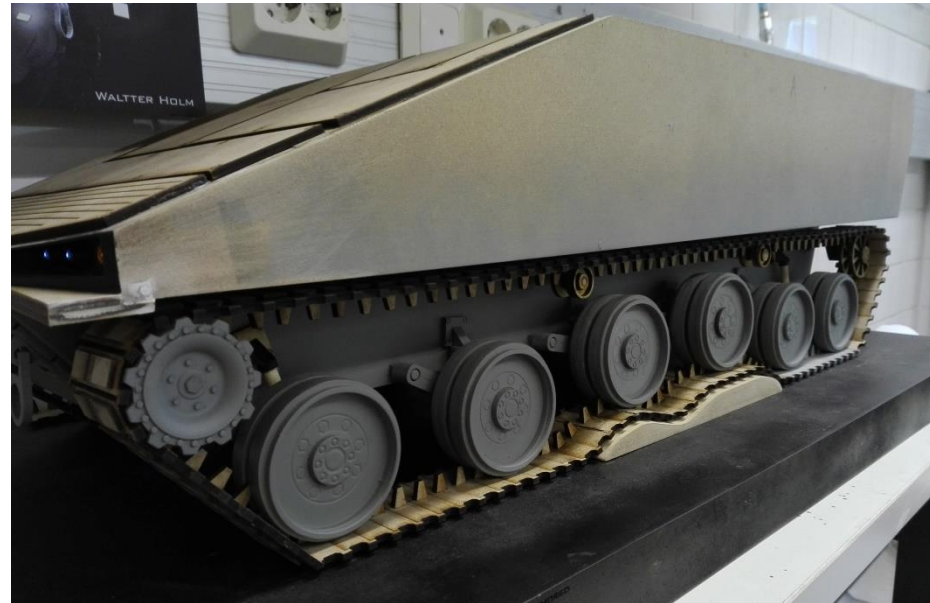


Kuva 123. Yksittäisten telapalojen koesovittamista.





Koska työssä oli nähty vaivaa valmistaa realistisen näköinen jousitusjärjestelmä, olisi sen toiminnallinen esitteleminen myös informoivaa. Pinnan muotojen esittelemiseksi alustan päälle leikattiin ja liimattiin MDF-levystä pala. Pala esittää mäkestä maaston vaihtelevuutta.



Kuva 124. Jousitusjärjestelmän toiminnallista esittelyä.





Jotta telakoneistoa voisi tutkiskella tulevaisuudessa helposti, siihen rakennettiin mekanismi, jolla telakoneiston päälle tulevat lokasuojat ja kylkilevyt on mahdollista poistaa pienoismallin toiselta puolelta telakoneiston tarkastelemisen ajaksi. Mekanismi toimii magneettikiinnityksellä (Kuva 125).



Kuva 125. Lokasuojan ja kylkilevyjen magneettikiinnityskohta.

Seuraavaksi laserleikattiin pienoismallin viimeiset osat: lokasuojat, kylkipanssarit, kattopanssarit, takaosan poistumistien ovi. Lokasuojat maalattiin mustalla spraymaalilla. Lokasuojat koostuvat neljästä isosta kumia jäljittelevästä MDF-palasta. Etummaisessa lokasuojan palassa on kaksi kaarenmuotoista reikää, jotka toimivat askelmina. Askelmien avustuksella miehistönkuljetuspanssarivaunuun voi kiivetä helposti (Kuva 126).



Kuva 126. Mustaksi maalatut lokasuojat.



Pienoismallin pohja (Kuva 127) maalattiin mustaksi, koska tämä osa pienoismallista ei tule olemaan katsojan näkyvillä ja näin ollen varsinaisen sävytemaalin käyttäminen olisi turhaa.



Kuva 127. Mustaksi maalattu pohjalevy.

Pohjamaalattun pienoismallin (Kuva 128) yksityiskohtaisemmassa maalauksessa käytettiin ammattikäyttöön tarkoitettua kynäruiskua. Kyseisellä työskentelytavalla voitiin maalata pienoismalliin tarkkoja yksityiskohtia. Pienoismallin maalaamiseen käytettiin olemassa olevan suomalaisen panssarikaluston väritystä. Värejä ovat tummanvihreä, vaaleanvihreä sekä musta (Kuva 129). Maalit olivat akryylimaalajeja.



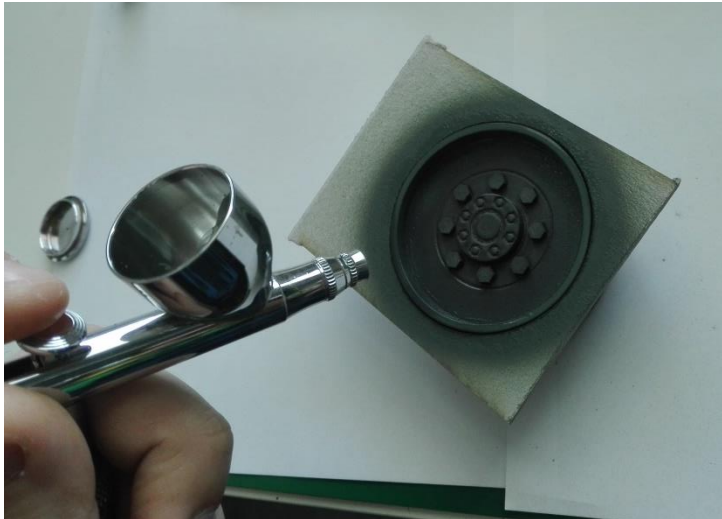
Kuva 128. Pohjamaalattu pienoismalli.





Kuva 129. Pienoismallin värityksessä käytetyt värisävyt.

Ensimmäisenä maalattiin telapyörät tummanvihreällä sävyllä. Maalaamisen apuna käytettiin kiekkoja, jolloin vain telapyörän "metalliosa" värjäytyi tummanvihreäksi (Kuva 130). Jotta telapyörät eivät jäisi ilmeeltään turhan monotonisiksi, niihin maalattiin sävyvaihtelua. Pinta kuvastaa valon ja varjon vaihtelua (Kuva 131).



Kuva 130. Telapyörrien maalaus kynäruiskulla.

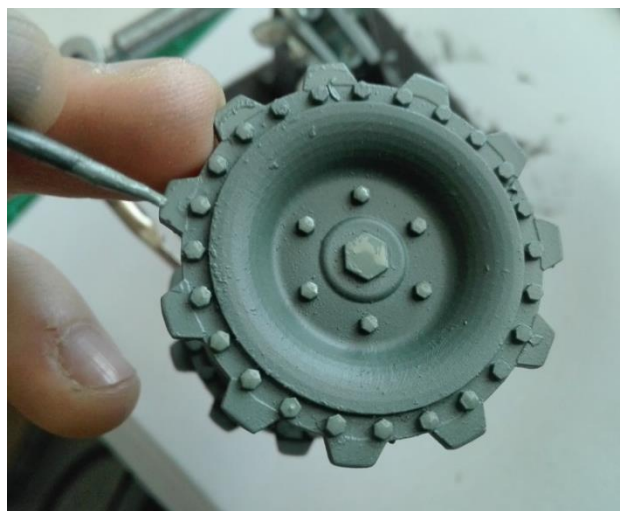


Kuva 131. Telapyörrien sävyvaihtelua.

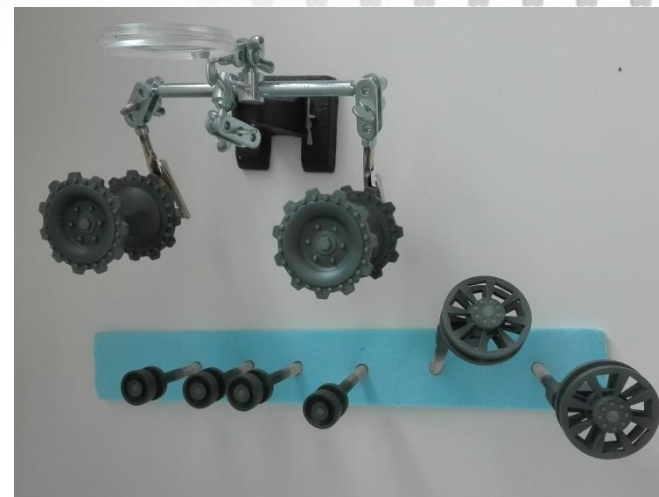




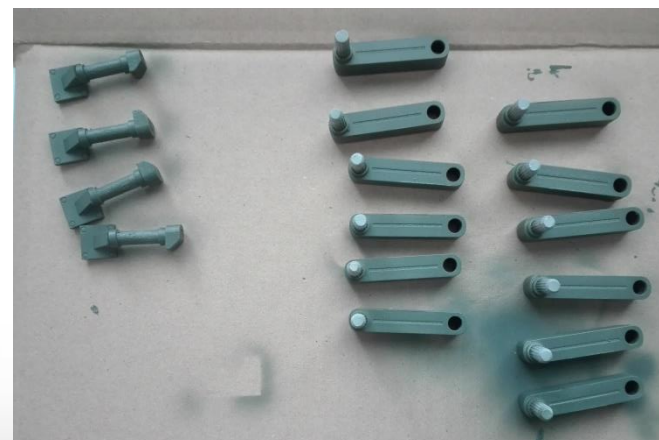
Telapyörien jälkeen maalattiin veto-, johto ja kannatinpyörästä, sekä telakoneiston akselit, jousitus ja mudanpoistajat. Telapyöriin lisättiin värimodulaatiota. Telapyörien pultit maalattiin hieman perussävyä vaaleammiksi, jotta nämä yksityiskohdat erottuisivat paremmin (Kuva 132, kuva 133 ja kuva 134). Telapyörästäön jälkeen maalattiin pienoismallin helmat sekä alaetu- ja takapanssari (Kuva 135). Lokasuojiin kiinnityskohdat maalattiin tummanvihreällä sävyllä (Kuva 136).



Kuva 132. Vetopyörän värimodulaation korostaminen hammastikulla maalaten vaalennettu sävyä.



Kuva 133. Maalattuja telapyörästäön osia.



Kuva 134. Maalattuja jousituksen osia.







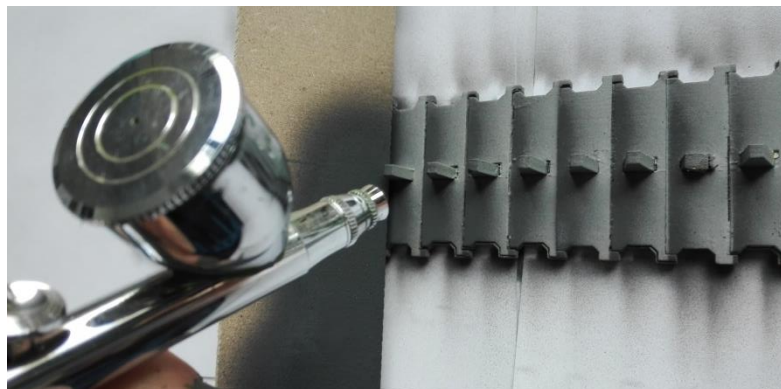
Kuva 135. Pienoismallin helmojen, alaetu- ja takapanssarin maalaus.



Kuva 136. Lokasuojien kiinnityskohtien maalaaminen tummanvihreällä sävyllä.



Harmaaksi pohjamaalattuihin teloihin maalattiin tummanharmaata väriä sävyvaihteluiden luomiseksi (Kuva 137). Telojen harmaata sävyä elävöitettiin maalaamalla hyvin vedellä ohennettua ruskeaa sekä mustaa maalia telapintojen päälle (Kuva 138). Telojen kumiosat maalattiin käsin käyttämällä mustaa maalisävyä (Kuva 139). Kun telat oli maalattu, oli aika liimata ne pyörästöön. Tässä vaiheessa pyrittiin käyttämään hyvin vähän liimaa, koska haluttiin välttyä mahdollisilta näkyviltä liimajäljiltä (Kuva 140). Liimauksen jälkeen pienoismallin alarunko oli valmis (Kuva 141).

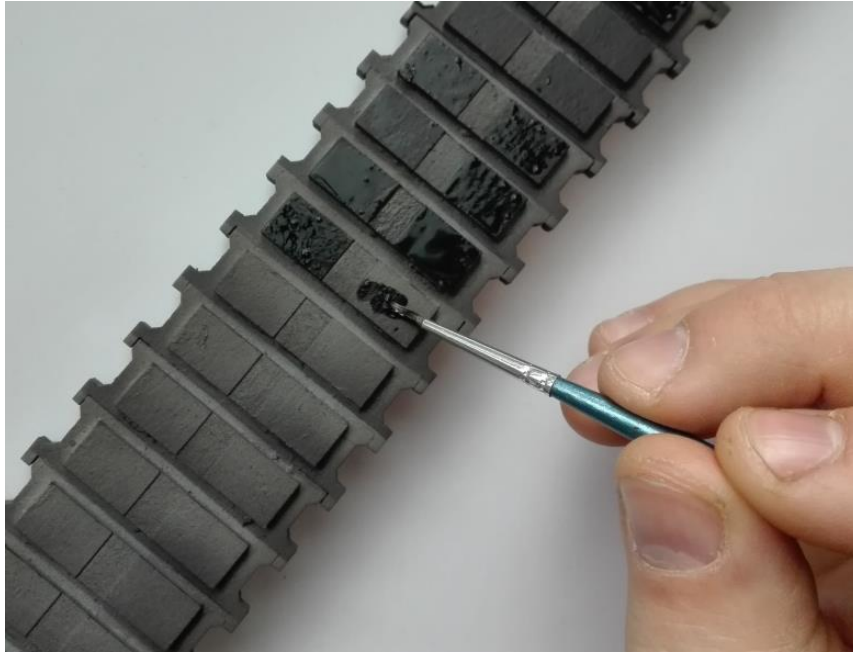


Kuva 137. Sävyvaihteluiden luominen teloihin tummanharmaalla sävyllä.

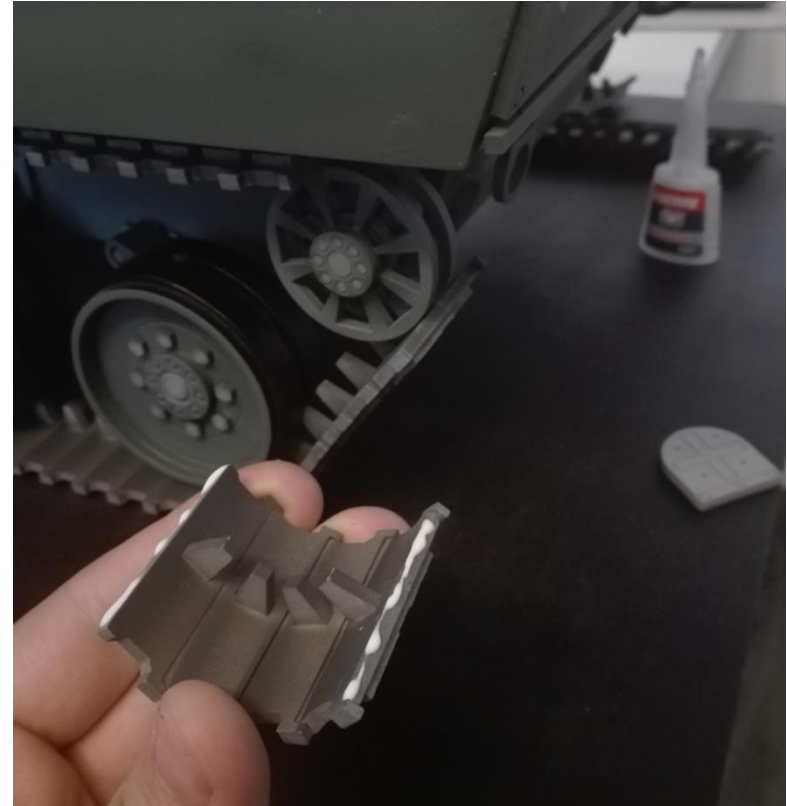


Kuva 138. Harmaan sävyn elävöittäminen ruskealla ja mustalla sävyllä.





Kuva 139. Telojen kumiosien käsin maalaaminen mustalla sävyllä.



Kuva 140. Telojen viimeistely varovaisella liimauksella.



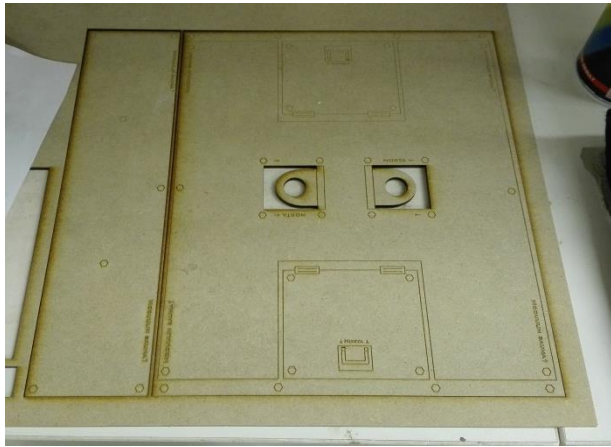


Kuva 141. Viimeistely telapyörästä.





Seuraavaksi laserleikattiin loput levypinnat. Näitä osia olivat lisäkylkipanssarit (Kuva 144), tehtävämoduulin katto (Kuva 142), sekä takapoistumistien ramppi (Kuva 144). Leikkauksen lopuksi osat pohjamaalattiin harmaalla sävyllä (Kuva 143 ja kuva 144).



Kuva 142. Tehtävämoduulin katon laserleikkausta.



Kuva 143. Levypintojen pohjamaalausta.

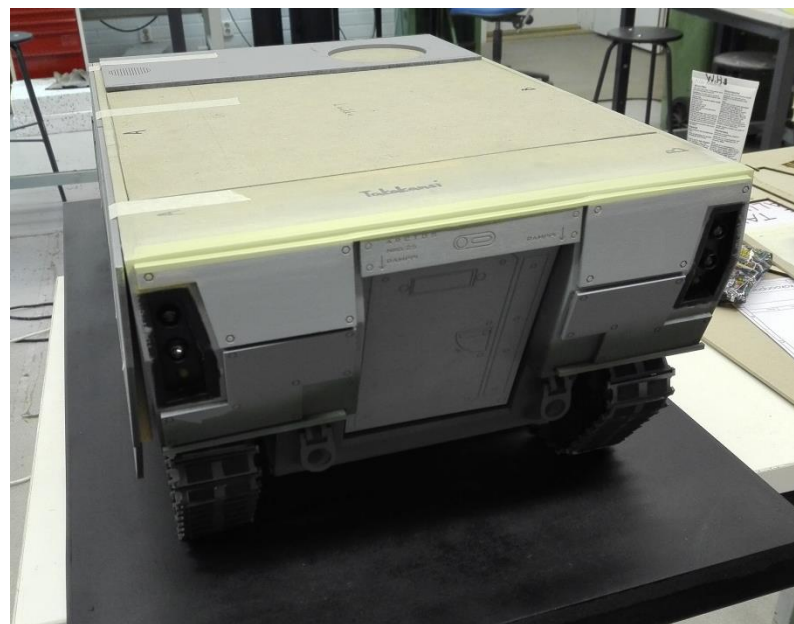


Kuva 144. Ramppi, katon levy, sekä lisäkylkipanssarit pohjamaalattuina.



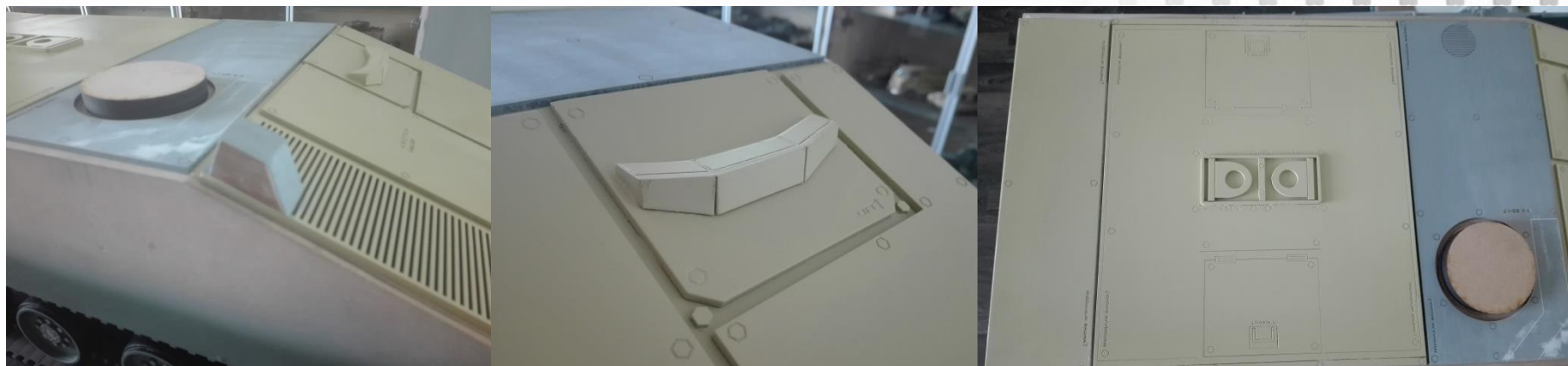


Seuraavaksi aloitettiin pohjamaalattujen levypintojen sovittaminen, sekä liimaus (Kuva 145) pienoismalliin. Ennen lopullista maalausta oli vielä 3D tulostettava miehistönkuljetuspanssarivaunun johtajan kupoli. Kupolin valmistumisen jälkeen, kaikkien osien ollessa valmiina aloitettiin maalaaminen (Kuva 148, kuva 149 ja kuva 150).

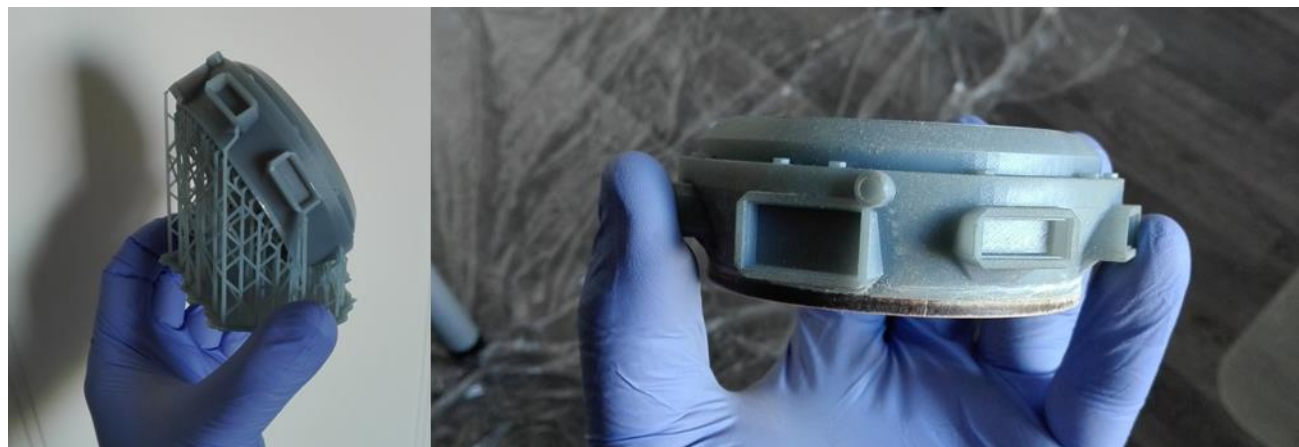


Kuva 145. Levypintojen sovittamista ja liimaamista.



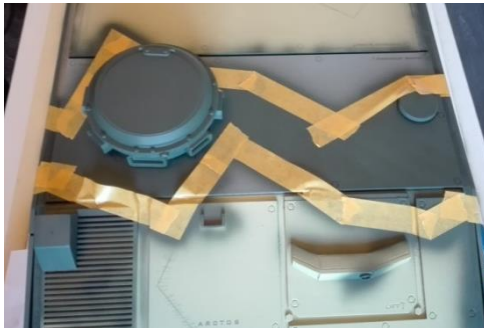


Kuva 146. Miehistönkuljetuspanssarivaunun pienoismallin osien pohjamaalausta.



Kuva 147.3D tulostettu johtajan torni.





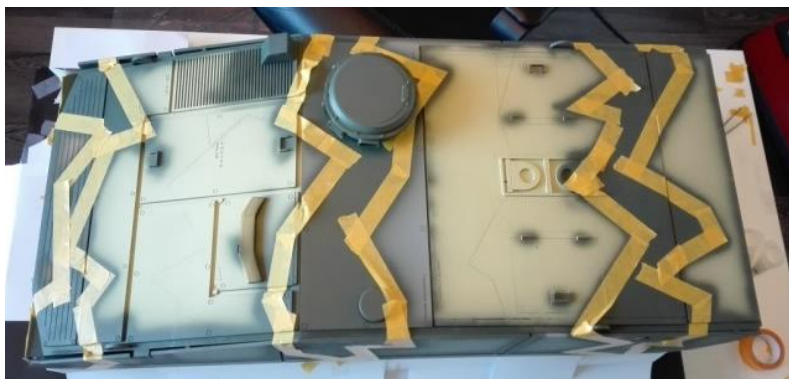
Pienoismallin pinnat pohjamaalattiin harmaalla pohjamaalilla, sekä keltaisen värisellä spraykitillä. Pienoismallin alustan kirjaimet maalattiin valkoisella, sekä ensimmäisten vihreiden naamiomaalausrajojen jälkeen rajat toiselle värisävylle erotettiin teipillä (Kuva 148a).

Kuva 148a .Pienoismallin maalaamista.





Tummanvihreiden alueiden maalauksen-  
sekä rajauksen jälkeen maalattiin  
seuraavaksi vaaleanvihreä- ja musta sävy.  
Kun naamiomaalaus oli valmis maalattiin  
yksityiskohdat kuten heijastimet peilit,  
näkölaitteet, peilit ja suuntavalot (Kuva  
148b).



Kuva 148b .Pienoismallin maalaamista.





Yksityiskohtien maalauksessa käytettiin apuna myös teippiä, joka helpotti alueen maalauksessa. Pienoismallin pultteja korostettiin maalaamalla niihin hieman vaaleammaksi sävytettyä maalia, jolloin yksityiskohta tulee paremmin esiin. Yksityiskohtia maalatessa käytettiin pientä sivellintä, sekä hammastikkua. Kylkiin maalatut kokardit maalattiin käyttäen pyöreää sapluunaa maalaten aina uusi kehä kunnes kokardi oli valmis (Kuva 148c).



Kuva 148c .Pienoismallin maalaamista.

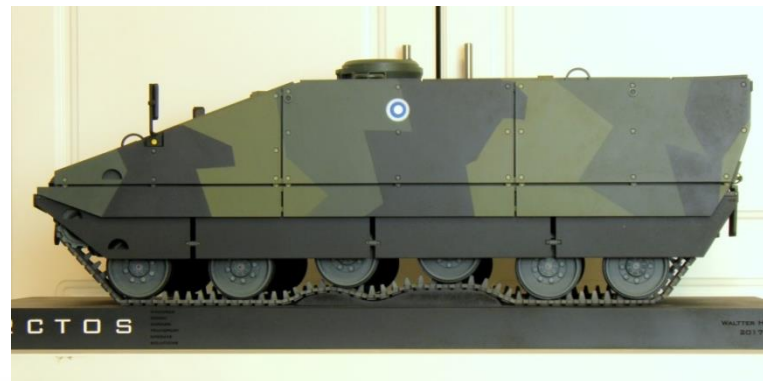
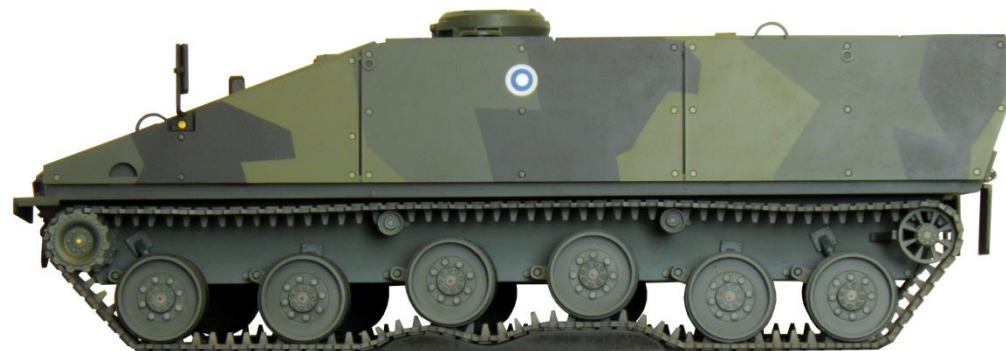






Kuva 149. Valmis pienoismalli miehistönkuljetusvaunu Arctosista.





Kuva 150. Valmis pienoismalli miehistönkuljetusvaunu Arctosista.



## 8 MIEHISTÖNKULJETUSPANSSARIVAUNU ARCTOS



Kuva 151. Miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctos.





Kuva 152. Miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctos.





# MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN AUKENEVAT LUUKUT

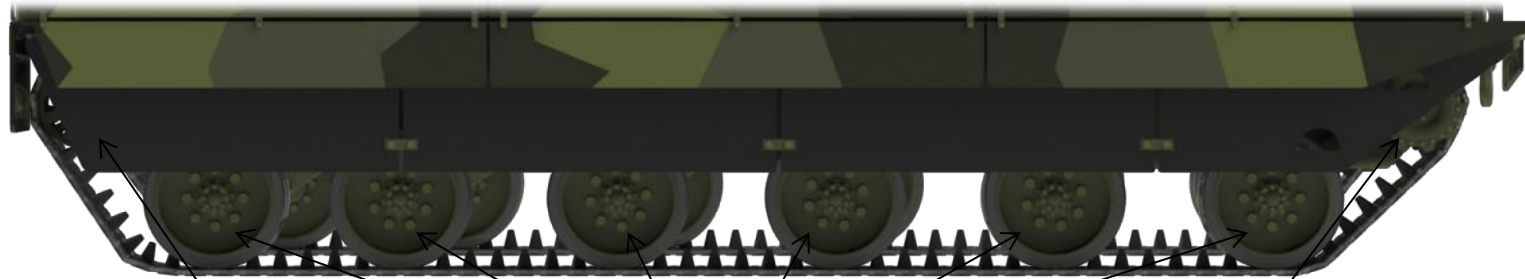


Kuva 153. Miestönkuljetuspanssarivaunu Arctos.





# MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN TELAPYÖRÄSTÖ

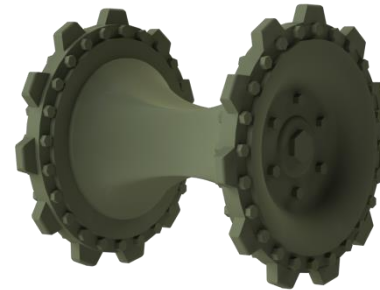


JOHTOPYÖRÄ

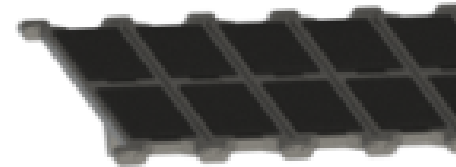


TELAPYÖRÄ

6 KPL



VETOPYÖRÄ



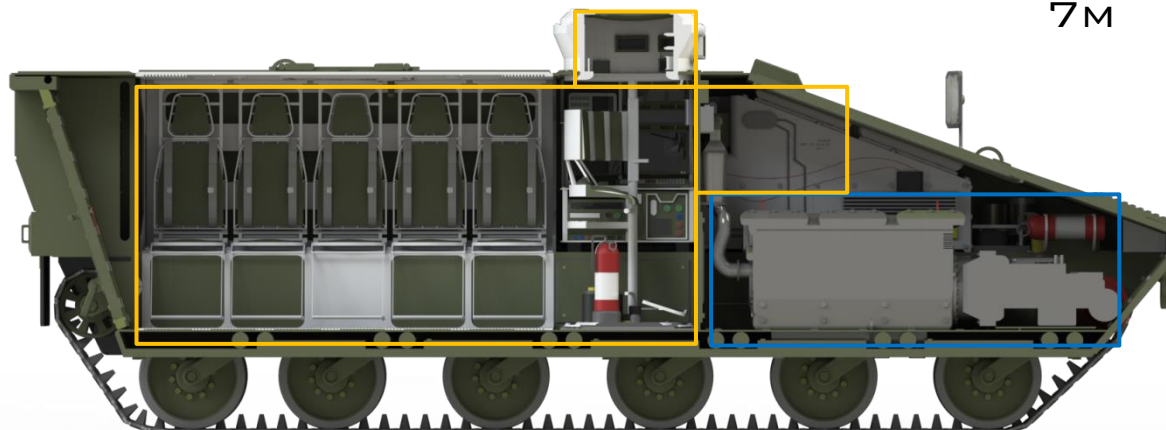
Kuva 154. Miehistönkuljetuspanssarivaunu  
Arctosin telapyörästä.



# MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN MITAT JA TILAJAKAUMA



MIEHISTÖTILA  
TAKANA

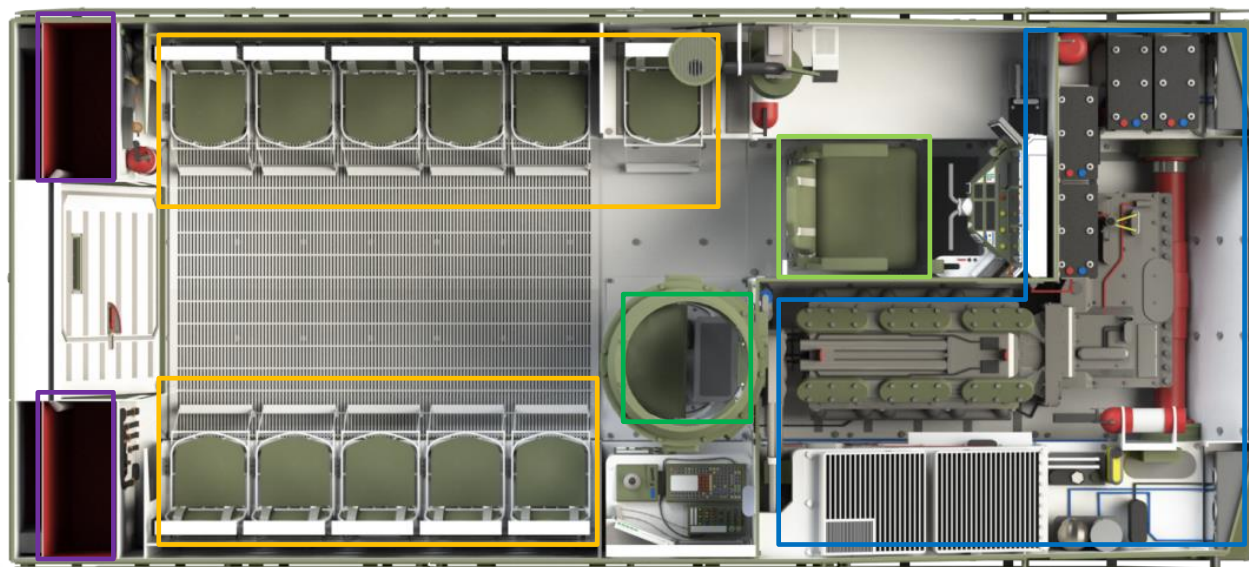


MOOTTORITILA  
EDESSÄ

Kuva 155. Miehistönkuljetuspanssarivaunu  
Arctosin mitat ja tilajakauma.



# MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN SISÄTILAT



## MIEHISTÖ

- 1 JOHTAJA
- 1 AJAJA
- 11 KULJETETTAVA MIEHISTÖ
  
- MOOTTORITILA
- POLTTOAINETANKIT

Kuva 156. Miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctosin sisätilat.



## MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNU A R C T O S

PITUUS: 7 M  
LEVEYS: 3 M  
KORKEUS: 2,5 M  
PAINO: 18 TN

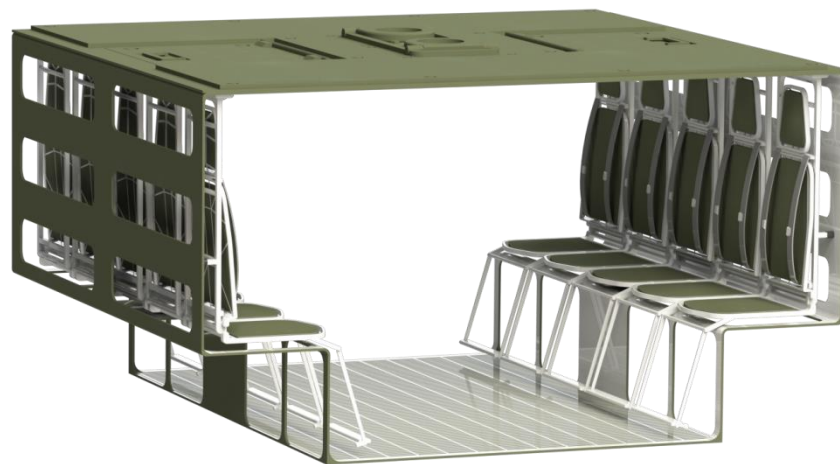
TEHO: 700 HV  
MOOTTORI: DIESEL V8  
MAX. NOPEUS : 80 KM/H  
TOIMINTASÄDE: 700KM

MIEHISTÖ: 2 + 11

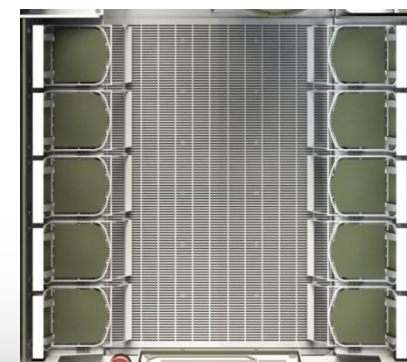
VAIHTEISTO: AUTOMAATTI  
JOUSITUS: VÄÄNTÖSAUVA JÄRJESTELMÄ



## MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN TEHTÄVÄMODUULI



MIEHISTÖNKULJETTAMISEEN TARKOITETTUUN TEHTÄVÄMODUULIN MAHTUU KYMMENEN KULJETETTAVAA HENKILÖÄ.



Kuva 157. Miestönkuljetuspanssarivaunu Arctosin tehtävämoduuli.

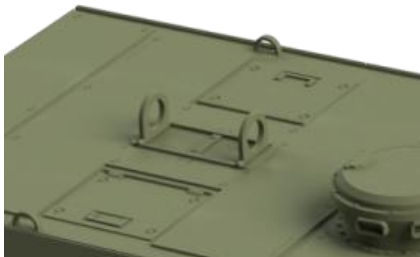




# MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN TEHTÄVÄMODUULIN TOIMINTA



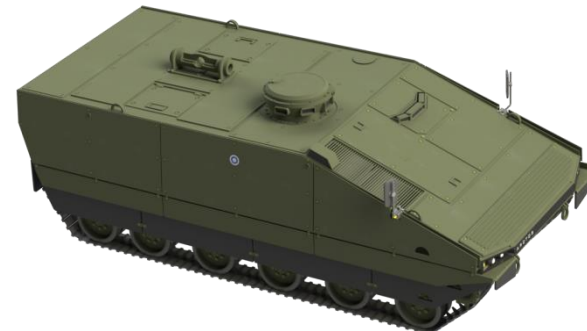
1



2



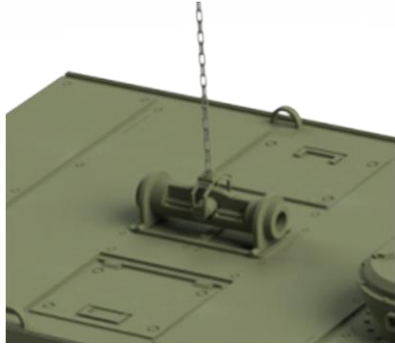
3



Kuva 158. Miehistönkuljetuspanssarivaunu  
Arctosin tehtävämoduulin toiminta.



# MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN TEHTÄVÄMODUULIN TOIMINTA



## TEHTÄVÄMODUULI

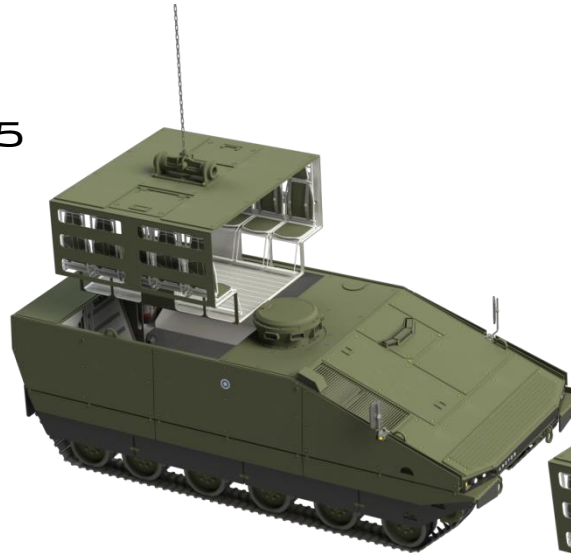
MIEHISTÖNKULJETUS  
10 HENKILÖÄ



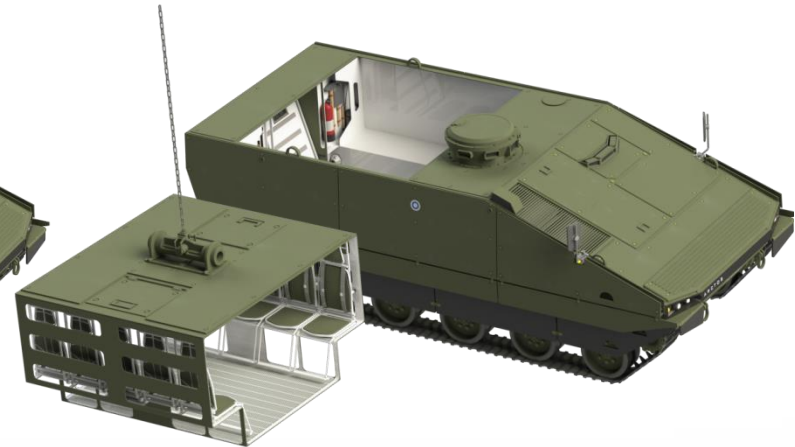
4



5



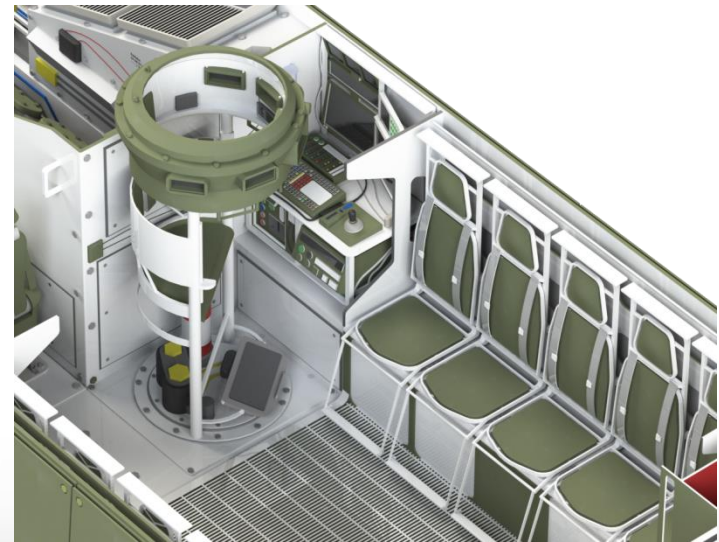
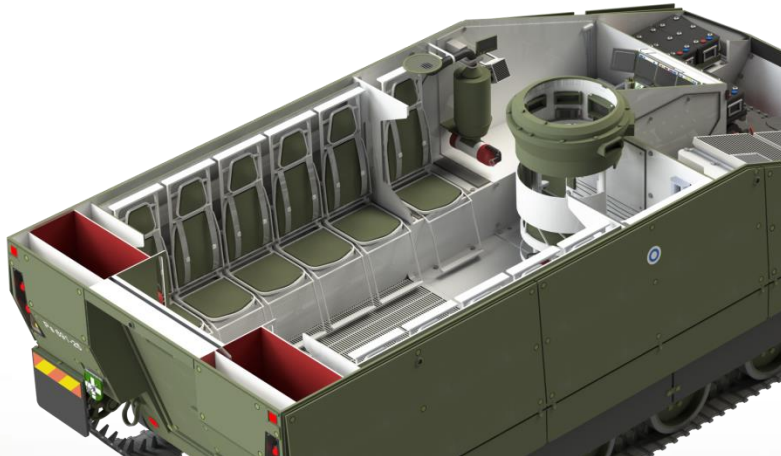
6



Kuva 159. Miehistönkuljetuspanssarivaunu  
Arctosin tehtävämoduulin toiminta.



# MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN SISÄTILAT

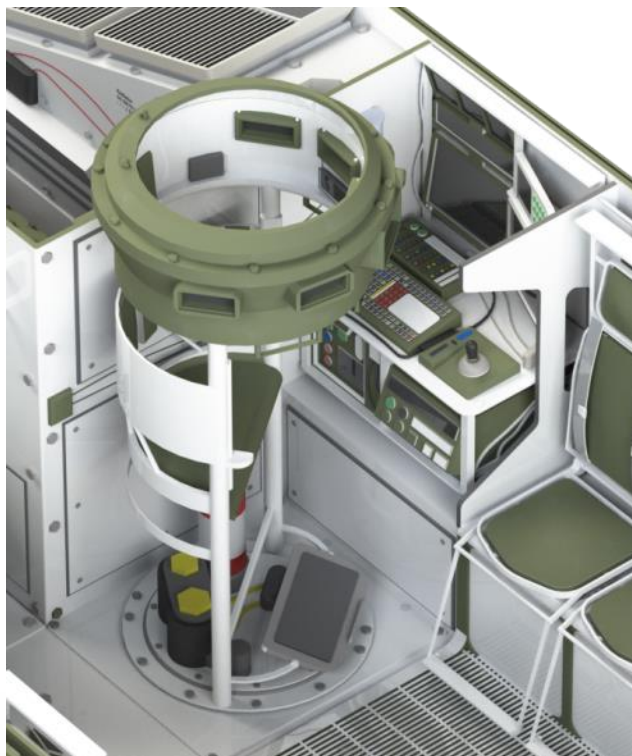


Kuva 160. Miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctosin sisätilat.





# MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN JOHTAJAN TILA



Kuva 161. Miehistönkuljetuspanssarivaunu  
Arctosin johtajan tila.



# MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN AJAJAN TILA

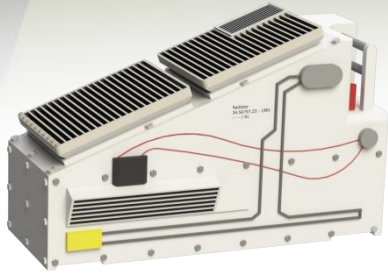


Kuva 162. Miehistönkuljetuspanssarivaunu  
Arctosin ajajan tila.

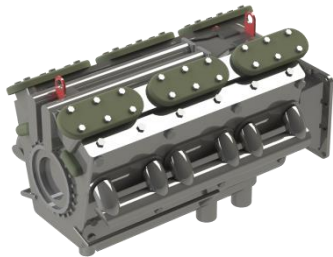




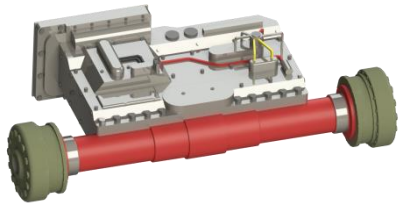
# MIEHISTÖNKULJETUSPANSsarIVAUNUN MOOTTORITILA



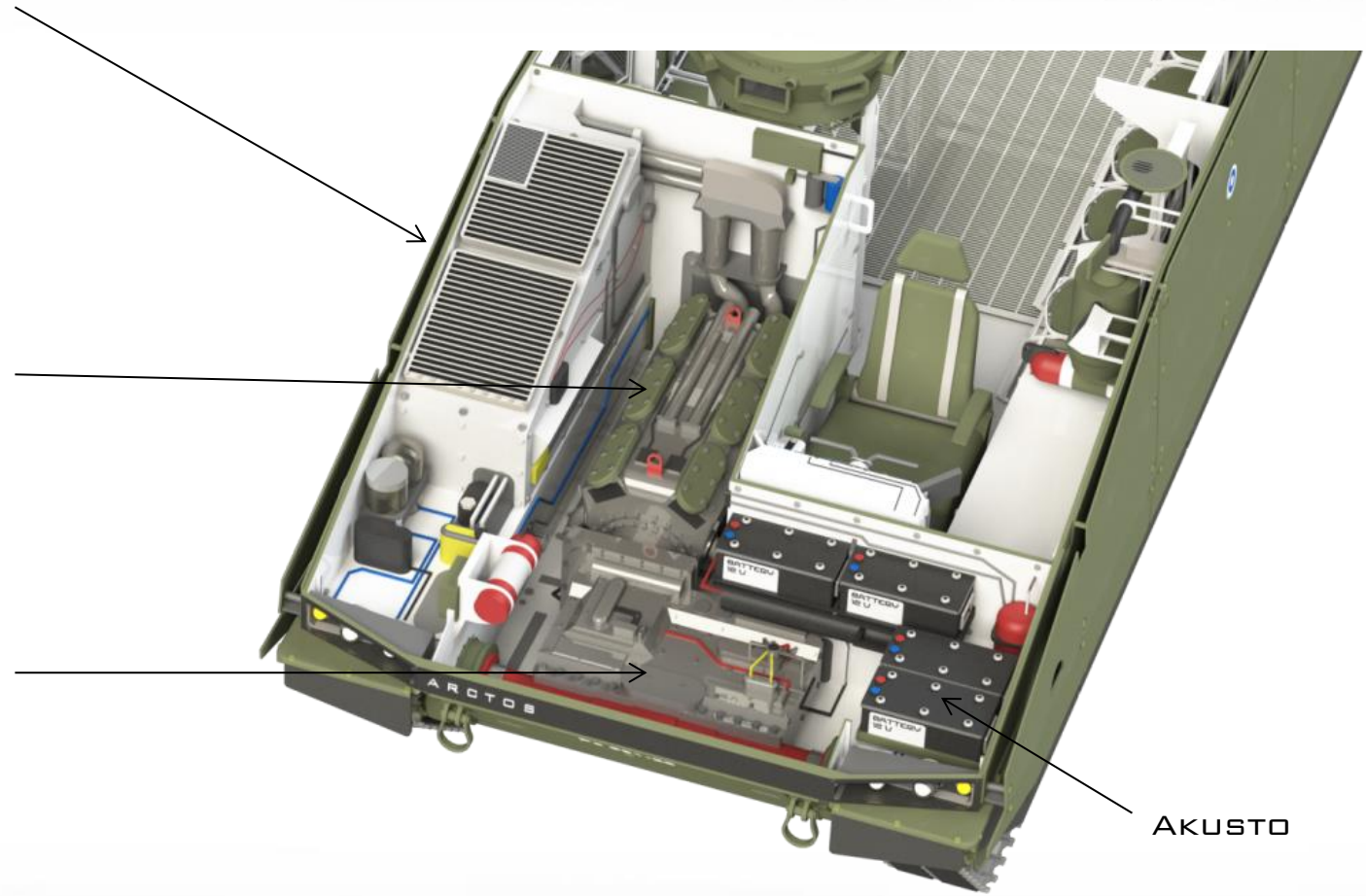
JÄÄHDYTIMÄ



MOOTTORI



VAIHTEISTO



AKUSTO

Kuva 163. Miehistönkuljetuspanssarivaunu  
Arctosin moottoritila.





Kuva 164. Miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctos toimintaympäristössä.







Kuva 165. Miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctos toimintaympäristössä.







Kuva 166. Miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctos toimintaympäristössä.





## 9 ARVIOINTI JA PÄÄTELMÄT

### 9.1 LOPPUTUOTE

Tämän taiteellis-toiminnallisen, laadullisen opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa moderni, aseeton, teloilla kulkeva miehistönkuljetuspanssarivaunu. Lopputuotteen tuli vastata kysymyksiin mikä on miehistönkuljetuspanssarivaunu ja millainen on moderni miehistönkuljetuspanssarivaunu? Opinnäytetyön tarkoituksena oli myös esitellä opinnäytetyön tekijän monipuolista osaamista muotoilun alalta.

Opinnäytetyöprosessin lopputuloksena valmistui miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctosin 3D-malli sekä fyysinen 1:10 pienoismalli. Lopputuote vastasi aluksi tehtyjä muotoilullisia ja toiminnallisia suunnitelmia. Muotokielen sekä toiminnallisten suunnitelmien uskotaan lopuksi pitäneen näin hyvin paikkaansa, koska opinnäytetyön tekijällä oli lopputuotteesta selkeä visio jo hyvin varhaisesta vaiheesta lähtien. Lisäksi lopputuotteen edistymistä verrattiin prosessin aikana aika ajoin alkuperäiseen suunnitelmaan. Lopputuotteen modernius näkyy erityisesti innovatiivisessa tehtävämoduulissa, jota voidaan tarpeen mukaisesti vaihtaa miehistönkuljetuspanssarivaunuun. Tällaista innovatiivista tehtävämoduuliratkaisua ei ole vielä markkinoilla nähty vastaavassa tarkoituksessa työskentelevissä miehistönkuljetuspanssarivaunuissa. Lisäksi itse miehistönkuljetuspanssarivaunu oli innovatiivinen lopputuote, sillä Suomessa ei vielä ole suunniteltu ja valmistettu teloilla kulkevia miehistönkuljetuspanssarivaunuja.



## 9.2 PROSESSI

Opinnäytetyöprosessille oli etukäteen asetettu tarkka ajankäyttölinen viitekehys, jossa myös pysyttiin suunnitelman mukaisesti. Opinnäytetyöprosessin viimeisinä päivinä kuitenkin prosessiin tuli mukaan pieni kiireen tuntu. Tästä huolimatta opinnäytetyön lopputulos valmistui ajallaan. Prosessi koettiin haastavana, sillä työtä tuntui olevan käytettävissä olevaan aikaan verraten paljon. Opinnäytetyön tekemiseen on käytetty arviolta yli 500 tuntia eli hieman enemmän kuin mitä prosessista saa opintopisteitä.

Opinnäytetyöprosessissa tärkeänä yhteistyötahona toimi Patria Land Systems. Tapaamisia Patria Land Systemsin edustajien Toni Maaniitun ja Jari Lemmetyisen kanssa oli säännöllisesti opinnäytetyöprosessin aikana. Kuulumisia vaihdettiin myös sähköisesti. Yhteistyö toimi mutkattomasti. Opinnäytetyöntekijä sai tapaamisista paljon uutta tietoa sekä rakentavia kehitysehdotuksia, joilla viedä omaa opinnäytetyötään eteenpäin.

Prosessi oli kuitenkin mielekäs, sillä opinnäytetyöntekijällä on muutoinkin harrastuneisuutta alaa kohtaan. Hän kirjoittaa satunnaisesti artikkeleita kerran kahdessa kuukaudessa julkaistavaan pienoismallilehti Mallixiin militariapienoismallien rakentamisesta. Opinnäytetyöprosessin aikana opinnäytetyöntekijä oppi runsaasti uusia asioita ajankäytönhallinnasta projektityöskentelyssä, erilaisten materiaalien käyttämisestä pienoismallien rakentamisessa sekä 3D-mallintamisesta. Opinnäytetyöntekijä pääsi esimerkiksi prosessin aikana laserleikkaamaan ja tulostamaan ensimmäisen kerran 3D-tulostimella.

Lähdeaineistona käytettiin, haastatteluja, painettuja, sekä sähköisiä lähteitä. Käytetty lähdeaineisto vastasi opinnäytetyön tarkoitusta. Osa sähköisistä lähteistä olisi voinut olla tieteellisesti tutkittua materiaalia, mutta sähköisten lähteiden vertailu painettuihin lähteisiin vahvisti tiedon luotettavuutta. Käytetty lähdeaineisto tarjosi kattavan tietoperustan miehistönkuljetuspanssarivaunun suunnittelulle ja toteutukselle. Sitä hyödynnettiin jatkuvasti eri prosessin vaiheissa.



### 9.3 JATKOKEHITYS

Tässä opinnäytetyöprosessissa miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctosiin suunniteltiin tasainen pohjapanssari. Jatkokehitysideana miehistönkuljetuspanssarivaunu Arctosiin voisi suunnitella V-mallisen pohjapanssaroinnin. V-mallisessa pohjapanssaroinnissa lisäarvoa tuo sen alta tulevaa räjähdystä vaunun sivuille suuntaava muoto – muodon ansiosta räjähdys ei kohdistu suoraan pohjapanssariin, jolloin pohjapanssari on suojaavampi yllättävien iskujen sattuessa. Tässä opinnäytetyöprosessi V-mallista pohjapanssarointia ei kuitenkaan toteutettu, sillä opinnäytetyössä arvostettiin korkeaa maavaraa sen sijaan. Arctosin seuraavassa versiossa voisi olla myös savunheittimet, joita prosessiin alkuperäisesti suunniteltiin. Savunheittimet ovat kuitenkin miehistönkuljetuspanssarivaunussa pieni yksityiskohta, joka päätettiin prosessin loppuvaiheessa rajata pois ajankäytönhallinnallisista syistä.

Ajankäytönhallinnallisista syistä opinnäytetyöstä rajattiin pois vaihtoehtoisten tehtävämoduulien 3D-mallintaminen. Kehittämistehtävänä opinnäytetyötä voisi viedä eteenpäin ja jatkaa 3D-mallintamista muotoilemalla erilaisia tehtävämoduuleja eri tarkoituksiin (esim. tiedustelu-, komento- ja sairaankuljetustehtävät).

Sähköisten lähteiden tietoperusta olisi voinut pohjautua enemmän tieteelliseen aineistoon. Haastattelut sekä aineiston vertaaminen painettuihin lähteisiin lisäsi kuitenkin sähköisten lähteiden luotettavuutta.



# KUVALÄHTEET

AgustaWestland Apache 2017 [viitattu 13.4.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/AgustaWestland\\_Apache](https://en.wikipedia.org/wiki/AgustaWestland_Apache)

BMP-1K komentoversio Parola Tank Museum 2014. Wikimedia Commons. [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BMP-1K\\_komento\\_versio\\_Parola\\_tank\\_museum.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BMP-1K_komento_versio_Parola_tank_museum.jpg)

Boxer (armoured fighting vehicle) 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Boxer\\_\(armoured\\_fighting\\_vehicle\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Boxer_(armoured_fighting_vehicle))

Cooke, G. 2010. Gary's Combat Vehicle Reference Guide [viitattu 18.3.2017] Saatavissa: <http://www.inetres.com/gp/military/cv/index.html#infantry>

Flying Tank 2017. Strategy page [viitattu 13.4.2017] Saatavissa: [https://www.strategypage.com/military\\_photos/military\\_photos\\_200513123.aspx](https://www.strategypage.com/military_photos/military_photos_200513123.aspx)

Heavy tank slips off road into ditch 2017. Strange dangers [viitattu 13.4.2017] Saatavissa: <http://www.strangedangers.com/content/item/140919.html>

Hot Pockets 2017. ASU School of life sciences [viitattu 13.4.2017] Saatavissa: <https://askbiologist.asu.edu/hot-pockets>

Howitzer 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 13.4.2017] Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Howitzer>

Infantry 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 13.4.2017] Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Infantry>

M113 armored personnel carrier 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/M113\\_armored\\_personnel\\_carrier](https://en.wikipedia.org/wiki/M113_armored_personnel_carrier)

M3 Half-track 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/M3\\_Half-track](https://en.wikipedia.org/wiki/M3_Half-track)

Merkava 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 13.4.2017] Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Merkava>

Patria 2017. [viitattu: 2.4.2017] Saatavissa: <http://patria.fi/fi>

Patria unveils the new AMVXP 2015. Blog about military technology. [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: <http://www.miltechmag.com/2015/09/dsei-2015-patria-unveils-new-amvxp.html>





# KUVALÄHTEET

PTS-2 2017. Military Today [viitattu 25.3.2017] Saatavissa: <http://www.military-today.com/trucks/pts2.htm>

Puma (IFV) 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Puma\\_\(IFV\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Puma_(IFV))

Sd.Kfz. 251 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sd.Kfz.\\_251](https://en.wikipedia.org/wiki/Sd.Kfz._251)

Self-propelled artillery 2016. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 13.4.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Self-propelled\\_artillery](https://en.wikipedia.org/wiki/Self-propelled_artillery)

Sloped armour 2016. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sloped\\_armour](https://en.wikipedia.org/wiki/Sloped_armour)

Tank Mark I 2016. Tank Encyclopedia. [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [http://www.tanks-encyclopedia.com/ww1/gb/tank\\_MkI.php](http://www.tanks-encyclopedia.com/ww1/gb/tank_MkI.php)

The new PMPV «MiSu» 6×6 armored vehicle prototype has been developed by Protolab Oy company from Finland. 2015. Defence Blog. Military and defency news. [viitattu 7.4.2017] Saatavissa: <http://defence-blog.com/army/finland-company-showcase-new-pmpv-misu-6x6-armored-vehicle.html>

Type 2 Ka-Mi 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 18.3.2017]. Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Type\\_2\\_Ka-Mi](https://en.wikipedia.org/wiki/Type_2_Ka-Mi)

What can fit inside a C-5 Galaxy 2014. Imgur [viitattu 13.4.2017] Saatavissa: <http://imgur.com/gallery/PwzZV>



## PAINETUT LÄHTEET

Enkenberg, I. 2015. Asekirja – Suomen aseet vuodesta 1917. Porvoo: readme.fi

Hart, S. 2013. Historian suurimmat panssarivaunutaistelut – vuodesta 1916 nykypäivään. Hong Kong: Minerva Kustannus Oy

Trewhitt, P. 2012. Panssarivaunut ja panssaroidut ajoneuvot – 300 sotilasajoneuvoa kaikkialta maailmasta. Kiina: Karisto Oy



## SUULLISET LÄHTEET

Lemmetyinen, J. & Maaniittu, T. 2017. Senior Manager & Product development manager. Patria. Tapaaminen 17.1.2017 ja 27.1.2017.



## SÄHKÖISET LÄHTEET

- Ankerstjerne, C. 2013. Relative armor thickness. Panzerworld. [viitattu 30.3.2017] Saatavissa: <http://www.panzerworld.com/relative-armor-thickness>
- Armoured personnel carrier 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 18.3.2017]. Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Armoured\\_personnel\\_carrier](https://en.wikipedia.org/wiki/Armoured_personnel_carrier)
- Attack helicopter 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Attack\\_helicopter](https://en.wikipedia.org/wiki/Attack_helicopter)
- BMP-1K komentoversio Parola Tank Museum 2014. Wikimedia Commons. [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BMP-1K\\_komento\\_versio\\_Parola\\_tank\\_museum.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BMP-1K_komento_versio_Parola_tank_museum.jpg)
- Boxer (armoured fighting vehicle) 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Boxer\\_\(armoured\\_fighting\\_vehicle\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Boxer_(armoured_fighting_vehicle))
- BTR Vehicle 2016. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/BTR\\_\(vehicle\)](https://en.wikipedia.org/wiki/BTR_(vehicle))
- Cooke, G. 2010. Gary's Combat Vehicle Reference Guide [viitattu 18.3.2017] Saatavissa: <http://www.inetres.com/gp/military/cv/index.html#infantry>
- CV90 2016. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/CV90>
- Electromagnetic pulse 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic\\_pulse](https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_pulse)
- Luettelo Suomen maavoimien kalustosta 2016. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 18.3.2017]. Saatavissa: [https://fi.wikipedia.org/wiki/Luettelo\\_Suomen\\_maavoimien\\_kalustosta](https://fi.wikipedia.org/wiki/Luettelo_Suomen_maavoimien_kalustosta)





M113 armored personnel carrier 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/M113\\_armored\\_personnel\\_carrier](https://en.wikipedia.org/wiki/M113_armored_personnel_carrier)

M3 Half-track 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/M3\\_Half-track](https://en.wikipedia.org/wiki/M3_Half-track)

MDF-levy 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 9.4.2017]. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/MDF-levy>

Mikä on toimintaympäristö, mitä siitä pitää ymmärtää ja miksi? 2017. Kepa. [viitattu 1.4.2017] Saatavissa: <http://itseopiskelu.kepa.fi/node/112>

Military Aviation 2016. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Military\\_aviation#Other\\_military\\_aviation](https://en.wikipedia.org/wiki/Military_aviation#Other_military_aviation)

Natural Environment 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Natural\\_environment](https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_environment)

Ohjus 2015. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjus>

Panssarintorjunta 2015. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Panssarintorjunta>

Patria 2017. [viitattu: 2.4.2017] Saatavissa: <http://patria.fi/fi>

Patria unveils the new AMVXP 2015. Blog about military technology. [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: <http://www.miltechmag.com/2015/09/dsei-2015-patria-unveils-new-amvxp.html>

Peace 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Peace#Pacifism>



PTS-2 2017. Military Today [viitattu 25.3.2017] Saatavissa: <http://www.military-today.com/trucks/pts2.htm>

Puma (IFV) 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Puma\\_\(IFV\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Puma_(IFV))

Raketinheitin 2013. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Raketinheitin>

Rekkedal, N. 2006. Nykyaikainen sotataito -Sotilaallinen voima muutoksessa. Neljäs uusittu versio (verkkoversio). Helsinki: Edita Prima Oy [viitattu: 26.3.2017] Saatavissa: [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/93813/Nykyaikainen\\_sotataito\\_verkkoversio\\_2013.pdf?sequence=2](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/93813/Nykyaikainen_sotataito_verkkoversio_2013.pdf?sequence=2)

Risk management 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Risk\\_management](https://en.wikipedia.org/wiki/Risk_management)

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto [verkkojulkaisu]. Tampere: 66 Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/index.html>

Salamasota pakotti Euroopan polvilleen 2015. Historia. 22.4.2015. [viitattu: 28.3.2017] Saatavissa: <http://historianet.fi/sota/toinen-maailmansota/toisen-maailmasodan-taistelut/salamasota-pakotti-euroopan-polvilleen>

Sd.Kfz. 251 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sd.Kfz.\\_251](https://en.wikipedia.org/wiki/Sd.Kfz._251)



Sloped armour 2016. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sloped\\_armour](https://en.wikipedia.org/wiki/Sloped_armour)

SolidWorks 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 8.4.2017] Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>

Suomen Puolustusvoimat 2017. Army. [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: <http://puolustusvoimat.fi/en/web/maavoimat/about-us>

Tank 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tank>

Tank Mark I 2016. Tank Encyclopedia. [viitattu 28.3.2017] Saatavissa: [http://www.tanks-encyclopedia.com/ww1/gb/tank\\_MkI.php](http://www.tanks-encyclopedia.com/ww1/gb/tank_MkI.php)

The new PMPV «MiSu» 6×6 armored vehicle prototype has been developed by Protolab Oy company from Finland. 2015. Defence Blog. Military and defency news. [viitattu 7.4.2017] Saatavissa: <http://defence-blog.com/army/finland-company-showcase-new-pmpv-misu-6x6-armored-vehicle.html>

Type 2 Ka-Mi 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 18.3.2017]. Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Type\\_2\\_Ka-Mi](https://en.wikipedia.org/wiki/Type_2_Ka-Mi)

Uhka 2015. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Uhka>

Unmanned aerial vehicle 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned\\_aerial\\_vehicle](https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle)

War 2017. Vapaa tietosanakirja Wikipedia [viitattu 2.4.2017] Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/War>



LIITTEET

LIITE 1. TOIMEKSIANTOSOPIMUS





# LIITE 1: TOIMEKSIANTOSOPIMUS

**LAMK** Lahden ammattikorkeakoulu  
Lahti University of Applied Sciences

**OPINNÄYTETYÖN TOIMEKSIANTOSOPIMUS (TKI opintopisteet)**

TOIMEKSIANTAJA	
Toimeksiantaja	Patria Land Systems
Toimeksiantajan yhteyshenkilö	Toni Maanittu
Lähiosoite	P.O.Box 20, Autotehtaantie 6
Postinumero ja -toimipaikka	FI-13101 Hämeenlinna, Finland
Y-tunnus	2357098-9
Toimipisteen kotikunta	Hämeenlinna
Puhelin	040 869 4995
Sähköposti	toni.maanittu@patricia.fi
OPINNÄYTETYÖN TEKIJÄT	
Nimi/nimet ja tunnukset/tunnukset	Walter Holm
Ryhmätunnus/-tunnukset	05AMU13 opiskelija 1302318
Koulutusala ja koulutus tai pääaine	Ajoneuvumuotoilu
Puhelin/puhelimet	050 4118313
Sähköposti/postit	walter.holm@student.lamk.fi
OHJAAJA	
Ohjaava opettaja	Kari Metso
Puhelin	050 3093218
Sähköposti	kari.metso@lamk.fi
Koulutusala	muotoilu
OPINNÄYTETYÖ	
Opinnäytetyön nimi	Arctos - miehistönkuljetuspanssarivaunu
Opinnäytetyön tavoite	Suunnitella ja visualisoida uusi, aseeton ja modulaarinen miehistönkuljetuspanssarivaununkonsepti Suomen puolustusvoimille, sekä vientiin ulkomaille. Työhön sisältyy kirjallinen osuus, 3D mallinnus, sekä 1:10 pienoismalli.

Plo

**SOPIMUS TOIMEKSIANNOSTA**

Työelämä maksaa opinnäytetyön tekemisestä opiskelijalle tai ammattikorkeakoululle

Työelämän edustajat ohjaavat aktiivisesti opinnäytetyön tekemistä

Työyhteisö hyödyntää tuloksia toiminnassaan *harkintansa mukaan*

Opinnäytetyöt ovat julkisia asiakirjoja; salassa pidettävä materiaali poistetaan toimeksiantajan pyynnöstä ennen julkaisua

Opiskelija toimittaa toimeksiantajalle erillisen raportin opinnäytetyöstä

Muut selvitykset opinnäytetyön kustannuksista, tekijänoikeuksista, aikataulusta ja muista erikseen sovitusta yksityiskohdista voidaan liittää tämän sopimuksen liitteeksi.

Liitteitä yhteensä \_\_\_\_\_ sivua.

Toimeksiantajan tietoja ei saa tallentaa ammattikorkeakoulun yritysrekisteriin.

Tällä sopimuksella toimeksiantaja ja opiskelija sopivat, että opiskelija suorittaa *opinnäytetyöksi määritellyn tutkimuksen tai kehittämistyön toimeksiantajalle.*

Toimeksiantaja sitoutuu antamaan opiskelijan käyttöön opinnäytetyön tekemiseen tarpeelliset tiedot ja antamaan tarvittavaa asiantuntijaohjausta.

**ALLEKIRJOITUKSET**

<b>OPISKELIJA</b>	Walter Holm
Paikka ja päiväys	<i>31/3 2017</i>
Allekirjoitus ja nimenselvennys	<i>Walter Holm</i> Walter Holm
<b>OPISKELIJA</b>	
Paikka ja päiväys	<i>1 20</i>
Allekirjoitus ja nimenselvennys	
<b>OHJAAJA</b>	Kari Metso <i>Kari Metso</i>
Paikka ja päiväys	<i>31 13 20 17</i>
Allekirjoitus ja nimenselvennys	
<b>TOIMEKSIANTAJA</b>	Pekka Korhonen
Paikka ja päiväys	Hämeenlinnassa <i>10/02 2017</i>
Allekirjoitus ja nimenselvennys	<i>Pekka Korhonen</i> Pekka Korhonen

Tätä sopimusta on tehty kaksi (2) samansisältöistä kappaletta, joista yksi toimitetaan ammattikorkeakoulun opintotoimiston tilastointia ja arkistointia varten ja yksi jää toimeksiantajalle.

Kopio sopimuksesta toimitetaan ohjaavalle opettajalle ja jokaiselle opinnäytetyön tekijälle. Sopimuksen kopioista vastaavat opinnäytetyön tekijät/tekijät.

Päivitetty 21.4.2015

