

Jarno Häkkinen

Metsätraktorin suunnittelu ja rakentaminen

Opinnäytetyö
Materiaalitekniikan koulutusohjelma


Huhtikuu 2015




MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

	Opinnäytetyön päivämäärä 13.05.2015
Tekijä(t) Jarno Häkkinen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Materiaalitekniikka
Nimeke Metsätraktorin suunnittelu ja rakentaminen	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja rakentaa taimikon hoitoon ja nuoren metsän ensiharvennukseen soveltuva metsäkone. Koneita suunniteltaessa haluttiin ottaa huomioon koneen koko, tehokkuus, maastokelpoisuus, ajonvakautusjärjestelmä, polttoaineen kulutus ja hinta-laatu -suhde.</p> <p>Metsäkone suunniteltiin ja rakennettiin Haukivuorella maatilakonepajassa. Suunnittelutyössä apuvälineinä käytettiin piirustuspöytää ja 3D mallintamisessa käytettiin Solidworks-ohjelmistoa. Piirustuksien ja mallinnuksien pohjalta oli mahdollisuus rakentaa metsäkoneen prototyyppi.</p> <p>Metsäkonetta pystyttiin rakentamaan hyvin pitkälti omassa maatilakonepajassa käyttäen yleisimpiä pajatyökaluja, mm. MIG-hitsauskoneita, metallisorvia, pylväsporakoneita ja muita pienempiä käsityökaluja. Joitakin metalliosien muokkauksia täytyi teettää ulkopuolisilla metallipajoilla. Esimerkiksi metallilevyjen kanttaaminen ja isompien metallipalojen polttoleikkaaminen teetätettiin toisessa konepajassa. Pintakäsittely suoritettiin omassa pajassa.</p>	
Asiasanat (avainsanat) Metsäkone, konesuunnittelu, metsähoito	
Sivumäärä 31+28	Kieli Suomi
Huomautus (huomautukset liitteistä)	
Ohjaavan opettajan nimi Markku Kemppe	Opinnäytetyön toimeksiantaja

DESCRIPTION

	Date of the bachelor's thesis 13.05.2015
Author(s) Jarno Häkkinen	Degree programme and option Material engineering
Name of the bachelor's thesis Designing and constructing a forest tractor	
Abstract The purpose of this thesis was to design and construct a forest tractor for young stand management and for the first thinning of young forest. When designing forest tractor, we took into consideration the size of tractor, efficiency, off- road capability, stability control, fuel consumption and price- quality ratio. Forest tractor was designed and constructed in a farm workshop at Haukivuori. For aiding the designing we used a drawing table and Solidworks – program for the 3D – modelling. Then a prototype from forest tractor was able to be constructed with these drawings and 3D- models. We could construct almost whole forest tractor in our own workshop using the most common workshop tools, such as a MIG- welding machine, a metal lathe, a drill press and another smaller hand tools. Some of the metal parts had to be modified in another workshop. For example edging and flame cutting of bigger metal sheets had to be done in another workshop. Surface treatment was done in our own workshop.	
Subject headings, (keywords)	
Pages 31+28	Language Finnish
Remarks, notes on appendices	
Tutor Markku Kemppe	Bachelor's thesis assigned by

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	METSÄKONEEN KÄYTTÖTARKOITUS JA VAADITTAVAT OMINAISUUDET	2
3	SUUNNITTELU JA MALLINNUS	3
3.1	Valmisosien mallinnus.....	4
3.2	Valmistettavien osien suunnittelu ja mallinnus	5
3.2.1	Runko.....	5
3.2.2	Pyörien ripustus ja ajonvakautusjärjestelmä.....	6
3.2.3	Öljysäiliö.....	7
3.2.4	Runkolukko.....	9
3.2.5	Ohjaamo ja puomisto	10
3.3	Kokoonpano.....	14
4	RAKENTAMINEN.....	16
4.1	Valmistettavien osien rakentaminen.....	16
4.1.1	Runko ja pyöränripustukset	16
4.1.2	Öljysäiliö.....	20
4.1.3	Ohjaamo ja puomisto	23
4.1.4	Muut tarvittavat runkorakenteet.....	27
5	PINTAKÄSITTELY	29
6	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET	32

LIITTEET

- 1 Hydraulikka kaaviot
- 2 Rakennusvaiheen kuvia

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella erityisesti nuoren metsän eli taimikon hoitoon soveltuva metsäkone. Metsäkone suunnitellaan ja rakennetaan maatilayritykselle Haukivuorella. Itse rakentaminen tapahtuu myös samaisessa yrityksessä. Suunnitteluun ja rakentamiseen osallistuu myös isäni Juha Häkkinen.

Nuoren metsän hoidossa tarkoituksena on harventaa ja raivata pois huonolaatuiset ja vahingoittuneet puut, jotta kasvutilaa jäisi parhaille puille. Taimikonhoidossa on moottori- ja raivaussahat olleet yleinen työväline puiden harvennuksessa, mutta isommilla alueilla varsinkin koneellinen hoitotyö helpottaisi huomattavasti työn tekemistä. Juuri tähän tarkoitukseen on tätä metsäkonetta alettu suunnitella. /2./

Metsäkoneen suunnitteluun ryhdyttiin, koska markkinoilla olevat koneet eivät vastanneet ominaisuuksiltaan tarpeittemme vaatimuksia. Mm. markkinoilla olevat koneet ovat liian raskaita. Alkuun taimikonhoitoon soveltuva metsäkone oli vain ideoiden pyörittelyä. Sitten aloitimme karkeasti piirtämään metsäkoneen runkoa suunnittelupöydällä paperille. Tämän jälkeen pystyimme helpommin mallintamaan 3D-mallit piirustuksista tietokoneella SolidWorks-ohjelman avulla.

Tarkoituksena on mallintaa yksityiskohtaisesti kaikki metsäkoneen eri rakentamisosa-alueet, eli ts. tarkoitus on mallintaa valmis metsäkone. Koneetta tehdään mahdollisimman paljon itse rakentaen osia koneeseen. Moottori, pumpput, venttiilit ja laakerit yms. ovat ostotavaraa, mutta runko ja koko metsäkone muuten on tarkoitus tehdä täysin omien suunnitelmien mukaan. Suunnittelu ja työn eteneminen käyvät tässä projektissa käsi kädessä. On siis huomioitava, että kaikki oleellinen tulisi mietittyä hyvissä ajoin ennen seuraavan osa-alueen rakentamista.

Tavoitteena on valmistaa prototyyppi toimivasta metsäkoneesta, jossa innovaatiot ja halutut tavoitteet mm. ajonvakautusjärjestelmä toteutuisi tarkoituksen mukaisesti.

Oppimistavoitteena on halu oppia konesuunnittelun periaatteet; työn suunnittelu, mallinnus ja rakentamisen toteuttaminen, eri vaihtoehtojen vertailua ja niistä parhaan vaihtoehdon löytäminen sekä toimimaan eri firmojen ja tahojen kanssa.

2 METSÄKONEEN KÄYTTÖTARKOITUS JA VAADITTAVAT OMINAISUUDET

Metsäkoneetta on tarkoitettu käyttää ensisijaisesti taimikon ensimmäiseen koneelliseen raivaukseen, jossa työlaitteena toimisi puomin päässä hydraulisesti pyörivä(t) sirkkelinterä tai -terät. Tarkoituksena on myös, että koneen puomin päähän pystyy vaihtamaan toisen työlaitteen, esim. energiapuukouran tai kevyen harvesterin hakkuupään.

Työympäristönä on enimmäkseen mätästetty tai aurattu päätehakkuaalue. Tällaiset alueet ovat hyvin usein epätasaisia, joissa voi olla myös paljon kantoja ja isoja kiviä. Tällöin vaaditaan metsäkoneilta hyviä maastokulkuominaisuuksia.

Metsäkoneen teknillisiä ominaisuuksia lähdettiin etsimään jo markkinoilla olevista työkoneista aina pienkuormaajista suuriin kaivureihin ja metsäkoneisiin. Tarkoituksena olisi yhdistää niiden parhaat ominaisuudet. Budjettisyistä jotkin parhaista ominaisuuksista jouduttiin hylkäämään, sillä rakenteet olisivat tulleet liian kalliiksi. Esimerkiksi 8-pyöräinen telirakenne olisi ollut hyvä vaihtoehto, mutta se olisi tullut liian kalliiksi rakentaa.

Päädyimme runko-ohjauksella toimivaan 4-pyöräiseen alustarakenteeseen, jossa jokainen pyörä on nivelöity erikseen etu- ja takarunkoon. Tällöin saadaan erikseen nostettua ja laskettua jokaista pyörää hydraulisesti maaston epätasaisuuden mukaan (ajonvakautusjärjestelmä). Lisäksi metsäkoneessa tulisi olla puomisto integroituna ohjaamon kanssa samaan pyörivään alustaan, jotta työsektori pysyisi kuljettajan näkökentässä hyvin.

Metsäkoneen tulisi olla myös helposti huollettava eli huoltokohteet mm. rasvanipat, hydraulikkapumput/suodattimet olisivat helposti huollettavissa.

3 SUUNNITTELU JA MALLINNUS

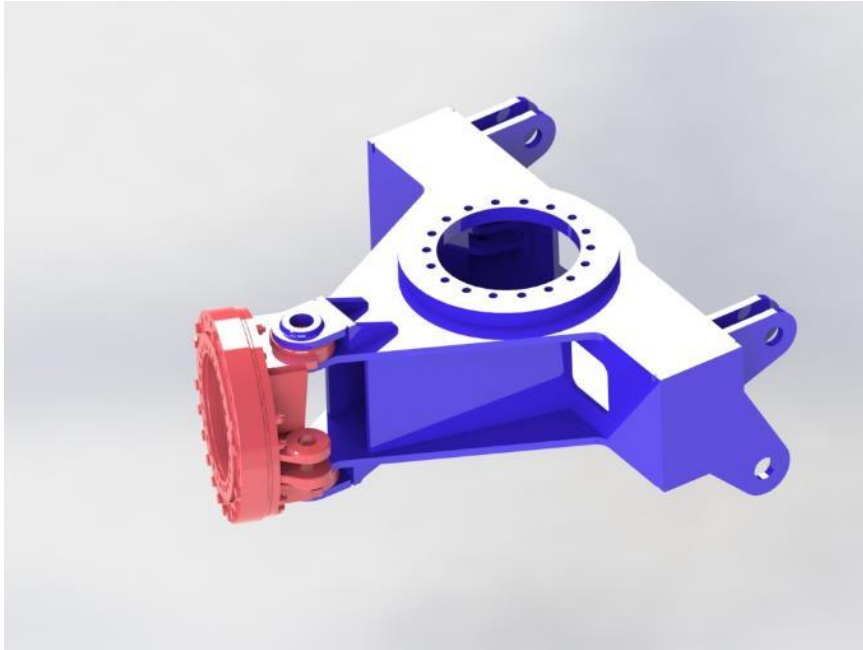
Metsäkoneen suunnittelussa käytimme hyväksi suunnittelupöytää (kuva 1) ja 3D-mallinnukseen käytin Solidworks-suunnitteluohjelmaa. Päädyin käyttämään kyseistä ohjelmistoa, koska opinnoissani käytimme enimmäkseen tätä ohjelmistoa eri projekteissa. /1./



KUVA 1. Suunnittelupöytä

Metsäkoneen suunnittelu alkoi piirtämällä ensin suunnittelupöydällä luonnostelmista alustavat piirustukset metsäkoneen perusrungosta ja runkoon lisättävistä osista. Näillä piirustuksilla haimme metsäkoneen alustavat muodot. Alustavat paperille tehdyt piirustukset pyrimme piirtämään 1:1, joissa käytimme hyväksi valmisosista saatavia tarkkoja mittoja. Esimerkiksi suunnittelutyön alussa piirsimme paperille mittatarkan kuvan runko-ohjausnivelen kehälaakerista, johon piirsimme runko-ohjausnivelen muut osat ja eturungon pääosat (kuva 2).

Sitä mukaa kun työ eteni ja haluttu muoto osasta/osista olivat paperilla suurinpiirtein halutun muotoiset, mallinsin Solidworks- suunnitteluohjelmalla mittatarkat 3D-kappalekuvat. Samalla tarkistettiin, että esim. sylinterikorvakkeiden sijainnit olivat oikeilla paikoilla, jotta sylinterien omat liikeradat ja sylinterien liikuttavat osat liikkuvat saumattomasti toisiinsa nähden. Lopuksi valmiista 3D-kuvista tehtiin sitten mittatarkat piirustukset rungon eri osa-alueista uudelleen paperille suunnittelupöydällä suhteessa 1:1. Näistä piirustuksista saimme myös polttoleikkauskuvat. Paperina oli 1240 mm leveä rullapaperi. Tälle paperille mahtui mm. samaan kuvaan 1:1 eturunko ja runko-ohjausnivel.



KUVA 2. Solidworks – mallinnus runko-ohjausnivelestä (punainen) ja eturungon pääosista (sininen)

Joitakin rakenteen osia ei pystytty suunnittelemaan piirustuksiin ja mallinnuksiin ennenkuin jotkin valmisosat oli istutettu rakennettuun runkoon kiinni. Esimerkiksi öljysäiliön tarkkaa muotoa ei voitu piirtää tai mallintaa, ennen kuin moottori ja hydraulikkapumput olivat kiinnitetty paikoilleen valmiiksi rakennettuun runkoon. Työ suoritettiin siis progressiivisena suunnittelutyönä.

3.1 Valmisosien mallinnus

Metsäkoneen mallintamisen aloitin mallintamalla suurimmaksi osaksi metsäkoneeseen tilatut valmisosat. Koska valmisosat vaikuttavat hyvin paljon itse valmistettävien osien piirtämiseen ja mallintamiseen, piti valmisosat mallintaa mahdollisimman tarkasti. Yksinkertaisimmat kohteet, kuten kehälaakeri, pystyin mallintamaan täysin mittatarkasti, jossa myös mallinnetut muodot vastaavat todellisuutta. Vaikeimmat kohteet, kuten ajomoottorit, mallinsin käyttäen vain tärkeimpiä ulkomittoja ja kiinnityskohtia, koska tarkkoja muotoja olisi ollut liian työlästä alkaa tekemään. Riittää, että valmisosien ulkomitat vastaavat todellisuutta, jotta sen ympärille tulevat valmistettavat osat sopivat toisiinsa nähden.

3.2 Valmistettävien osien suunnittelu ja mallinnus

Koska tämä metsäkone on puhdas prototyyppi, ei kummoisempia lujuuslaskuja suoritettu, ja siten suunnittelussa suunnitellut osat ja niissä käytetyt mitat ovat ns. kokemuksella haettu ja eri koneista haettuja mitoituksia. Jos tämä metsäkone herättäisi kiinnostusta ja päätyisi sarjatuotantoon, pitäisi silloin tehdä tarvittavat lujuuslaskut, jotta päästäisiin mahdollisimman pieniin materiaalikustannuksiin.

Kaikkein yksinkertaisimpia rakennettavia osia ei mallinnettu ennen rakentamista, esim. astinlautoja, pienimpiä suojaelpejä tai kaikkia eri kohteiden kiinnitysosia.

3.2.1 Runko

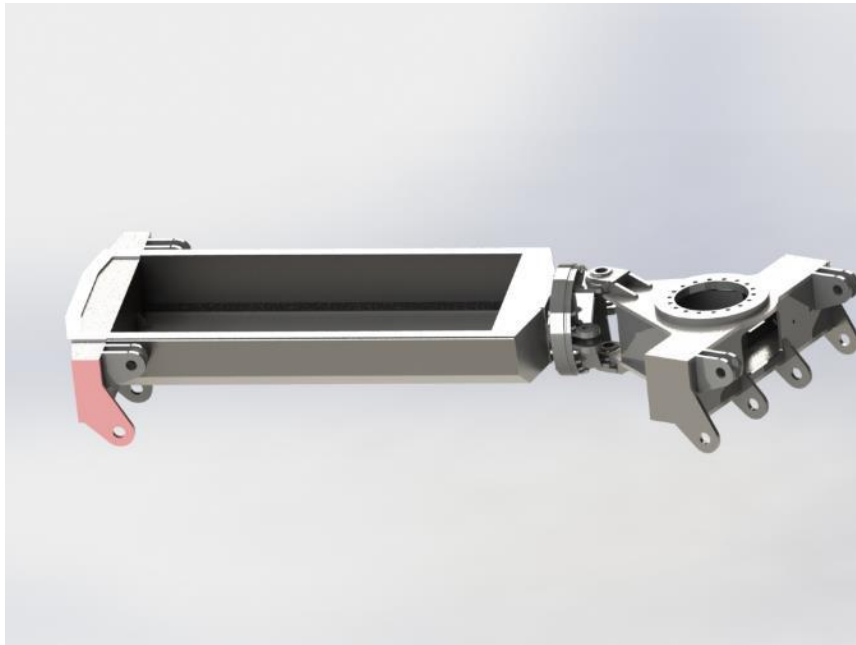
Metsäkoneen rungon muotoja lähdimme hakemaan muista työkoneista aina pienistä maatilatraktoreista suuriin metsäkoneisiin. Parhaiten metsämaastoon soveltuvasta ohjausmenetelmästä päädyimme runko-ohjausjärjestelmään, jossa pystymme hyödyntämään myös parhaiten suunnittelemaamme ajonvakautusjärjestelmää.

Runko-ohjausnivelessä täytyi suunnitella kehälaakeriin kiinnityslaippa, johonka tulisi hitsaamalla kiinnitettyä etuosarungon kiinnikkeet eli runko-ohjauksen nivellaakeri-korvakkeet, kääntösynterierien kiinnikkeet sekä tarvittavat tukipalat.

Etuosarunkoon täytyi suunnitella kopin kääntökehälaakerille kiinnityslaippa, runko-ohjaussynterierien etukiinnityksen korvakkeet sekä pyörierien kiinnitysripustuksien korvakkeet ja pyörierien nostosynterierien korvakkeet. Lisäksi etuosarungosta ja runko-ohjausnivelestä täytyi suunnitella ontomainen rakenne, jotta hydraulikkaletkujen sekä sähköjohtojen läpivienti kopille ja puomille onnistuu kätevästi ja suojassa takaosarungon moottorilta ja hydraulikkaletkupuilta.

Takaosarungosta halusimme mahdollisimman yksinkertaisen, jonka muotoja haimme erityisesti pienestä Avant-pienkuormaajasta. Mitoittavina tekijöinä käytimme jo tilatun moottorin sekä hydraulikkaletkujen ulkomittoja ja halusimme jättää reilusti tilaa vielä muille osille kuten öljysäiliölle. Takaosarunkoon täytyi myös suunnitella pyörierien ripustuksien korvakkeet ja pyöräripustuksien nostosynterierien korvakkeet. Takaosarungon kiinnittäminen runko-ohjausniveleen tapahtuisi hitsaamalla

takaosarunkoon kiinnityspanta, jonka pystyy pulttaamaan kiinni runko-ohjausniveleen. Tämä mahdollistaa takaosarungon vapaan kiertymisen haastavissa metsämaasto-olosuhteissa.



KUVA 3. Metsäkoneen perusrunko

3.2.2 Pyörien ripustus ja ajonvakautusjärjestelmä

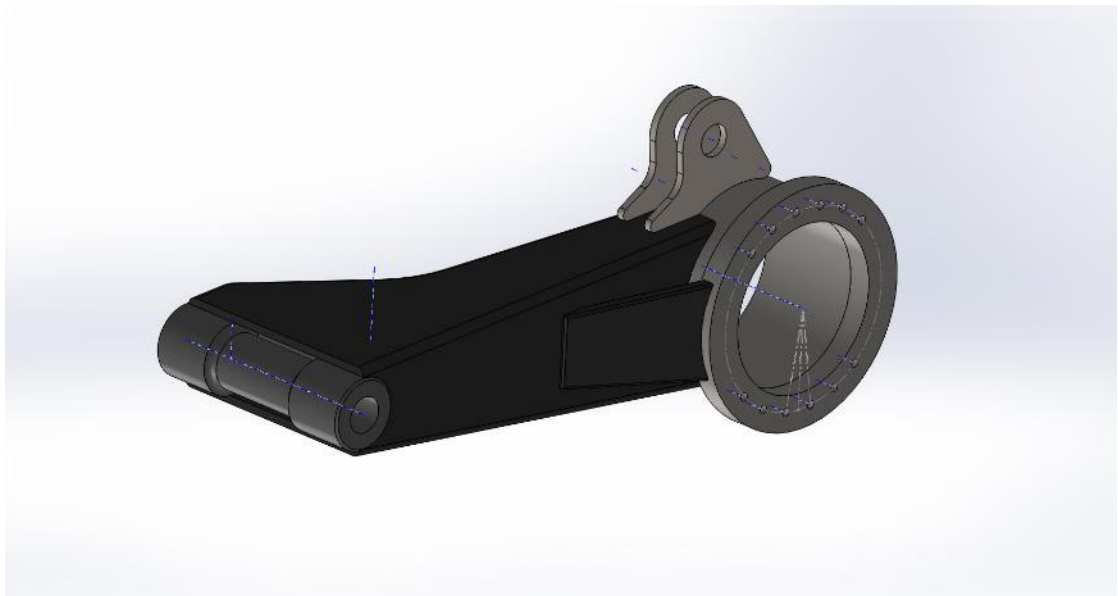
Koska metsäkoneita tullaan käyttämään hyvin vaikeakulkuisessa metsämaastossa, täytyi siihen suunnitella hyvät maastokulkuominaisuudet ja ajonvakautusjärjestelmä. Halusimme lähteä kokeilemaan hydraulisesti säädettävää renkaan nosto- ja laskujärjestelmää.

Toisena vaihtoehtona mietimme passiivista keinutelijärjestelmää, joka olisi antanut tasaisemmat kulkuominaisuudet metsämaastossa. Suunnittelemaamme aktiivisella pyöräkohtaisella nosto/laskujärjestelmällä päästään kuitenkin hyvin lähelle keinutelin ajo-ominaisuuksia. Lisäksi metsäkone on mahdollista suoristaa tällä järjestelmällä esim. työn aikana vaakatasoon. Halusimme tästä aktiivijärjestelmästä mahdollisimman yksinkertaisen toteuttaa ja halvemman kuin keinutelijärjestelmästä.

Koska metsäkoneessa on tarkoitus käyttää planeettapyörästä ja alennusvaihteella olevia napamoottoreita, täytyi pyörien ripustuksien rungosta suunnitella vankka

kotelomainen rakenne. Itse napamoottorille täytyi suunnitella kiinnikeholkki, joka suojaisi samalla napamoottoreita ympäristön vaaroilta (esim. kiviltä ja kannoilta). Lopuksi täytyi vielä suunnitella nosto/laskusylinterien kiinnityspisteet ja pyöränripustuksien kiinnitysholkit runkoon kiinnittämistä varten. Etu- ja takaosarungot käyttävät samanlaisia pyöränripustuksia. Metsäkoneen oikean ja vasemman puolen pyöränripustukset ovat peilikuvat toisistaan (kuva 4).

Mitoittavina tekijöinä käytimme napamoottorien ulkomittoja ja kiinnityskohtia sekä pyörän kokoa. Runkoon yhdistävistä kiinnitysholkeista pyrimme tekemään mahdollisimman leveät, jotta pyöränripustukset kiinnittyisivät runkoon tukevammin eikä esim. sivuttaisheiluntaa pääsisi esiintymään niin helposti.



KUVA 4. Oikean puolen pyörän ripustus

3.2.3 Öljysäiliö

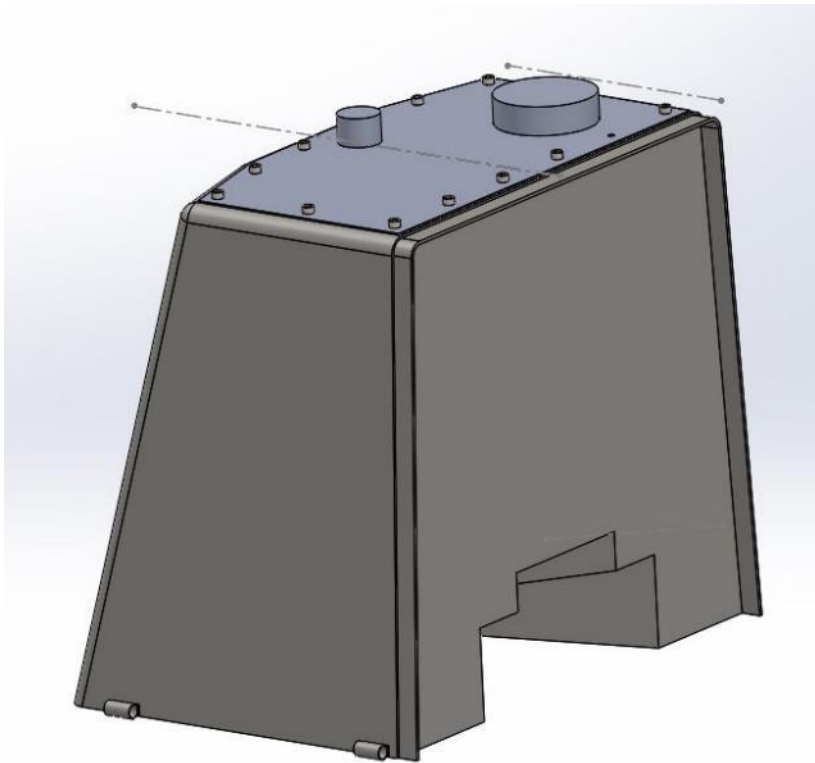
Ennen kuin öljysäiliön suunnittelun pystyi aloittamaan, täytyi ensin rakentaa metsäkoneen takaosarunko valmiiksi. Vasta valmiiseen takaosarunkoon pystyimme sovittelemaan ja etsimään moottorin ja hydraulikkapumppujen lopullista sijoittamispaikkaa, jonka jälkeen pystyimme hyödyntämään jäljelle jääneen tilan muille tarvittaville osille kuten öljysäiliölle. Lisäksi hydraulikkasuunnitelmat täytyi olla valmiina, jotta tarvittava öljytilavuus saataisiin selville.

Hydrauliikkasuunitelmat tilattiin Hytar-yhtiöltä Jyväskylästä. Hytar lähetti edustajan paikan päälle, jonka kanssa kävimme keskustelut metsäkoneen toiminnasta ja alustavia keskusteluja mm. hydrauliikkalaskelmista. Näin selvisi, että n. 100 litraa tulisi olla öljysäiliön tilavuus. /3./

Kun moottori ja hydrauliikkapumput olivat paikoillaan, alkoi säiliön sijainti sekä muoto hahmottumaan. Sijainniksi valitsimme metsäkoneen peräosan, jossa se toimii hyvänä vastapainona koneella työskennellessä. Koska moottoritilaan täytyi saada mahtumaan vielä paljon muita osia, päätimme huoltotyötä helpottaakseen tehdä öljysäiliöstä sivulle kippaantuvan. Kippaus tapahtuisi pienellä hydrauliikkasynterillä ja käsipumpulla. Sopiva järjestelmä löytyi kuorma-auton ohjaamon kippausmekanismista.

Öljysäiliön pohjaan täytyi suunnitella imuletkuille paikat, tyhjennysaukko ja säiliön kippisynterin kiinnityskorvakkeen paikka. Muuten säiliöstä mallinsimme eri vaihtoehtoista parhaimman näköisen, joka täyttäisi tilavuusvaatimukset.

Kannesta suunnittelimme, että se kiinnitetään pultiliitoksella, sillä valmis öljysäiliö on myös pystyttävä pintakäsittelymään sisäpuolelta. Lisäksi öljysäiliön sisään täytyi pystyä kiinnittämään öljynohjauslevyt. Niiden tehtävänä on ohjata paluuöljy kiertämään mahdollisimman pitkä lenkki öljysäiliön sisällä, joka viilentää öljyn lähtiessään uudelleen kierto. Mahdollisesti esim. kuumilla keleillä joutuu asentamaan vielä erillisen öljynlauhduttimen. Lisäksi kanteen piti suunnitella täyttöaukon reikä ja paluuöljysuodattimelle aukko.



KUVA 5. Öljysäiliö

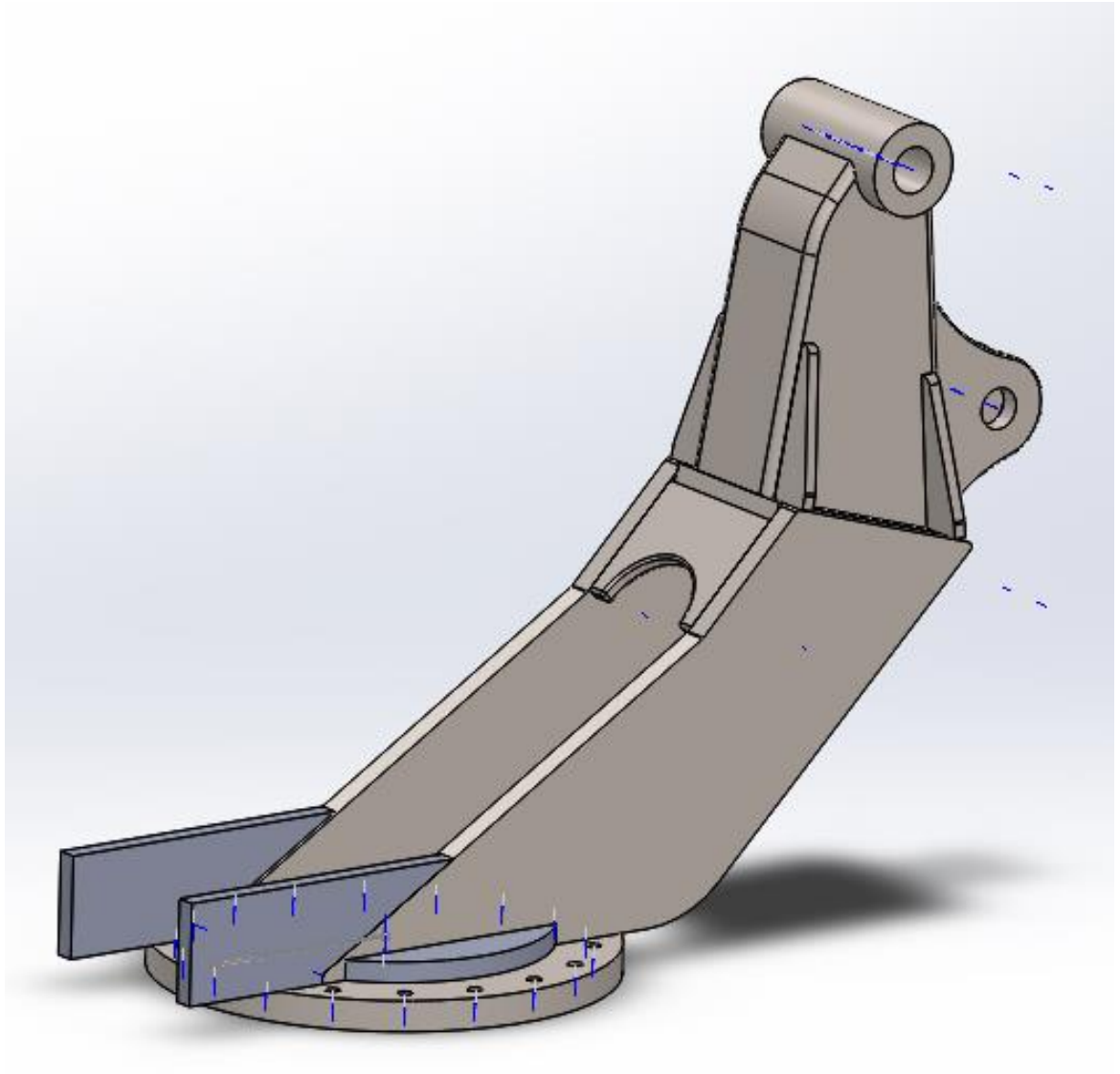
3.2.4 Runkolukko

Metsäkoneissa yleisesti käytetyistä varusteista runkolukko on yksi tärkeimmistä varusteista. Runkolukon tehtävänä on estää etu- ja takarungon välinen kiertoliike työn aikana ja vapauttaa kiertoliike ajon aikana. On hyvin tärkeää lukita kiertoliike työn aikana, sillä se lisää vakautta huomattavasti. Ilman runkolukkoa esim. sivulle päin työskennellessä eturunko saattaa keikahdella edestakaisin painopisteen muuttumisen vuoksi.

Erilaisia runkolukkoja ovat mm. levyjarrulukko, hammaslukko ja sylintereillä toimiva lukko. Päädyimme sylintereillä toimivaan lukkoon, koska siinä olisi kaikista yksinkertaisin rakenne ja toimivuudeltaan se on myös yksinkertaisin. Sylintereillä toimivassa lukossa ei tarvitse muuta kuin lukita öljynvirtaus sylinterien välillä esim. magneettiventtiileillä eikä erillistä öljynkiertoa tarvita.

Suunnittelu alkoi piirtämällä ensiksi rautalankamalli runkonivelen kääntökehästä, johon lisättiin runkolukon sylintereiden yläkorvakkeet. Samalla piirsin sylinterin suurinpiirtein omalle suunnitellulle paikalleen ja aloin mitoittamaan sitä eri

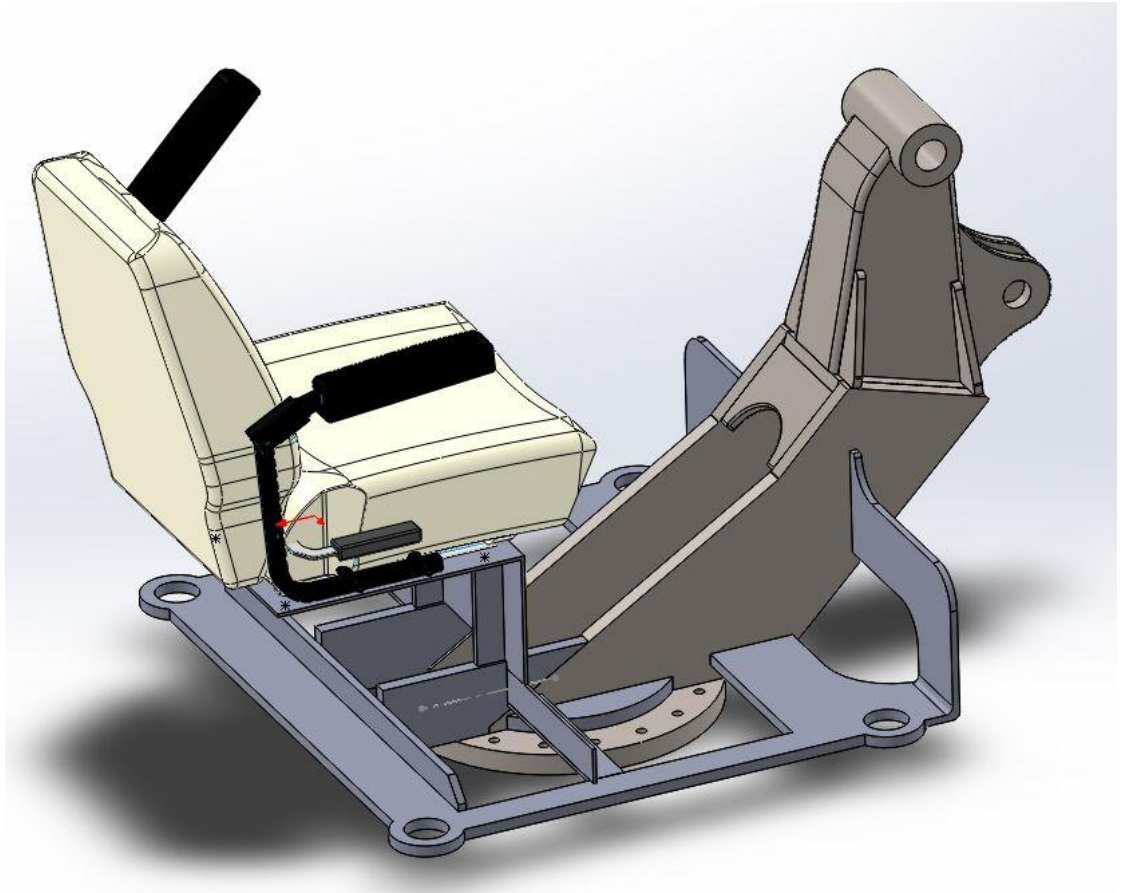
kopin vierestä, kopin takaa tai kopin edestä. Vaihtoehdoista päädyimme kopin edestä alkavaan puomijärjestelmään. Siten saatiin painopiste alemmas, keskelle ja rakenteena yksinkertaisempi rakentaa.



KUVA 7. Mallinnettu puomiston torni

Tornin mallintamisen jälkeen aloimme suunnittelemaan kopin alustan kiiinnitysrakennetta. Tähän tulisi kiinnittää itse koppi, istuimen kiinnitysteline, puomiston hallintaventtiililohko sekä muita tarvittavia kiinnikkeitä pienemmille komponenteille. Mitoitettaessa alustan kiinnitysrakennetta täytyi ottaa huomioon, että alusta ei tavoita metsäkoneen runkoon tai renkaisiin pyöriessään. Muuten suunnittelu eteni hyvin paljon alustavien piirustuksien mukaan ja rakenteesta pyrimme tekemään mahdollisimman vankan.

Kopin kiinnittämistä varten on jätettävä kiinnitysrei'ille alustaan tarpeeksi tilaa kumityynyjä varten. Kumityynyillä estetään moottorista aiheutuva värinä johtumasta koppiin.



KUVA 8. Kopin alustan kiinnitys rakenne

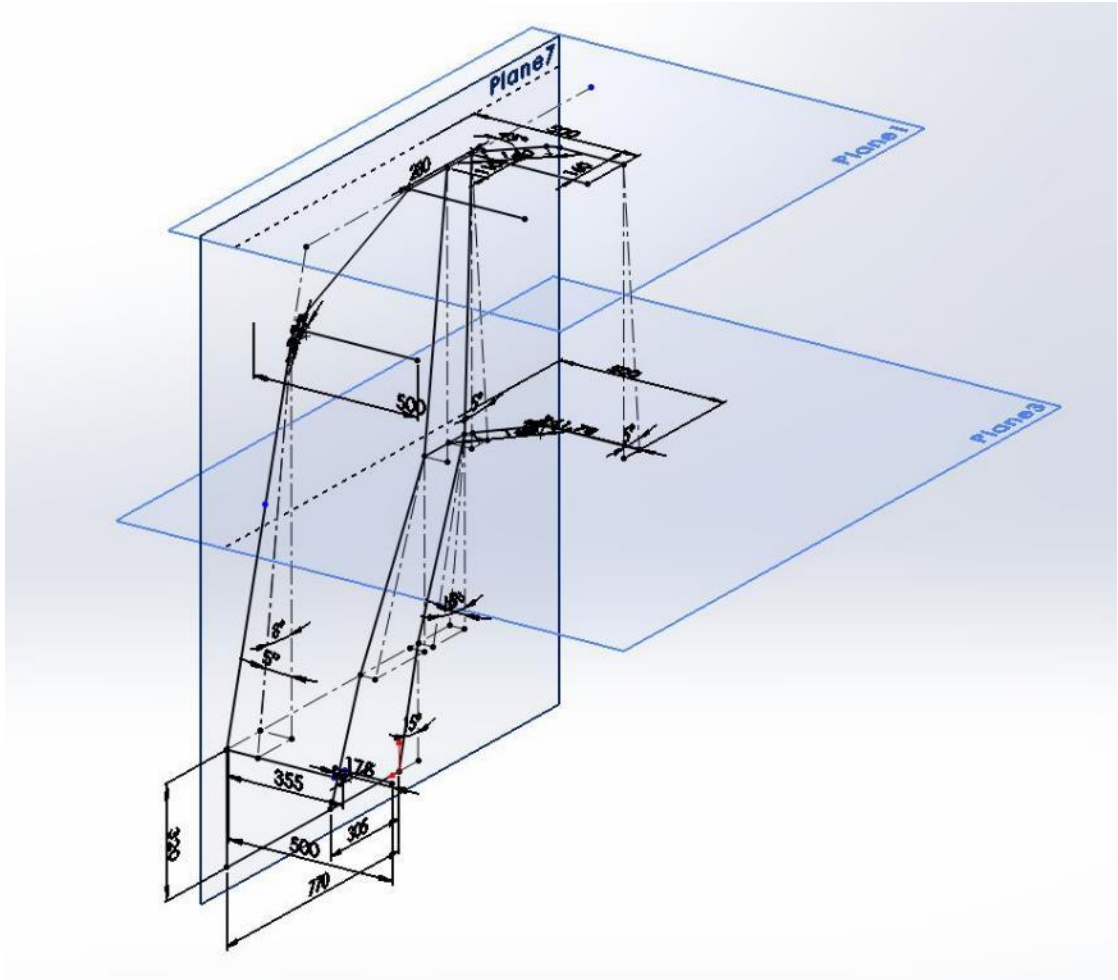
Tässä vaiheessa suunnittelua emme lähteneet miettimään vielä pienempien komponenttien sijoittelua, kuten hallintaventtiilien kiinnitysrakenteita. Niiden sijoittelua on helpompi kohdentaa valmiissa alustarakenteessa.

Ohjaamon suunnittelu

Itse ohjaamo oli alunperin tarkoitus teettää ulkopuolisella valmistajalla, mutta jo pelkkä ohjaamon prototyypin suunnittelu ja rakentaminen olisi tullut hyvin kalliiksi. Lisäksi käyttötarkoitukseen sopivaa ohjaamo ei ollut markkinoilla valmiina. Päätimme siis itse suunnitella ja rakentaa ohjaamo alusta loppuun.

Ohjaamo suunniteltaessa otimme huomioon yleisempiä turvallisuusstandardeja. Ohjaamon täytyy olla umpinainen, lämmitettävä ja pakkasenkestävä. Lisäksi hätäuloskäyntireittejä täytyy olla vähintään kolme kappaletta ja rakenteen tulee olla riittävän vankka, jotta kaatumistilanteessa ohjaamo suojaisi kuljettajaa. Hätäuloskäynteinä voivat olla esim. molemmat ovet ja kattoluukku. /3./

Suunnittelussa käytin hyväksi 3D-Sketch -piirtotyökalua, jonka avulla ohjaamon ”luuranko” eli rungon muodot oli kätevä hahmotella. Kuva 9.

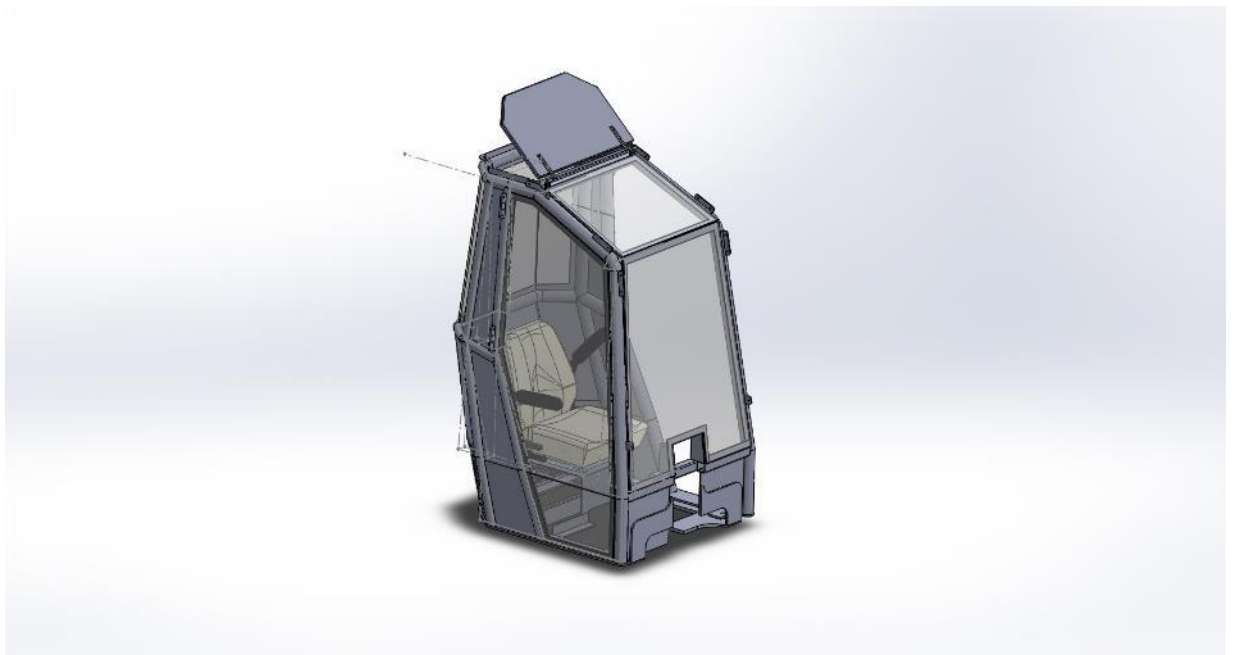


KUVA 9. Ohjaamon rungon peilaamaton ”luurankomalli”

Ohjaamosta pyrimme suunnittelemaan sellaisen, että siitä on hyvät näkyvyydet työkohteeseen. Ohjaamoon tulisi myös suunnitella kattoikkuna, jotta kuljettaja pystyisi näkemään puiden latvustoa ja se toimisi myös hätäuloskäyntinä. Muuten mitoittaessa ohjaamo täytyi ottaa huomioon metsäkoneen muut runkorakenteet kuten moottoritilan etumaski. Lisäksi mitoituksissa käytimme hyväksi esim. maatilatraktorien ja kaivurin ohjaamoiden sisä- ja ulkomittoja.

Kun ohjaamon rungon malli ja mitoitukset olivat valmiina, käytin Solidworks-ohjelman omaa profiilikirjastoa ja Weldments-työkalua, josta pystyin valitsemaan sopivan putkiprofiilin ohjaamon rungolle. Ohjaamon rungon profiiliksi valitsimme pyöreän 60x4 mm olevan putkiprofiilin.

Rungon mallintamisen jälkeen ohjaamoon täytyi suunnitella pääpiirteittäin katteet, ovien ja kattoluukun saranoiden paikat sekä lasituksien kiinnityslistat. Mittatarkasti ei siis vielä tässä vaiheessa edellä mainittuja kohteita mallinnettu, sillä ne ovat helpompi kohdentaa tarkemmin valmiiksi rakennettuun runkoon.



KUVA 10. Valmis ohjaamonrunko kiinnittettynä alustansa

3.3 Kokoonpano

Sitä mukaa kun metsäkoneessa käytettävistä osista oli tehty mallinnukset, ne koottiin erillisiksi alikokoonpanoiksi Solidworksin Assembly -työkalua käyttäen. Nämä alikokoonpanot sitten koottiin yhdeksi isoksi kokoonpanoksi, josta muodostui itse metsäkone.

Alikokoonpanojen käyttö on hyödyllistä, sillä siten pystyy helpommin muokkaamaan tarvittavia muutoksia metsäkoneen eri osa-alueissa. Olisi hyvin työlästä myös lähteä kokoamaan metsäkonetta osa kerrallaan yhdeksi isoksi kokoonpanoksi. Sellaiset osat, joiden liikettä haluaa seurata valmiissa metsäkoneen pääkokoonpanossa, joutuu

tuomaan erikseen vasta pääkokoontaan. Esimerkiksi runko-ohjausnivelen ja etuosarungon välillä toimivat kääntösylinterit joutuu tuomaan erillisinä osina pääkokoontaan, jotta niiden liikeratoja pystyisi seuraamaan.

Pääkokoontaanosta pyrittiin siis tekemään sellainen, että kaikki rakennetut liikkuvat osat liikkuisivat pääkokoontaanossa samalla tavalla. Silloin pystyy tarkistamaan, että ei synny eitoivottuja yhteentörmäyksiä eri pintojen välillä.



KUVA 11. Metsäkoneen valmis kokoonpano

4 RAKENTAMINEN

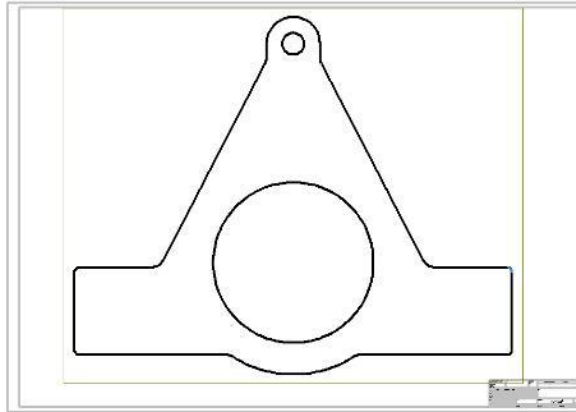
Metsäkoneen rakennus tapahtui pääsääntöisesti maatilaverstaassa, jossa oli käytettävissä yleisimmät metallintyöstökoneet. Käytettävissä oli mm. pylväsporakone, metallisorvi, MIG-hitsauskone, tasasuuntaajapuikkohitsauskone, polttoleikkauspillit ja käsityökoneita (käsiporakone, kulmahiomakone jne.). Joitakin työstömenetelmiä täytyi teetättää ulkopuolisilla konepajoilla. Esim. takaosarungon kotelon kanttaaminen täytyi kantata paikallisella konepajalla, josta löytyi valmiiksi sopivat raaka-aineet ja vaadittavat työstökoneet.

4.1 Valmistettavien osien rakentaminen

4.1.1 Runko ja pyöränripustukset

Rungon ja pyörien ripustuksien rakentaminen alkoi valitsemalla ensin käyttötarkoitukseen sopivat materiaalit. Pääpiirteittäin osat valmistetaan Weldox 500 –teräksestä lujuusominaisuuksiensa vuoksi, ja paikalliselta toisen firman konepajalta löytyi tätä materiaalia eri paksuuksina riittävästi. Pienemmät osat rakenteista, kuten sylinterikorvakkeet ja vahvikepalat, valmistetaan S355-teräksestä, koska se on hyvin yleinen rakenneteräs ja sen saatavuus on erinomaista.

Kun materiaalit olivat valittuina, aloitimme tekemään/teetättämään runkoon ja pyöränripustuksiin vaadittavia osia piirustuksien mukaan. Levymateriaalia käyttävistä osista tehtiin polttoleikkauskuvat (kuva 12) Solidworks-ohjelmalla (drawing-työkalua käyttäen), joista isommat palat tulostettiin paikallisen konepajan suurokotulostimella ja pienemmät kappaleet pystyimme tulostamaan omalla A4-paperia käyttävällä tulostimella.



KUVA 12. Polttoleikkauskuva etuosarungon polttoleikattavasta kappaleesta

Tulostetuista polttoleikkauskuvista pystyimme teettämään paikallisella konepajalla suurimmaksi osaksi polttoleikkauksella rungon ja pyöränripustuksien isoimmat vaativasti leikattavat kappaleet. Pienemmät kappaleet leikkasimme polttopillillä omassa pajassa.

Takaosarungon kotelo teetätettiin kanttikoneella paikallisella konepajalla.



KUVA 13. Kantattu takaosarungon kotelo

Kun polttoleikatut kappaleet ja takaosarungon kotelo oli kantattu, täytyi ne viimeistellä ennen toisiinsa kiinnittämistä. Viimeistelyyn kuului rei'ittäminen pulttiliitoksia varten, hitsausviisteiden hionta sekä kappaleiden siistiminen

kulmahiomakoneella. Lisäksi kiinnikepannat täytyi vielä sorvata tarkkoihin mittoihinsa metallisorvissa ja rei'ittää kääntökehälaakerien kiinnikereikien mittojen mukaan.

Viimeistelyn jälkeen alkoi hitsattavien osien kasaaminen. Kasaaminen alkoi sovittamalla viimeistellyt polttoleikatut kappaleet sekä valmisosat piirustusten mukaan omille paikoilleen. Kun kappaleet olivat omilla paikoillaan, tuettu tukevasti paikoilleen ja alustava koekasaus rungon eri osien välillä oli suoritettu, ne voitiin hitsata yhteen.



KUVA 14. Etuosarungon ja runko-ohjausnivelen kappaleiden sovittamista toisiinsa

Etuosarunkoon hitsattu kiinni kiinnikepanta, johon kopin kääntökehälaakeri kiinnittyy. Panta täytyi työstää avarruskoneella. Avarruskoneella työstäminen on välttämätöntä, sillä hitsauksessa syntynyt lämpö vääristää kiinnikepannan epätasaiseksi. Kiinnikepannan pinnan epätasaisuus saattaa rasittaa kääntökehälaakeria

kiinnityspultteja kiristettäessä jakaen voiman epätasaisesti ja rikkoen mahdollisesti kääntökehälaakerin.



KUVA 15. Avarrus – koneella työstetty kiinnikepanta

Kun kaikki muut hitsattavat kappaleet oli hitsattu, runko ja pyöränripustukset koekasattiin toisiinsa kiinni. Tämän jälkeen suoritettiin kappaleille lopullinen viimeistely ennen pohjamaalaamista ja lopullista kokoamista. Kappaleet täytyi siis vielä hioa kertaalleen, jossa poistettiin hitsausroiskeet sekä muut epäpuhtaudet kuten valssihilse ja ruoste. Hiomalaitteena käytettiin kulmahiomakonetta, jossa käytettiin hioma- ja lamellilaikkoja. Paras tapa viimeistellä olisi ollut suorittaa kappaleille hiekkapuhallus, mutta tarvittavaa laitteistoa ei ollut käytettävissä. Välittömästi hiomisen jälkeen kappaleet pohjamaalattiin ruiskulla metallipinnoille soveltuvalla pohjamaalilla. On tärkeää suorittaa pohjamaalaus välittömästi hiomisen/hiekkapuhaltamisen jälkeen, sillä ilmankosteus käynnistää ruostumisen hyvin nopeasti. Lopuksi valmiit ja pohjamaalatut osat kiinnitettiin toisiinsa pultti- ja tappiliitoksin.



KUVA 16. Pohjamaalatun rungon kokoamista

4.1.2 Öljysäiliö

Öljysäiliön valmistus alkoi leikkaamalla levyleikkurilla S355-rakenneteräksestä tasaiset levypalat, jotka kantattiin muotoonsa. Kantatut palat täytyi vielä muotoilla kulmahiomakoneella tarkkoihin mittoihinsa, koska öljysäiliön kanttaamista vaativia paloja ei olisi pystynyt levyleikkurilla epäsymmetrisyyden vuoksi leikkaamaan.

Säiliön yläosan kulmapyöritykset saatiin suoraan leikkaamalla pituussuuntaisesti teräsputkesta $\frac{1}{4}$ -ympyrän muotoisia paloja. (Kuva 17.)



KUVA 17. Öljysäiliön kulmapyörityksien tekeminen

Kun öljysäiliön kulmapyöritykset olivat valmiina, pyörityksien sisäpuolelle hitsattiin metallipanta johon tehtiin rei'itykset ja kierteet öljysäiliön kantta varten. Perälevy tehtiin yksinkertaisesti suorasta levystä kulmahiomakoneella leikkaamalla.

Öljysäiliön pohja leikattiin myös suorasta levystä, mutta hydrauliiikkapumppujen takia pohjaan täytyi tehdä kohoama. Kohoama tehtiin hitsaamalla suoria levynpaloja piirustusten mukaan muotoonsa. Öljyn imuputkia varten öljysäilön pohjaan porattiin reiät, joihin hitsattiin sisäkierronripit. Pohjan valmistumisen jälkeen se hitsattiin kiinni öljysäiliön sivuihin kiinni sisä- ja ulkopuolelta.



KUVA 18. Öljysäiliön pohja

Öljysäiliön kansi leikattiin myös levystä, johon porattiin reiät kiinnityspultteja varten, paluu öljynsuodatinkotelo varten sekä täyttöaukko korkkia varten.

Lopuksi öljysäiliön kylkeen hitsattiin saranat kallistamista varten ja pintakäsiteltiin pohjamaalamista varten. Pintakäsittelyyn kuului samat toimenpiteet kuin mitä metsäkoneen rungolle suoritettiin.



KUVA 19. Valmis öljysäiliön runko

4.1.3 Ohjaamo ja puomisto

Puomisto ja ohjaamon alusta

Puomiston rakentaminen alkoi leikkauttamalla paikallisessa konepajassa torniosaan Weldox 500 -teräksestä tornin pääkannatinpalat ja tarvittavat vahvikepalat. Tornin pääkannatinpalat hitsattiin kiinni sorvattuun ja rei'itettyyn S355-teräksestä valmistettuun teräspantaan, joka kiinnittyy pultein etuosarungon hydraulisesti toimivaan kääntökehään. Hitsaamisen jälkeen myös tornin kiinnikepanta käytiin tasoittamassa avarruskoneella.

Tornin jatke, johon kiinnittyy nostopuomia varten oleva kiinnitysholkki ja nostopuomin sylinterikorvakkeet, tehtiin paksuseinäisestä RHS-palkista. Tämä RHS-palkki muotoiltiin leikkaamalla polttoleikkauspillillä kiilavan muotoiseksi ja leikkaamalla puolipyöreä lovi nostopuomin laakeriholkkia varten.

Kun tornin pääkannatinpalat sekä tornin jatke hitsattiin kiinni toisiinsa, aloitettiin valmistamaan ohjaamon alustarakennetta. Alustarakennetta valmistettiin hitsaamalla yksitellen piirustuksien mukaan leikattuja paloja tornirakenteeseen. (Kuva 20.)



KUVA 20. Puomiston torni ja alustarakenteen valmistamista

Alustarakenteen valmistuessa piirustusten mukaisesti aloitimme sommittelemaan venttiililohkon kiinnityspisteitä istuinkannattimen alapuolelle.

Puomiston rakentaminen jatkui valmistamalla pääpuomi. Pääpuomi rakennettiin neljästä kanttikoneella kantatuista kiilavista U-teräspalkeista. U-palat hitsattiin kiinni kahdeksi erillisiksi koteloiksi, ja näiden koteloiden päät tasattiin ja hitsattiin vastakkain. Toisen kotelorakenteen sisäpuolelle hitsattiin vahvikepala vahvistamaan hitsausliitosta. Materiaalina käytettiin Weldom 500 –rakenneterästä. (Kuva 21.)

Pääpuomiin täytyi vielä valmistaa ja hitsata tarvittavat vahvikepalat, sylinterikiinnityskorvakkeet ja kiinnityskorvakkeet torniin kiinnittämistä varten ja taittopuomin kiinnittämistä varten. Pääpuomin yläpuolelle täytyi vielä hitsata

hydrauliikkaputkia varten kiinnityspultit. Mallia siihen haettiin muiden koneiden puomistoista.



KUVA 21. Pääpuomin osat

Jatkopuomi tilattiin valmiina Muuramesta Nokkaforest-yhtiöltä. Jatkopuomiin täytyi kuitenkin tehdä pieniä muutoksia. Jatkopuomiin täytyi hitsata sylinterikorvake puomin alapuolelle ja leikkasimme alkuperäisen sylinterikorvakkeen pois. Muuten jatkopuomi säilytettiin sellaisenaan.

Kun molemmat pääpuomi ja jatkopuomi olivat rakenteellisesti valmiina, niille suoritettiin pintakäsittely. Pintakäsittelynä oli sama toimenpide kuin esim. etuosarungon pintakäsittelyssä.

Ohjaamo

Ohjaamon valmistaminen alkoi rakentamalla ohjaamon alustarakente, joka kiinnittää ohjaamon kumityynyillä torniin kiinnihitsattuun vastinalustarakenteeseen. Itse varsinaiset ohjaamon rungon putket muokattiin 60x4 mm Optim 500 –teräsputkesta tarvittaviin putkenpätkiin. Näiden putkenpätkien päät seivattiin hitsaussaumoja varten ja putkien kulmissa käytettiin 4mm seinämällä olevia putkikulmia (tunnetaan myös ns. tuubikäyrinä). Putkikulmat muotoiltiin piirustuksien mukaan tarvittaviin astemittoihin, jolloin saatiin ohjaamon muoto piirustuksien mittojen mukaan. Apuvälineenä

käyttettiin yksinkertaisesti astemittaa. Putkirunkoa valmistettaessa hitsaussaumojia ei hitsattu alussa kokonaan ympäri, jotta oli vielä mahdollista tehdä pieniä tarvittavia muutoksia esim. kumivasaralla.

Kun putkirunko oli muodossaan, kaikki hitsaussaumot hitsattiin umpeen ja runko hitsattiin kiinni alustarakenteeseen. Tässä vaiheessa ohjaamon takalevy kantattiin 4mm teräslevystä ja hitsattiin suoraan putkirakenteeseen kiinni. Sivupellit leikattiin muotoonsa myös 4 mm pellistä ja hitsattiin kiinni myös putkirunkoon. Tuulilasin alalaidan kiinnitysrauta tehtiin 50 mm RHS-palkista.

Tuulilasin, kattoikkunan ja takalasin kiinnitysraudat muotoiltiin 30x6 mm lattateräksestä, jotka hitsattiin ohjaamon runkoputkiin. Kattoluukun tiiviste kiinnityslista valmistettiin 25x5 mm lattateräksestä. Lisäksi ohjaamoon valmistettiin ja hitsattiin ovensaranoiden ja työvalojen suojuksien kiinnityspalat.

Lopuksi ohjaamo pintakäsiteltiin samalla tavalla kuin muutkin runkorakenteet.



KUVA 22. Ohjaamon runko

4.1.4 Muut tarvittavat runkorakenteet

Runkolukko

Runkolukon valmistaminen alkoi polttoleikkaamalla aluslaatta teräslevystä muotoonsa. Aluslaattaan hitsattiin kiinni sylinterikorvakkeet sekä tarvittavat tukipalat. Lopuksi suoritettiin hionta kulmahiomakoneella ennen osan kiinnittämistä hitsaamalla takaosarunkoon. Vasta osan takaosarunkoon hitsaamisen jälkeen suoritettiin tarvittava pintakäsittely.

Keskirungon kääntökehän laakerin kiinnityspulttien alle lisäsimme runkolukkojärjestelmän sylintereiden yläkiinnityskorvakkeet.



KUVA 23. Runkolukkojärjestelmän asentamista ja pohjamaalamista

Astinlaudat

Astinlaudat valmistettiin ilman mallintamista niiden yksinkertaisen rakenteen vuoksi. Mallia katsoimme New Holland –traktorin vastaavista astinlaudoista ja teimme myös

omista astinlaudoista hivenen järeämmät. Astinlaudan kiinnityspalaan hitsasimme kaksi 40 mm RHS-palkkia, joihin lattateräksestä tehtiin askelmaosat. Karhennus suoritettiin yksinkertaisesti porakoneella.



KUVA 24. Astinlaudat

Konepelti ja etumaski

Etumaskin valmistaminen tapahtui samalla tavalla kuin öljysäiliön tekeminen. Poikkeuksena, että etumaskissa ei ole aluslaattaa tai takaseinää. Etumaskiin jätettiin aukko tuuletusritilää varten, sillä syyläri on heti etumaskin takana. Tuuletusritilä valmistettiin 3mm paksusta reikälevystä, joka kantattiin muotoonsa ja viimeisteltiin kulmahiomakoneella. Tämän jälkeen tuuletusritilä hitsattiin etumaskiin.

Etumaskin etuosaan kiinnitettiin myös saranat, jotta maskin saisi kallistettua eteenpäin huoltotoimenpiteitä varten.

Konepelti kantattiin 1,5 mm teräslevystä öljysäiliön ja etumaskin mittojen mukaan. Konepeltiin kiinnitettiin turvakaari, joka toimii myös kantavana rakenteena ja joka on nivelöity etumaskiin kiinni. Sisäpuolelle lisäsimme kaasujouset ja niiden kiinnityspaikat.



KUVA 25. Etumaski ja konepelti

Konepellin alapuolelle tulevat myös jatkossa reikälevystä tehdyt pikakiinnitteiset sivupellit.

5 PINTAKÄSITTELY

Metsäkoneen osien valmistuessa niille täytyi tehdä tarvittavat pintakäsittelyt. Metsäkoneen valmiiksi rakennetut osat täytyi siis hioa puhtaiksi kulmahiomakoneella, jossa käytettiin hioma- ja lamellilaikkoja. Pinnan täytyi olla ns. puhtaalla metallipinnalla. Osille olisi myös voinut suorittaa hiekkapuhallustoimenpide, mutta tarvittavaa laitteistoa ei ollut käytettävissä.

Maalauksessa käytettiin Debeer-yhtiön tuotteita. Puhtaalle metallipinnalle ruiskutettiin ensin maaliruiskulla happomaali, joka estää tehokkaasti ruostumista. Noin

vuorokauden kuluttua happomaalin päälle ruiskutettiin pohjamaali (DeBeer – 1-7520 Epoxy primer gray). Osaan maalattavista kohteista tuli vielä hiontamaali (DeBeer – 8-145 HS Surfacer) pohjamaalin päälle, joka kuivettuaan hiottiin hiomapaperilla tasaiseksi ennen varsinaista pintamaalausta. Hiontamaali tuli erityisesti isoihin maalattaviin pintoihin esim. öljysäiliön pintaan. Hiontamaali täytyi ruiskuttaa vielä hieman kostean pohjamaalin päälle.

Kun pohjamaali/hiontamaalit olivat kuivuneet, niiden päälle voitiin ruiskuttaa varsinainen pintamaali (DeBeer – 2K Topcoats, 2000 series Beromix).

Kaikissa muissa paitsi happomaalissa, oli käytettävä kovetinta. Pohjamaalille, hiontamaalille ja pintamaalille oli käytettävä jokaiselle omaa kovetinta. DeBeerin kotisivuilta löytyy jokaiselle maalille sopiva kovetin. /5./



KUVA 26. Pintamaalattu runko

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja rakentaa nuoren metsän hoitoon tarkoitettu metsäkone. Alkuun suunnitteluvaiheessa oli paljon mietittävää, miten projektityö etenee. Kuitenkin osa-alue kerrallaan työstettiin ja mietittiin aina seuraavia ratkaisuja konetta rakentaessa, kuinka kohdan voisi parhaiten tehdä. Tiedetyt rajoitukset ja vaatimukset tietenkin tuli ottaa huomioon, mitä metsäkoneessa tarvitaan ja tulee olla.

Koneesta on piirretty eri työvaiheista ja kohdista 3D-mallit Solidworksilla. Piirustusepaperilla on myös kuvia luonnollisessa koossa. Myöskin valokuvia on otettu koko projektin ajan aivan alkutaipaleelta lähtien.

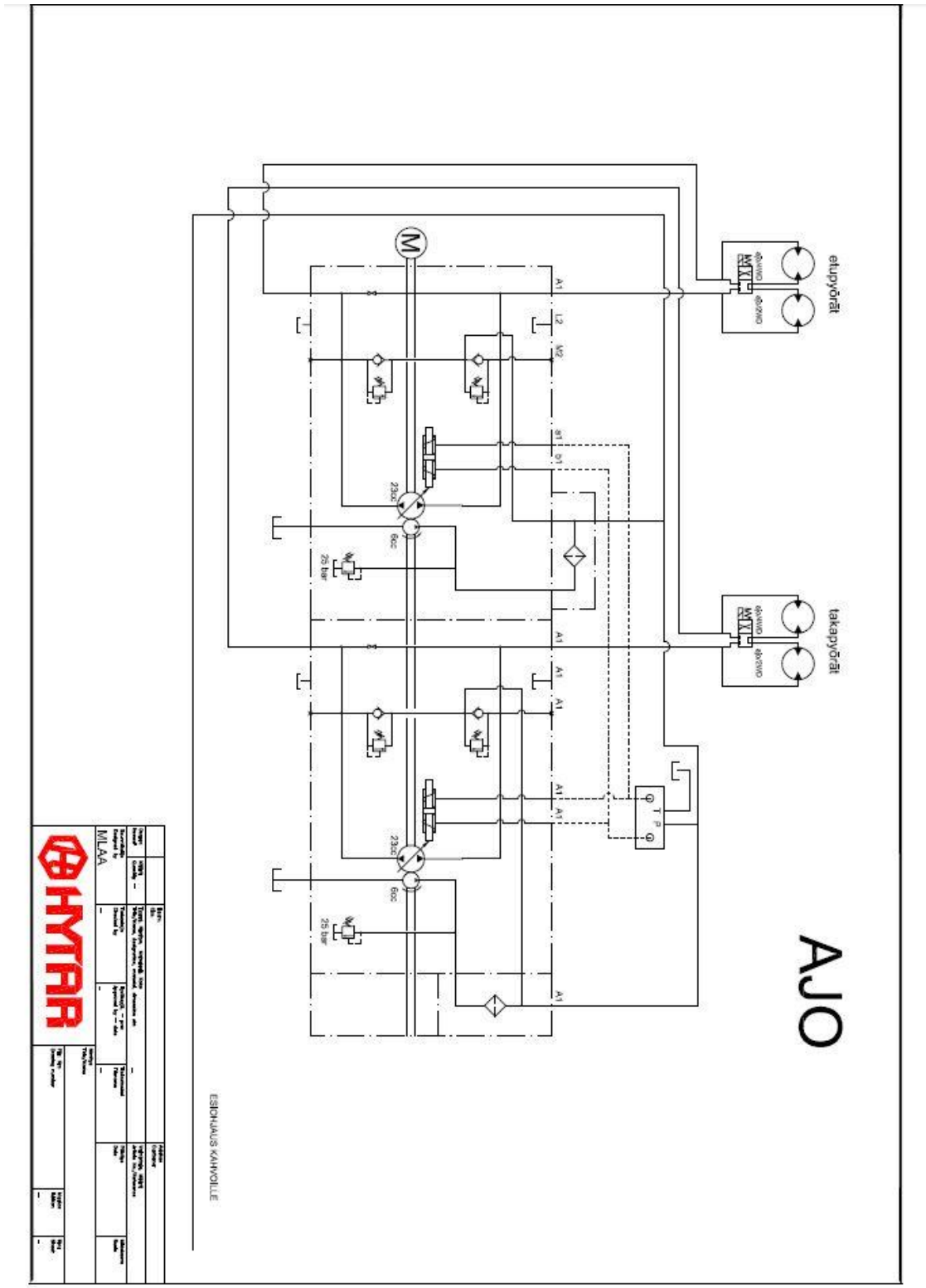
Tavoitteissa on päästy lähes kaikessa toivottuun tulokseen. Kone on lähes valmis ja valmistuu kesän kuluessa. Metsäkoneen loppuviimeistely ja raivauspään valmistaminen on vielä tehtävä kesän aikana loppuun.

Työn edetessä on myös tullut uusia ideoita eri rakenteisiin, mutta niitä ei lähdetty enää muokkaamaan. Koko työ on ollut haasteellinen, mutta mielenkiintoinen projekti. Olen oppinut paljon koneiden suunnittelusta, mallintamisesta sekä konepajojen toiminnasta.

LÄHTEET

1. Solidworks, yrityksen www – sivu. <http://www.solidworks.com/> Viitattu 1.3.2015
2. Metsäkeskus, Internet sivu. <http://www.metsakeskus.fi/nuoren-metsanhoito#.VVN7T5P8kmM> Viitattu 4.3.2015
3. Hytar, yrityksen www-sivut. <http://www.hytar.fi/fi> Viitattu 4.3.2015
4. Finlex, Lainsäädäntö, oikeuskäytäntö, säädöskäännökset ja sähköinen Suomen säädöskokoelma. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080403> Viitattu 4.3.2015
5. DEBEER, yrityksen www - sivu. <http://www.debeer.com.au/products> Viitattu 14.5.2015

LIITE 1(1).
Hydrauliikkakaaviot

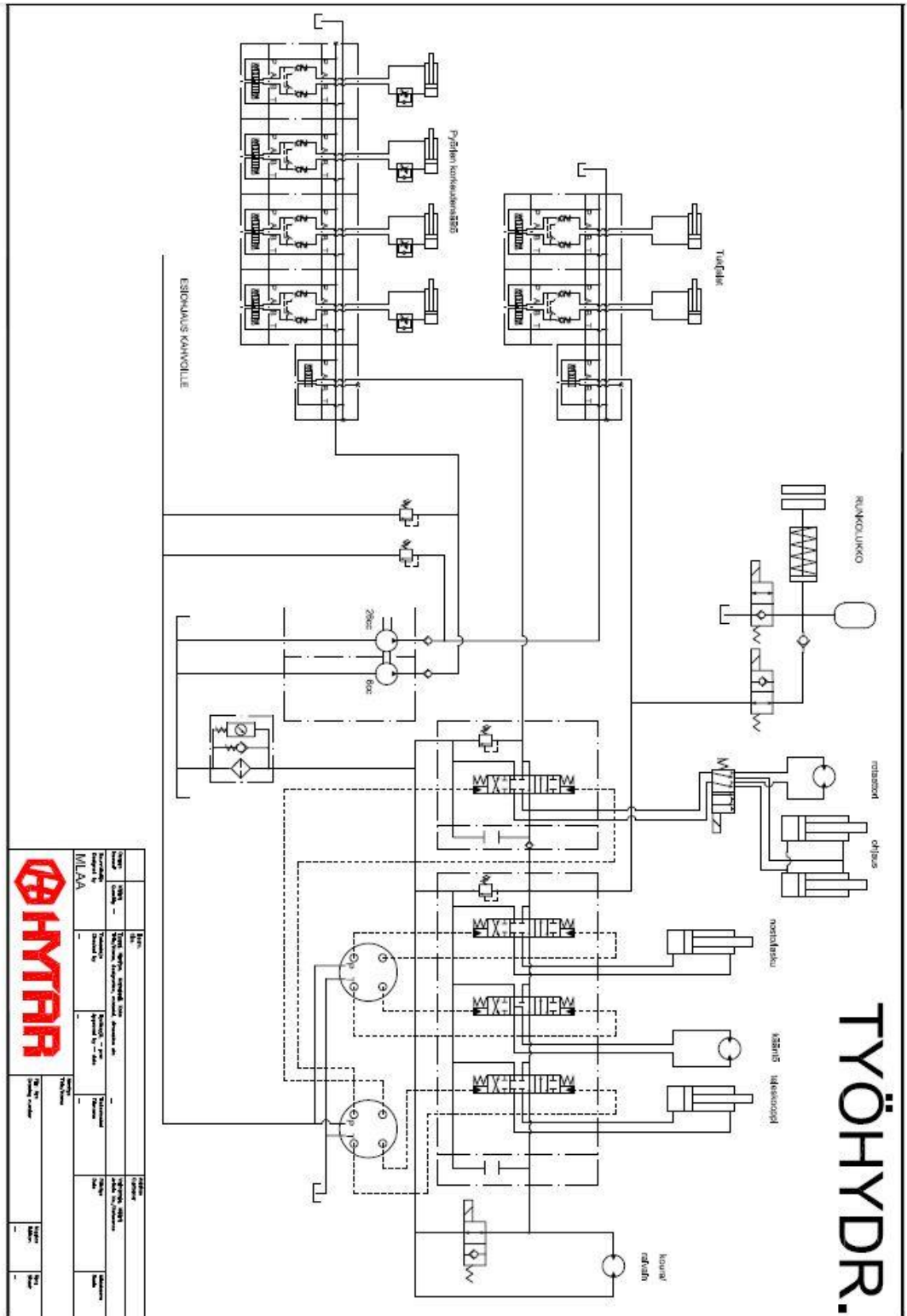


AJO

ESIHINDÄUS KÄYVÖLLE

Yhtiön nimi	Yhtiön osoite	Yhtiön puhelin	Yhtiön faksi	Yhtiön sähköposti
MILAA				
BYTRAR				
Yhtiön nimi	Yhtiön osoite	Yhtiön puhelin	Yhtiön faksi	Yhtiön sähköposti

LIITE 1(2).
Hydrauliikkakaaviot



LIITE 2(1).
Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(2).
Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(3).
Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(4).
Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(5).
Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(6).
Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(7).
Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(8).
Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(9).
Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(10).
Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(11).
Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(12).
Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(13).

Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(14).

Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(15).

Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(16).

Rakennusvaiheen kuvia



LIITE 2(17).
Rakennusvaiheen kuvia





