

Toni Peltonen

LIIKUTELTAVA HYDRAULINEN AUTONOSTIN

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2012

LIIKUTELTAVA HYDRAULINEN AUTONOSTIN

Peltonen, Toni

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Helmikuu 2012

Ohjaaja: Kivinen, Juha-Matti, Yliopettaja (Kone- ja tuotantotekniikka)

Sivumäärä: 29

Liitteitä: 2

Asiasanat: suunnittelu, nostin, teräsrakenne, hitsausprosessi

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella toimeksiantajalle henkilöajoneuvon kompakti nostin, jonka avulla huollettavana oleva auto saadaan liikutettua helposti ulos hallista kun siitä on poistettu etu-akselisto ja jää odottamaan varaosia, joissa joskus kestää useimpia päiviä. Varattu nosturipaikka syö resursseja jos ajoneuvon varaosia joudutaan odottamaan. Tämän liikuteltavan nostimen avulla ajoneuvo saadaan ulos hallista odottamaan varaosia ja nosturipaikka saadaan vapaaksi muuhun käyttöön.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään kantavan teräsrakenteen suunnitteluun, sekä sopivien komponenttien valintaan tarvittavien kuljetuspyörien ja riittävän tehokkaan hydraulisynterinin valintaan ja hitsaustekniikkaan.

Kun suunnitelma oli valmis, rakenteen lujuutta tutkittiin 3D-malleilla elementtimenetelmien avulla käyttäen Solid Works-ohjelmiston FEM-analyyysiosiota.

COMPACT AUTOMOBILE LIFTER & MOVER

Peltonen, Toni

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in mechanical and Production Engineering

February 2012

Supervisor: Kivinen, Juha-Matti

Number of pages: 29

Appendices: 2

Keywords: design, lifter, steel structure, welding

The purpose of this thesis was to design to the principal of the work compact automobile lifter, that helps mechanics move car under maintenance out when gearbox and front axel has been removed while it waits for spare parts, which sometimes can take days. Unnecessary use of crane eats resources when those needed parts take time to come. The purpose of this lifter is to get automobile out off garage to wait parts and crane can be used in another work.

This thesis mainly concentrates for design of durable steel structure, design and to choose suited components for necessary castor wheels and powerfull enough hydraulic cylinder.

When the design was ready, strength of the structure was analyzed with assistance of 3D-models using Solid Works Finite Element Method (FEM)

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YRITYSESITTELY	7
3	SUUNNITTELUPROSESSI.....	8
3.1	Vaatimuslista	8
3.2	SolidWorks ja 3D- mallinnus	9
3.3	Rakennemuotoilu	10
3.4	Nostimen kokoonpanorakenne	11
4	LUJUUSLASKENTA	13
4.1	Rungon maksimijännitykset	13
4.2	Rungon maksimisiirtymät.....	14
4.3	Koko rakenteen jännitykset	14
4.4	Koko rakenteen siirtymät.....	15
5	KOMPONENTTIEN VALINTA	15
5.1	Teräsrakenne yleisesti.....	15
5.1.1	Rakenneputki.....	16
5.1.2	Tukilevy / pyöräkannakkeet.....	17
5.2	Sylinteri	17
5.3	Kuljetuspyörät.....	19
5.4	Kiinnitystarvikkeet.....	19
6	HITSAUSPROSESSI.....	20
6.1	Metalliopillisesti keskeisiä asioita hitsausprosessissa	20
6.2	Liitoksen mikrorakenne	21
6.3	Hitsausenergia.....	21
6.4	Rakenneterästen hitsaus	22
7	NOSTIMEN RAKENTAMINEN	23
7.1	Runko	23
7.2	Nosto/tukilevyt.....	23
7.3	Pyörien asennus	24
7.4	Ohjaustangot	24
7.5	Sylinterin asennus	25
7.6	Pöytälevyn kasaus.....	25
7.7	Viimeistely.....	26
8	TULOKSET	28
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana toimi Pikahuolto Peltonen Oy, joka toimii Porin Karjarannassa. Tämän työn tarkoitus on suunnitella huoltoliikkeen käyttöön kompakti nostin jolla huollettavana oleva ajoneuvo saadaan helposti ja turvallisesti kuljetettua takapyörien sekä tämän nostimen avulla ulos varaamasta nosturipaikkaa varaosia odotellessa.

Tavoitteet pyörien varassa olevalle nostimelle olivat matala ja kestävä rakenne joka mahtuu henkilöauton maavaran sisään ja nosto tapahtuu runkopalkkien kohdalla pohjasta. Pienen budjetin sisään suunniteltiin kustannustehokas yksinkertainen nostolaite joka toimii yhdellä tehokkaalla hydraulisylinterillä.

Luonnoksia toimivasta ratkaisusta tehtiin Solid Works-ohjelmistolla jolla myös FEM menetelmää käyttäen laskettiin lujuudet. Luonnoksia tehtiin useita ennen lopullista vaihtoehtoa.

2 YRITYSESITTELY

Pikahuolto Peltonen Oy on 2007 perustettu täyden palvelun autohuoltotalo, joka kuuluu Autofit-ketjuun. Erikoisalana yrityksellä on jarrut ja alustatyöt, joihin löytyy talon sisältä vahva ja osaava ammattitaito sekä huippuluokan autodiagnostiikkalaitteistot.

Kokemäelle avattiin 2011 alkupuoliskolla Huoltokorjaamo Peltonen, sekä kolmas toimipiste avattiin 2012 Merikarvialle.

Yritys työllistää Satakunnassa 10 henkilöä joista kuusi vakituisena Porin toimipisteessä, kaksi Kokemäen toimipisteessä ja kaksi Merikarvian toimipisteessä.



Kuva 1 Porin toimipiste Karjarannassa

3 SUUNNITTELUPROSESSI

Suunnitteluun lähdettiin luomalla vaatimuslista nostimelle jossa luokiteltiin kiinteät vaatimukset ja toiveet. Konstruktio toteutettiin teräsputkipalkeilla ja hitsausliitoksilla, sekä yhdellä sylinterillä ja kuljetuspyörillä josta lisää komponenttien valinta otsikon alla.

3.1 Vaatimuslista

Suunnittelu lähti liikkeelle vaatimuslistan luomisesta nostimelle, jonka jälkeen päästiin luonnosteluvaiheeseen vaatimuslistaa noudattaen. Vaatimuslistassa KV = Kiinteä Vaatimus ja T = Toive

Geometria

KV Matala rakenne

KV Kevyesti liikuteltava

T Omamassa mahdollisimman kevyt

Kustannukset

T Materiaali- ja valmistuskustannukset alle 700€ ALV 0%

Aine

KV Pääasiallisesti S355

Valmistus

T Pyritään yksinkertaiseen rakenteeseen

Toiminta

KV Lihasvoima hydraulisella puristimella

KV 360° kääntyvät

KV Tasainen liike

KV Käyttöohjeeseen maksimi ajoneuvon massa

VV Liikkeet helposti hallittavissa

VV Käsiteltävän ajoneuvon etupaino 500...1500kg

Kuljetus

KV Toimitetaan käyttövalmiina

Vaatimuslistan jälkeen toivottujen päämittojen ollessa tiedossa lähdettiin Solid Works ohjelmistolla piirtämään luonnosta nostimesta erilaisten pohjarunkoratkaisujen sekä komponenttien valintaa ajatellen.

3.2 SolidWorks ja 3D- mallinnus

SolidWorks on 3D-mekaniikkasuunnitteluohjelmisto joka sisältää tilavuus- ja pintamallinnustyökalut. Ohjelmistoa käytetään hyvin erilaisten koneiden, laitteiden tai jonkin muun yksittäisen kappaleen suunnittelussa. Tässä suunnittelussa käytettiin SolidWorks 2011 opiskelijaversiota. /1/

3D-mallinnus eli kolmiulotteinen mallinnus (three dimensional) on vektorigrafiikkaa joka on mallinnettu sisäisesti kolmen tilaulottuvuuden suhteen. Yleensä 3D esitetään kaksiulotteiselle kuvapinnalle projisoituna. Tietokoneavusteinen suunnittelu on tyypillinen sovellusalue. Mallinnus on yleensä vektorigrafiikkaa. Parhaat mallinnusohjelmat käsittelevät pintoja, jotka määräytyvät käyrien (curves) perustella.

Mallinnusohjelmat soveltuvat kolmiulotteiseen mallinnukseen, animointiin ja renderointiin. ne voivat olla sekä graafisia että ohjelmointiin perustuvia.

3.3 Rakennemuotoilu

Suunnittelussa pyrittiin käyttämään koneensuunnitteluopin mukaisia pääsääntöjä jotka ovat:

Pääsäännöt rakennemuotoiluun, joita on 3kpl: /3/

- yksikäsitteinen
- yksinkertainen
- turvallinen

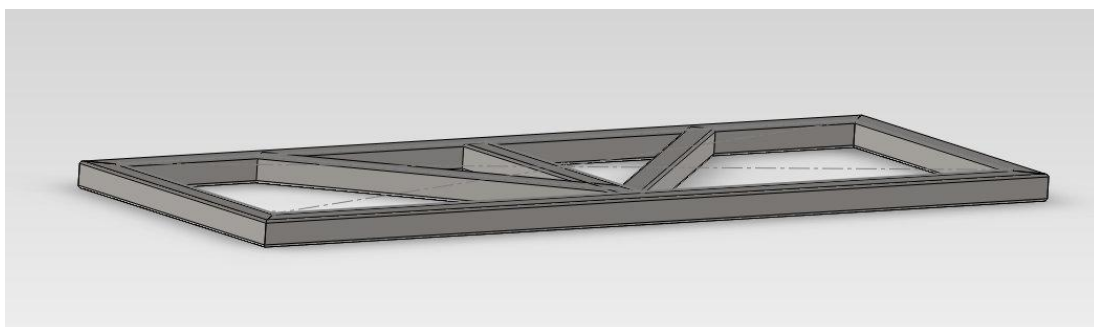
Tässä työssä pyrittiin noudattamaan muotoilun pääsääntöjä tarkkaan. Rakenteisiin tehtiin selkeä tehtäväjako, joissa syiden ja seurauksien riippuvuusaste selkeä. Kuormitus tila mikä tunnettu on yksikäsitteinen.

Selkeä toimintorakenne mahdollisimman vähin osin, sekä rakennusvaiheessa kaikki työvaiheet helposti ja yksinkertaisesti toteutettavissa. Käyttöön kiinnitetty huomiota, jotta olisi mahdollisimman huoltovapaa ja tarvittaessa kierrätettävä käyttöajan loputtua.

Nostimen turvallisuuden osalta kiinnitetty huomiota vaarojen eliminoimiseen. Rakenteessa ei saa olla kohtia joihin voi jättää raajan väliin tai korkeilla nopeuksilla pyöriviä osia.

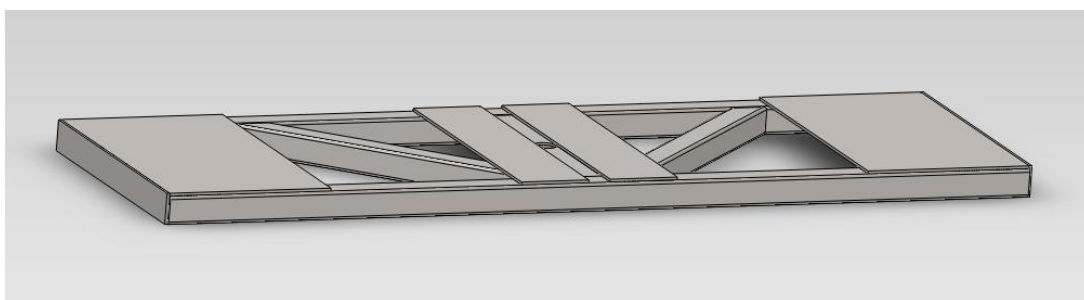
3.4 Nostimen kokoonpanorakenne

Kun nostimen luonnostelu oli hyväksytty asiakkaalla, suunniteltiin Solid Works ohjelmaa apuna käyttäen nostimen 3D-malli. Kokoonpanossa kaksi selkeää osaa, pohjarakenne joka teräskehikko sekä nostopöytä. Näiden väliin hitsattiin tukirungot nostopöydän molempiin päihin sekä varsinainen nostosylinteri pöydän massakeskipisteeseen.



Kuva 2. Hitsattu runkorakenne 50x50x4,0 rakenneputkesta. Päämitat 1610 x 500 mm

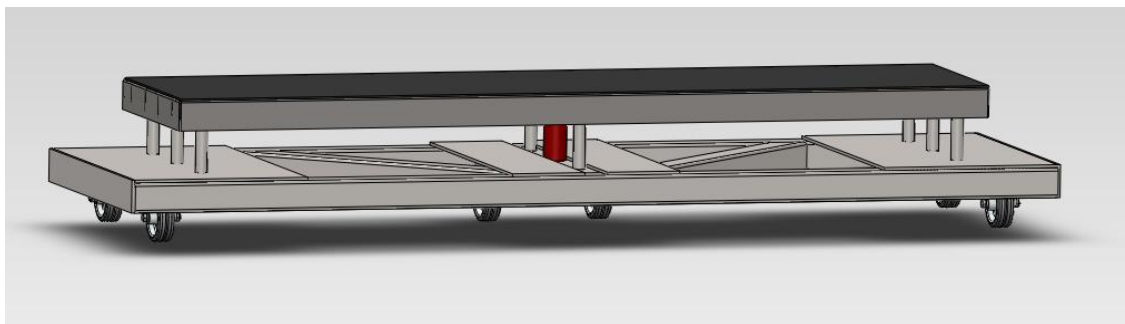
Rakenteen päälle suunniteltiin $s=5\text{mm}$ levyt kuljetuspyörien kannakkeiksi ja jotta 140mm korkeudeltaan oleviin pyöriin saatiin syvyyttä asennukseen matalan rakenteen kannalta.



Kuva 3. Runkorakenteeseen hitsatut levyt

Rungon ja levyjen hitsausmenetelmän kuvaan paremmin luvussa 6 joka käsittelee hitsausprosessia yleisesti sekä tämän työn hitsausprosessia. Kun pyörille olevat levyt olivat piirretyt, malliin tehtiin sylinterille keskipalkkiin oma ”kuppi” jossa se toimii vakaasti mutta on myös helposti irrotettavissa muuhun käyttöön, kuten autopeltien ja runkojen suoristamiseen. 5t voimalla toimivalle sylinterille autopajalla on useita applikaatioita.

Varsinaisen nostotyön suorittava pöytä suunniteltiin kolmesta rakenneputkesta joiden päälle kantattu kotelolevy, jonka päälle myös irrotettavissa oleva kumimatto.



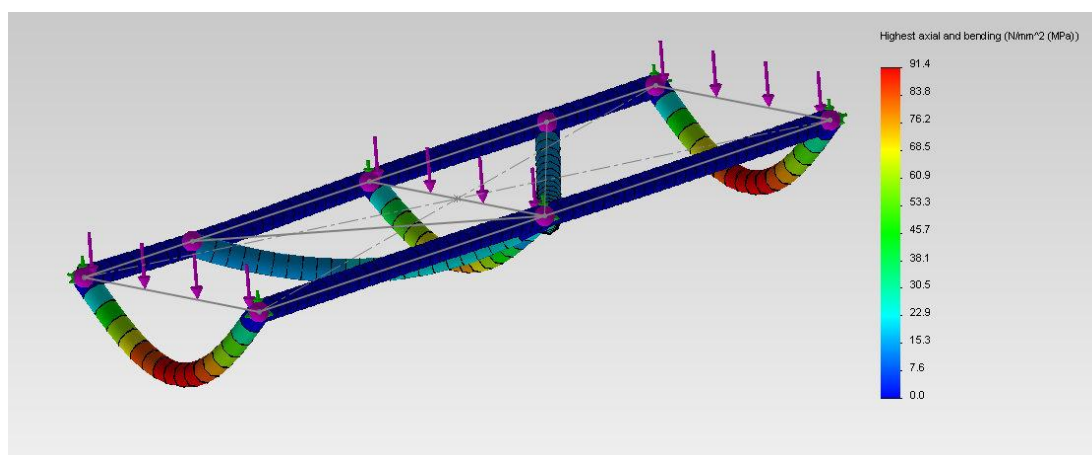
Kuva 4. Kokoonpanorakenne pyörien kanssa

4 LUJUUSLASKENTA

Konstruktion lujuuslaskennallinen analyysi suoritettiin 3D-malleilla Solid Worksin simulation / static - study toiminnon avulla, jolla laskettiin 15 000N massa simuloimalla rakenteen päälle mahdolliset siirtymät ja maksimi kuormitukset eri kohtiin rakenteissa.

Laskenta suoritettiin FEM (Finite Element Method), elementtimenetelmällä. FEM on nykyaikainen tapa lujuuslaskennassa analyttisen laskennan tukena. /2/

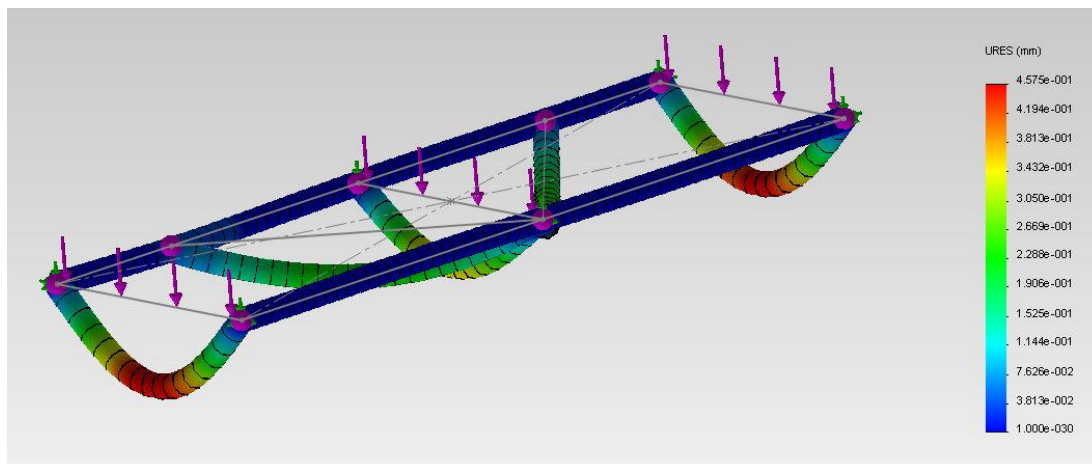
4.1 Rungon maksimijännitykset



Kuva 5. Maksimijännitykset

Päätypalkkeihin ja keskelle osoitettiin 5000N kohtisuoraan alaspäin kohdistuva massa, joka vastaa koko rakenteelle 1,5t painoa. Maksimijännitykseksi saatiin 91,4 MPa. Rakenne S355 terästä niin varmuutta maksimiin nähden saatiin n. 3.5 kertaiseksi.

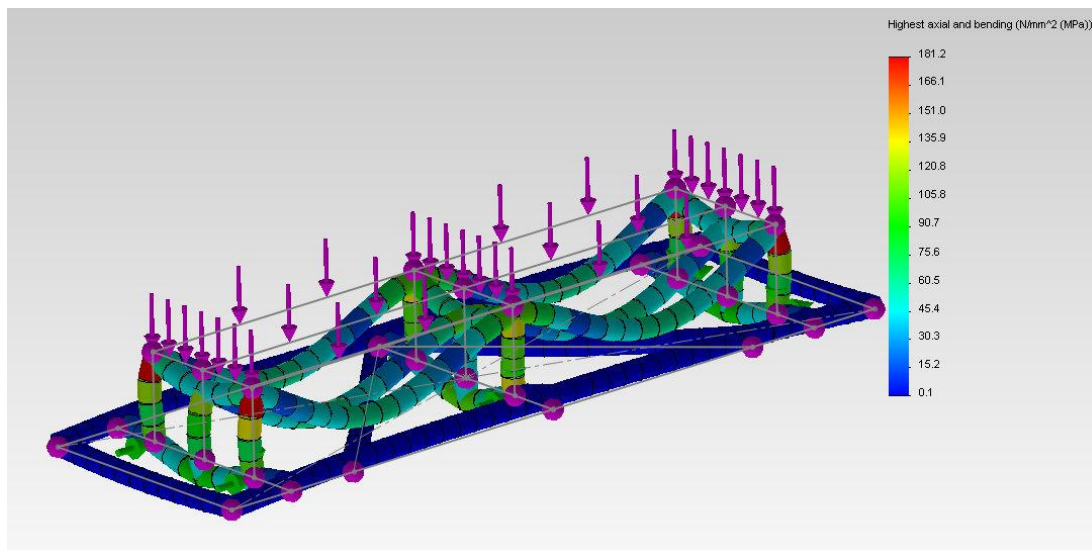
4.2 Rungon maksimisiirtymät



Kuva 6. Maksimisiirtymät

Sama massa kohdistettuna laskettiin myös rungolle siirtymät jotka jäivät kiitettävän pieniksi. 0,45mm siirtymät päissä todettiin hyväksyttäväksi.

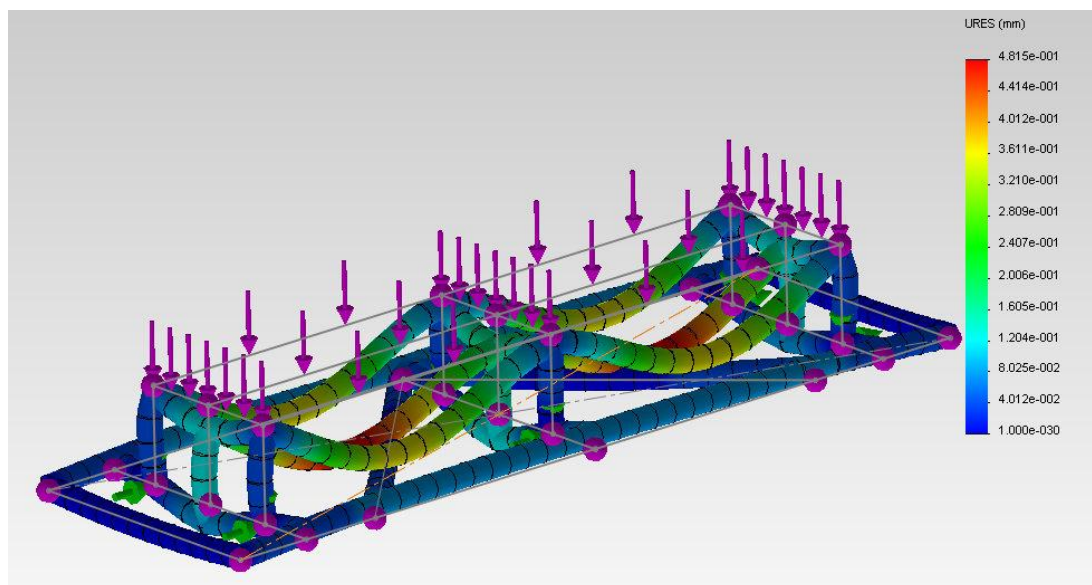
4.3 Koko rakenteen jännitykset



Kuva 7. Konstruktiio kuormitettuna 15kN

Kokoonpanoon laskettiin 1,5t massa päihin sekä keskelle, jolloin analyysin mukaan rakenteen maksimijännitykseksi saatiin n. 180 MPa

4.4 Koko rakenteen siirtymät



Kuva 8. Maksimisiirtymät

Kokonaisuudessaan todettiin kokoonpanolle 0,48mm siirtymät kuormitettuna.

5 KOMPONENTTIEN VALINTA

Koska budjetti oli pieni, ratkaisu oli tehdä konstruktio yhden sylinterin varaan alkuperäisen kahden yksitoimisen sylinterin, jolloin koko rakenne olisi ollut huomattavasti erilainen vastaten saksinostinta. Sopivien kuljetuspyörien valintaan osoittautui huomattavia ongelmia kunnes löytyi matalaan rakenteeseen sopivat ja riittävästi massaa kestävät ratkaisut. Teräsrakenne on S355 lujuusluokaltaan.

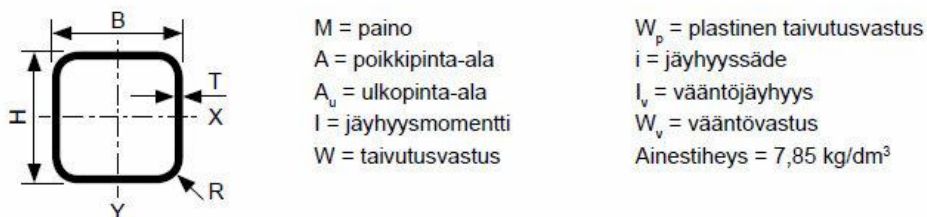
5.1 Teräsrakenne yleisesti

Konstruktio päätettiin tehdä yleisesti rakenneputkista hitsausliitoksilla. 3D-mallin avulla tutkittiin kestävyyskäyttäytymistä S235 ja S355 teräslaaduilla. Varmuudet huomioiden päädyttiin S355 luokkaan.

5.1.1 Rakenneputki

Rakenteeseen valittiin Ruukin S355J2H neliönmuotoinen rakenneputki, ainestandardi EN 10204-2.2 jonka toleranssi-arvot Ruukin taulukosta:

Toleranssi EN 102192: 2006 standardin mukainen



Kuva 9. Poikkileikkauskaavio /4/

Valitun rakenneputken poikkileikkausarvot:

$H \times B$	50 x 50 mm
T	4,0 mm
M	5,45 kg/m
A	$6,95 \times 10^2 \text{ mm}^2$
A_u	$0,186 \text{ m}^2/\text{m}$
$I_x = I_y$	$23,74 \times 10^4 \text{ x mm}^4$
$W_x = W_y$	$9,49 \times 10^3 \text{ x mm}^3$
$W_{px} = W_{py}$	$11,73 \times 10^3 \text{ x mm}^3$
$I_x = I_y$	1,85 x 10 mm
I_v	$40,42 \times 10^4 \text{ x mm}^4$
W_v	$14,43 \times 10^3 \text{ x mm}^3$

Konstruktion kehikko tehdään määrämittaan leikatuilla rakenneputkilla ja liitokset hitsausliitoksina. Hitsausprosessi tarkemmin omassa osiossaan eriteltynä.

5.1.2 Tukilevy / pyöränkannakkeet

Päätylevyt sekä pyörien kannakelevyt valmistetaan plasmaleikkaamalla 5mm kuumavalssatusta S355K2 + N teräslevystä, jonka ainestandardi EN 10025-2

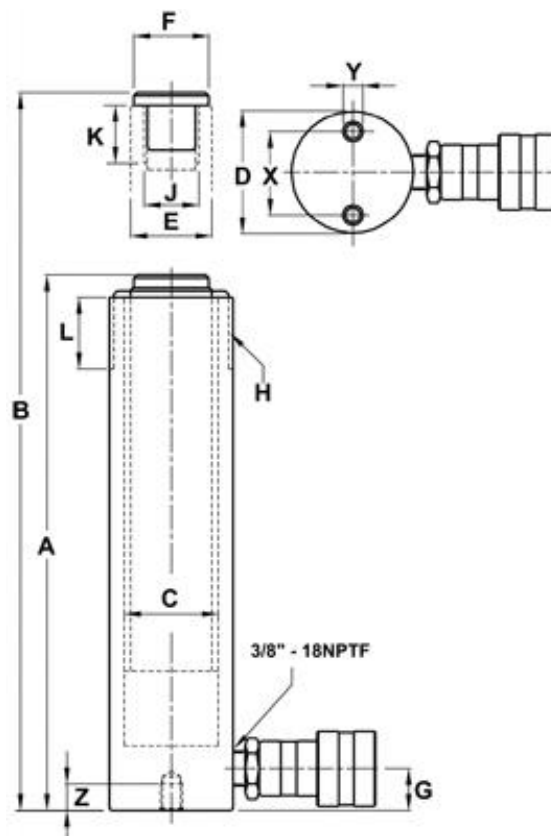
5.2 Sylinteri

Sylinteriksi valittiin pieneen tilaan menevä ja hyvin tehokas BVA:n yksitoiminen sylinteri:



Kuva 10. BVA H0503 yksitoiminen sylinteri /5/

Asennusmitta sylinterille on varsin pieni, siksi se sopii tämän nostimen matalaan rakenteeseen ja nostotehoa on riittävästi henkilöauton nostamiseen sekä tarvittaessa sylinterin saa irti muuhun käyttöön 5 t voimansa takia.



Kuva 11. Sylinterin mitat /5/

Päämitat:

B 247 mm

A 169 mm

A-B 78 mm

D 38 mm

F 25 mm

Nostokapasiteetti 45 kN

Sylinterin käyttöön vaadittava käsipumppu on toimeksiantajalla on entuudestaan valmiina, joten sitä en lähde tässä työssä erittelemään.

5.3 Kuljetuspyörät

Suunnitteluvaiheen ja luonnoksien aikana hankalaksi osoittautui sopivien kuljetuspyörien hankinta, koska vaatimuksena matala rakenne ja budjetin ollessa pieni ei matalaprofiili pyöriä voinut ajatella niiden korkeiden hintojen vuoksi. Mukana oli myös vaatimus pyörien kantavuudesta ja materiaalista välillä epätasaiseen pihaan.

Ruotsalaisen Hjulex AB:n luetteloista löytyi kuitenkin sopiva malli ja hintakin sopi budjettiin.

Luettelosta valittiin malli IP2 25



Kuva 12. Valittu kääntöpyörä IP2 25 /6/

Pyörässä on polyuretaanirata ja puristettu ripustuslevy suorakaiteen muotoisella kiinnityslevyllä. Laakeririvi on kaksirivinen ja kääntyvä. Nivelpyörän kantavuus 400kg ja rungon pintakäsittelynä on sinkitys. Kiinnitys rakenteeseen toteutetaan ruuviliitoksin.

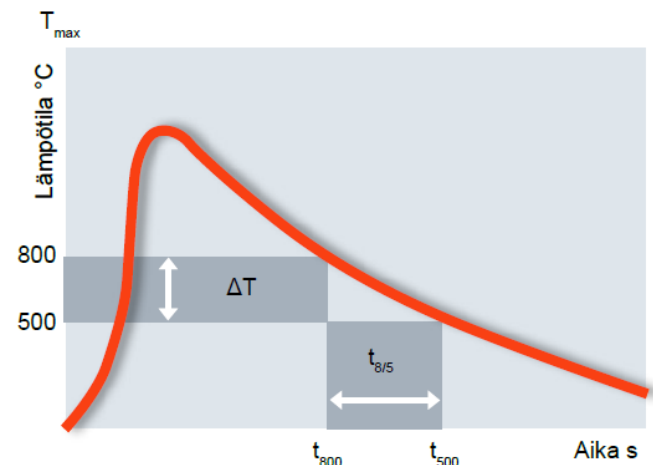
5.4 Kiinnitystarvikkeet

Standardin mukaiset M 8 x 30 DIN 912 kuusiokoloruuvit ja M8 DIN 985 lukitusmutterit, pyörien kiinnitykseen.

6 HITSAUSPROSESSI

6.1 Metalliopillisesti keskeisiä asioita hitsausprosessissa

Karkenevuus, karkeneminen jossa sovelletaan $t_{8/5}$ sääntöä. Merkittävimmät muutokset kiderakenteessa tapahtuvat jäähtymislämpötilavälillä 800...500 °C ja tässä jäähtymisnopeutta kuvaavana suurena käytetään jäähtymisaikaa $t_{8/5}$. /7/



$$\Delta T = 800 \text{ °C} - 500 \text{ °C}$$

$t_{8/5}$ = jäähtymisaika +800 °C:sta +500 °C:een

Kuva 13. Kaavio $t_{8/5}$ jäähtymisaikaan /7/

Kuvassa 13 on esitetty jäähtymisaikan vaikutus kaaviollisesti liitoksen muutosvyöhykkeen kovuuteen seostamattomien ja niukkaseosteisten terästen hitsauksessa.

Hitsiin syntyy ferriittis-perliittinen mikrorakenne seostamattomille teräksille. Hitsin mikrorakenne on hienorakeinen valurakenne, syntyy jäähtymisen tuloksena.

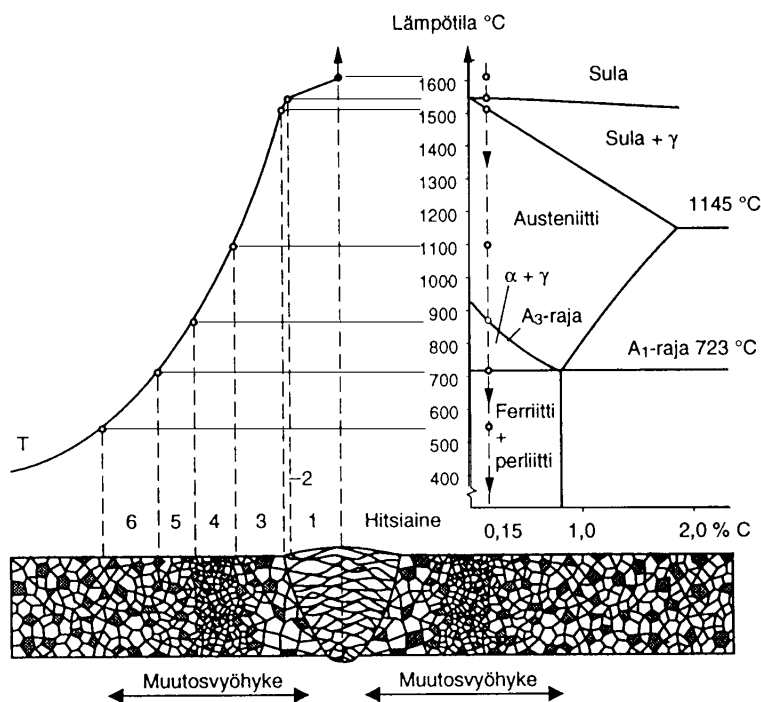
Yleiset tavoitteet hitsausprosessissa

- Hitsin lujuus = perusaineen lujuus
- Iskutkeys kohtuullinen
- Muodonmuutoskyky hyvä

6.2 Liitoksen mikrorakenne

Karkeasti osat hitsauksessa

- hitsiaine – lisäaine + perusaine
- muutosvyöhyke (HAZ)



Hitsausliitoksen vyöhykkeet teräksessä, jonka hiilipitoisuus on 0,15 %.
Raekoko on esitetty kuvassa huomattavasti suurennettuna.

- 1 Hitsiaine
- 2 Sularaja
- 3 Karkearakeinen vyöhyke
- 4 Hienorakeinen vyöhyke
- 5 Osittain austenitoitunut vyöhyke
- 6 Karbidien palloutumisvyöhyke

Käyrä T kuvaa maksimilämpötilaa, jossa vastaava kohta teräksestä on käynyt.

Kuvassa oikealla on osa rauta-hiili olotilapiirroksesta, josta on luettavissa ko. lämpötilaa vastaava mikrorakenne.
Pystykatkoviiva esittää terästä, jonka hiilipitoisuus on 0,15 %.

Kuva 14. Hitsauksen muutosvyöhykkeet /7/

6.3 Hitsausenergia

Hitsausenergia (E) = kaarihitsauksessa käytetty energia pituusyksikköä kohti ja se lasketaan kaavasta:

$$E = \frac{60 \cdot U \cdot I}{1000 \cdot v} \quad (1)$$

jossa

E = hitsausenergia (kJ/mm)

U = kaarijännite (V)

I = hitsausvirta (A)

v = hitsausnopeus (mm/min)

6.4 Rakenneterästen hitsaus

Yleiset rakenneteräkset ovat seostukseltaan niukkahiilisiä C- ja C-Mn- teräksiä. Hyvän hitsattavuuden varmistamiseksi hiilipitoisuus on yleisissä rakenneteräksissä rajoitettu max. 0.20 % C. Vastaavasti hiiliekvivalentilla on myös enimmäisarvo, max 0.41. Lujuusluokkien 235 ja 275 teräkset ovat puhtaita hiiliteräksiä ja lujuusluokan 355 teräs on hiili-mangaaniteräs.

Yleisten rakenneterästen hitsattavuus on erittäin hyvä. Korotettua työlämpötilaa joudutaan käyttämään vasta suurilla levynpaksuuksilla 355 lujuusluokan teräksillä. Usein on esitetty esikuumennustarpeen alkavan levynvahvuudesta 25 mm. Tosiasiallisesti tähän vaikuttavat mm:

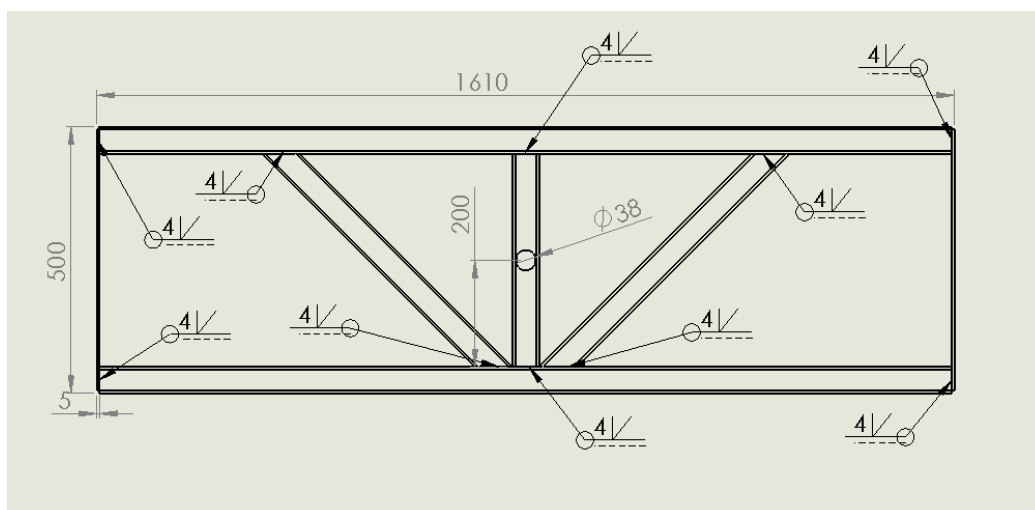
- rakennegeometria (yhdistetty levynvahvuus)
- teräksen hiilipitoisuus
- hitsin vetypitoisuus
- käytetty hitsausenergia

Hitsauslisäaineen valinta on helppoa, koska lujuusvaatimukset eivät ole suuret. Hitsauslisäaineet ovat seostamattomia tai mangaanilla seostettuja, joilla vaatimukset täytetään melko helposti. Jos iskutkeysvaatimukset ovat erikoisen vaativat, on lisäaineen ominaisuudet tarkistettava. Lujuusluokan 355 teräksille on lisäaine valittava niin, että varmistetaan vetypitoisuuden pysyminen pienenä $H < 15$ ml/100g.

7 NOSTIMEN RAKENTAMINEN

7.1 Runko

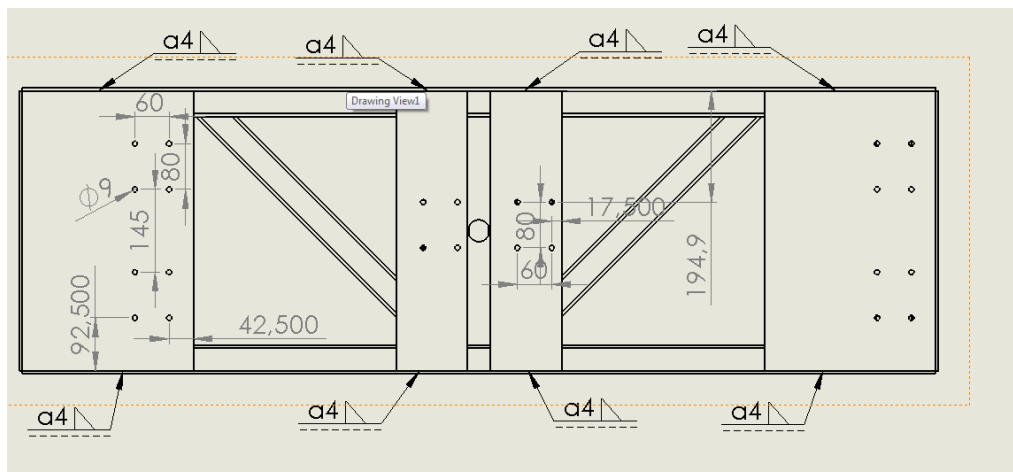
Rakenneputket leikattiin piirustusten mukaisiin mittoihin ja hitsattiin jalkoasennossa 4mm a-mittaan ympäri kiinnityskohtien. Saumakohtat puhdistettiin hitsausta varten lamellilaikalla ja hitsaus suoritettiin MIG-hitsauksena, lanka: Metalloy 1,2mm; Kaasu: Mison 25; Hitsauslaite Kemppi. Hitsausarvoina käytettiin 15-18A ja langan syöttönä 4,5-5 m/min eli hitsaus suoritettiin kylmäkaarihitsauksena. Runkopalkit asetettiin hitsauspöydälle ja kiinnitettiin puristimilla suoraan. Päätylevyt hitsattiin ensin pistehitsinä ja mitattiin ristimitta kehikosta. Tämän jälkeen keskiputki hitsattiin kiinni ja sivutuet. Ennen keskiputken hitsaamista kuppiterällä leikattiin keskelle 38mm reikä sylinterille.



Kuva 15. Rungon kasaus hitsausmerkein

7.2 Nosto/tukilevyt

Valmiin rungon päälle plasmaleikattiin levyt 5mm teräslevystä. SolidWorksin avulla piirretyt levyt muutettiin DXF-muotoon ja siirrettiin plasmaleikkurille. Levyjä leikatessa oli pieniä ongelmia plasma työstötason kanssa joten levyt jäivät 1-2mm liian lyhyiksi alkuperäisestä 490mm mitasta, mutta se kompensoitiin lisäämällä a-mittaa hitsattaessa.



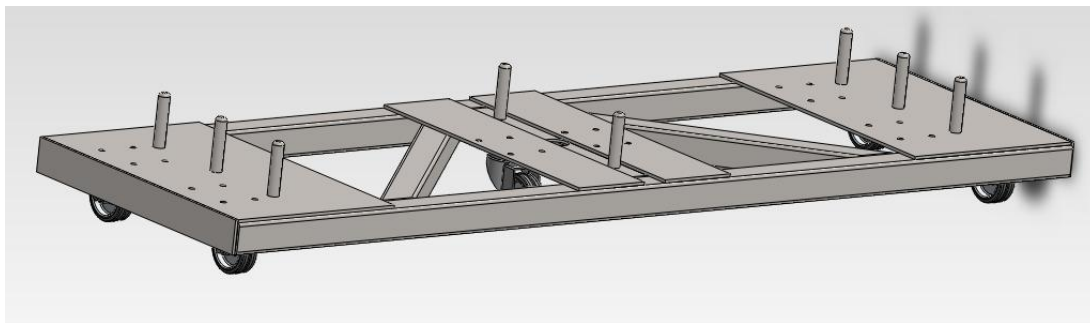
Kuva 16. Nosto/tukilevyjen kiinnitys

7.3 Pyörien asennus

IP21 25 pyörät kiinnitettiin levyihin M10x30 DIN 912 kuusiokolopulteilla, aluslaataksi valittiin jousialuslevyt ja kiristys Nyloc lukitusmuttereilla. Pyörien käänkökulmat mitattiin tarkkaan kokoonpanoa suunnitellessa jotta ne mahtuivat vapaasti pyörimään 360 astetta.

7.4 Ohjaustangot

Nosto/tukilevyjen päälle leikattiin $\varnothing 32$ mm tangot ja hitsattiin levyihin kiinni tarkoin mitattuihin paikkoihin. Tankojen tarkoitus oli pöytälevyä nostaessa ohjata koko ylärunkoa. Tangot hitsattiin ympäri a-mitalla 4mm.



Kuva 17. Ohjaustankojen paikat

7.5 Sylinterin asennus

BVA-sylinteri asennettiin holkin avulla rungon keskitankoon tehtyyn reikään ja hydrauliletkulle leikattiin asennusreikä keskilevyn alle piiloon. Samalla myös hitsattiin rungon pohjaan letkulle kiinnityskohta 5mm teräslevystä.



Kuva 18. Sylinteri holkin kanssa

7.6 Pöytälevyn kasaus

Pöytälevy eli nostettava osa koottiin kolmesta 1400mm neliöputkesta, 50x50x4 ulkomitoiltaan. Kolmiputkinen pöytä hitsattiin kasaan välikappaleilla päistä ja keskeltä 5mm teräslevyn paloilla. Alarungon ohjaustankojen malliin pöytälevyyn

neliöputkiin valmistettiin ohjausputket mittaerolla +1mm tankoihin verrattuna sekä otettiin huomioon pintakäsittely. Putket hitsattiin ulkopuolelta ympäri neliöputkiin kiinni vastakkaisiin kohtiin alarungon kanssa.

Kun pöytälevyn runko oli valmis, 2mm ohutlevystä leikattiin leikkurilla +50mm sivuiltaan levy joka kantattiin sivuiltaan. Kanttikoneen pienuuden vuoksi päällilevy tehtiin kahdessa osassa ja pistehitsattiin kiinni kymmenellä pistehitsillä.



Kuva 19. Konstruktio ilman ohutlevyä

Ohutlevyn päälle liimattiin kaksikomponenttiliimalla urakumimatto.

7.7 Viimeistely

Konstruktio pohjamaalattiin ja kuivumisen jälkeen maalattiin kahteen kertaan Silver metallimaalilla.



Kuva 20. Valmis kokoonpano

8 TULOKSET

Aikataulullisesti suunnitteluprosessi sujui ajallaan ja päästiin hieman oletettua aikaa lyhyemmässä periodissa toteutettua sekä suunnittelu että rakennusvaihe.

Kokonaisvaltaisesti prosessiin varattiin aikaa 5kk ja todellinen aika koko prosessin läpikäymiseen oli 3,5kk.

Alkujaan kun suunnittelu nostimelle lähti käyntiin, toteutus täyttyi nopealla tempolla suunnitteluprosessista rakennusvaiheeseen.

Nostin luovutettiin asiakkaalla ja pidettiin lyhyt koulutus laitteen turvallisesta käytöstä sekä opastus nostotapahtumaan käsipumppua käyttäen.

Opinnäytetyössä saavutettiin halutut tavoitteet, pysyttiin budjetissa sekä aikataulussa.

Hitsausprosessi konstruoinnissa saavutti tavoitteet myös.

Asiakkaalta on saatu positiivista palautetta.

LÄHTEET

- Solid Works Community, opiskelijaversio. Viitattu 30.5.2012.
<http://www.solidworks.com/sw/education/mechanical-engineering-student-software.htm> /1/
- FEM-introduction [2011],
Mecanique Materiaul Structure. [2011]. Pariisi, Ranska. Viitattu 30.5.2012.
http://mms2.ensmp.fr/tribo_paris/lectures/Introduction_FE.pdf /2/
- Pahl, G., Beitz, W. & Konttinen, U. 1990. Koneensuunnitteluoppi. 2. p. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus. /3/
- Ruukin www-sivut. Viitattu 30.5.2012. <http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Terastuotteet/Rakenneputket> /4/
- BVA Hydraulics: Viitattu 8.5.2012.
http://www.shinnfuamerica.com/ProductDetails/BVA_Hydraulics/Single_Acting_Cylinders/H0503/278 /5/
- Hjulex Oy: Viitattu 30.5.2012
www.hjulex.se/index.php?id=16&type_ref_id=132&L=3 /6/
- Lepola, P., Makkonen, M. 2005. Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet [verkkokirja]. Helsinki: WSOY. /7/
- SFS-EN 10204-2.2 /8/
- SFS-EN 102192: 2006 /9/