

HYDRAULISEN PURISTIMEN SUUNNITTELU

Henri Poikonen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) Poikonen, Henri	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 25.05.2014
	Sivumäärä 54	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi HYDRAULISEN PURISTIMEN SUUNNITTELU		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Matilainen, Jorma Ström, Markku		
Toimeksiantaja(t) Valtra Oy Kumpukallio, Pekka (ohjaaja)		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin Valtra Oy:n Suolahden voimansiirtotehtaalle, osana uuden traktorin prototyyppimallin tuotantoonvientiä. Opinnäytetyössä suunniteltiin hydraulinen puristin ja työkalut liukulaa- kereiden asennukseen. Työn tavoitteena oli saada aikaan kokoonpanoon käyttövalmis puristin, joka on turvallinen ja mukava käyttää. Puristimesta ja työkaluista tuli laatia valmistuksessa käytettävät dokumentit. Opinnäytetyön osana oli tehdä tajouskyselyt käytettävästä hydrauliiikkajärjestelmästä ja valita sopiva tajouskyselyiden perusteella.</p> <p>Suunnittelu mukaili tuotekehitysprosessin vaiheita. Aiheen rajauksen ja aikataulun asettamisen jäl- keen ideoitii ratkaisumalli, josta mallinnettiin konstruktio. Konstruktio mallista tehtiin työ- ja ko- koonpanopiirustukset joiden pohjalta tilattiin tarvittavat materiaalit ja valmistettiin puristin. Osana suunnittelua kuului turvallisuus ja käytettävyyšnäkökulmien huomiointi. Suunnittelun työkaluna käytettiin Catia V5R21 ohjelmaa.</p> <p>Lopputuloksena valmistettiin tuotekehitysprosessista aikaansaaduista työ- ja kokoonpano piirustuk- sista toimiva puristin. Puristin otettiin käyttöön kokoonpanossa annetussa aikataulussa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) asennustuurna, hydraulipuristin, koneensuunnittelu, tuotekehitys, Valtra Oy		
Muut tiedot		



Author(s) Poikonen, Henri	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 25052014
	Pages 54	Language Finnish
	Confidential () until	Permission for web publication (X)
Title DESIGN OF A HYDRAULIC PRESS		
Degree Programme Mechanical and Production Engineering		
Tutor(s) Matilainen, Jorma Ström, Markku		
Assigned by Valtra Inc Kumpukallio, Pekka		
Abstract <p>The bachelor's thesis was commissioned by Valtra Inc. for the Suolahti powertrain plant. The thesis was a part of a project for introducing a new tractor prototype model into production. The subject of this bachelor's thesis was the design of the hydraulic press and tools for slide bearing installation. The goal of the thesis was to develop and manufacture a ready to use hydraulic press for the assembly process that was safe and easy to use. The relevant documents for the manufacturing of the press and tools were also to be made. Part of the thesis was to make the inquiries for the hydraulic equipment to be used and then select the appropriate subcontractor based on the offers.</p> <p>The design process followed roughly the steps of the product development process depicted in literature. After defining the subject and scheduling, a sketch model was made, which was then developed into a construction model. Workshop and assembly drawings were made from that construction model. The process also took account of safety and user-friendly points of view. 3-D models and drawings were made with Catia V5R21.</p> <p>The result was a working hydraulic press made from the workshop and assembly drawings. The press was put into operation the assembly process within the given deadline.</p>		
Keywords arbor, hydraulic press, mechanical engineering, product development, Valtra Inc		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Opinnäytetyön tausta	6
	Toimeksiantaja – Valtra Oy	6
2	Koneturvallisuus	7
2.1	Yleistä koneturvallisuudesta.....	7
2.2	Koneturvallisuuden säädökset	8
2.3	Riskien arviointi	9
3	Järjestelmällinen tuotekehitys	13
3.1	Tuotekehitystoiminta	13
3.2	Käynnistäminen	14
3.3	Luonnostelu	15
3.4	Kehittely.....	17
3.5	Viimeistely	18
4	Liukulaakerin asennus	18
5	Puristimen turvallisuus	19
6	Puristimen tuotekehityksen eteneminen	20
6.1	AloitUS ja aiheen rajaus	20
6.2	Teknisten seikkojen ja ratkaisumallien tutkinta.....	22
6.3	Kehittely.....	26
6.4	Viimeistely	34
6.5	Lopputulokset.....	35
7	Yhteenveto ja pohdinta	36
	Lähteet	39
	Liitteet	40
	Liite 1. Riskianalyysi.....	40
	Liite 2. Työpiirustus jalkaputket	41

	4
Liite 3. Työpiirustus koneistettavat osat	42
Liite 4. Työpiirustus leikkeet.....	43
Liite 5. Työpiirustus ohutlevy leikkeet.....	44
Liite 6. Työpiirustus sorvattavat osat	45
Liite 7. Työpiirustus hydrauliputket	46
Liite 8. Työpiirustus pöytälevyt	47
Liite 9. Työpiirustus osakokoonpano 1.....	48
Liite 10. Työpiirustus osakokoonpano 2.....	49
Liite 11. Työpiirustus osakokoonpano 3.....	50
Liite 12. Työpiirustus osakokoonpano 4.....	51
Liite 13. Työpiirustus kokoonpano	52
Liite 14. Lujuuslaskentaraaportti.....	53
Liite 15. Hydrauliiikkakaavio.....	54

Kuviot

Kuvio 1. Miesten ja naisten kehon mittoja ja niiden vaihteluvälejä	11
Kuvio 2. Vasemmalla seurausten jaottelu ja oikealla todennäköisyyksien sanallinen	12
Kuvio 3. Luonnostelun työvaiheet.....	15
Kuvio 4. Laakerin asennus	18
Kuvio 5. Asennustuurnan välykset	19
Kuvio 6. Laakerin koeasennus pesään. Vasemmalla lähtötilanne ja oikealla laakeri paikallaan.	21
Kuvio 7. Jarrukotelo vasemmalla ylhäältä ja laakeripesä näkyy ylhäällä. Oikealla jarrukotelo kuvattuna alaviistosta ja laakeripesä oikealla.....	23
Kuvio 8. O-runko.....	27

Kuvio 9. Rungon yläpalkkien tarkastelua Catia V5R21 ohjelmistolla.....	28
Kuvio 10. Vasemmalla sisäputkeen työstettävä sovitus ja oikealla liitos	29
Kuvio 11. Jalan ulkoputki vasemmalla, sisäputki keskellä ja kokoonpano oikealla	30
Kuvio 12. Pöydän kokoonpano.....	31
Kuvio 13. Konstruktio malli	32
Kuvio 14. Asennustuurna oikealla, suojasatula oikealla ylhäällä ja kiristysholkki oikealla alhaalla	33
Kuvio 15. Puristin paikalleen asennettuna.....	35
Kuvio 16. Oikealla asennustuurna, vasemmalla ylhäällä kiristysholkki ja vasemmalla alhaalla hydraulikkakoneikko ja valuma-allas	36

Taulukot

Taulukko 1. Lukuarvojen luokittelu ja tarvittavat toimenpiteet.....	13
Taulukko 2. Työkalujen pintojen välykset ja mittatoleranssit.....	34

1 Opinnäytetyön tausta

Opinnäytetyön tarve syntyi Valtralla Suolahden voimansiirtotehtaalla. Opinnäytetyön aihe oli osa Valtran voimansiirtotehtaan yhteydessä toimivan työvälinesuunnittelijan uuden traktorin prototyypimallin valmistukseen liittyvää projektia. Projektiin kuului uuden prototyypin valmistuksessa ja kokoonpanossa käytettävien työvälineiden suunnittelua, kuten kokoonpanopöydät ja koneistuskiinnittimet työstökeskuksille.

Prototyypissä tehtyjen muutoksien seurauksena traktorin peräpäähän jarrukotelon kokoonpanojärjestys on muuttunut. Jarrukoteloon asennettavat liukulaakerit on aikaisemmin asennettu myöhemmin kokoonpanossa. Prototyypin muutosten seurauksena yhden mallin liukulaakereiden asennus suoritetaan ensimmäisenä, kun jarrukotelot tulevat kokoonpanoon pesusta. Jarrukoteloon tulevan liukulaakerin asentamiseen tarvittiin puristin osaksi kokoonpanoa.

Valmiin puristimen sijoitus kokoonpanolinjan ympäristöön ei ollut mahdollista. Työn tavoitteena oli suunnitella turvallinen ja helppokäyttöinen puristin liukulaakerin asennukseen ja siihen tarvittavat työkalut. Työ suoritettiin tuotekehitysprojektin menetelmiä käyttäen. Prototyypin kokoonpanon testauksen ajankohta oli tiedossa, joka asetti opinnäytetyölle aikataulun.

Toimeksiantaja – Valtra Oy

Valtra Oy on kansainvälinen maataloustraktoreiden valmistaja. Valtra Oy valmistamisen lisäksi kehittää, markkinoi ja huoltaa omia traktoreitaan. Valtra on Pohjoismaiden suosituin traktorimerkki, traktoreita myydään yli 75 maassa. Valtralla on Suolahden tehtaan lisäksi tehdas Brasiliassa. Yhdessä nämä kaksi tehdasta työllistävät 2100 henkilöä ja valmistavat vuosittain noin 24 000 traktoria. Valtra Oy on osa yhdysvaltalaista maatalouskoneiden valmistajaa Agco-konsernia (Tietoa Valtrasta n.d.)

Suolahden tehdasalueella toimii voimansiirtotehtaan lisäksi kokoonpanotehdas, tuotekehitysyksikkö, varaosa- ja huoltokeskus sekä asiakaspalvelukeskus Atrium. Valtran

hallinto sijaitsee myös Suolahdessa. (Tietoa Valtrasta n.d.) Valtra on valmistanut traktoreita Suolahdessa vuodesta 1969, se muutti sinne Jyväskylästä, jossa yritys valmisti traktoreita noin 20 vuotta. (Jubileum 1951 – 2011, n.d.)

Voimansiirtotehtaalla aloitetaan traktorin kasaus, missä tehdään traktorin runko. Voimansiirron kotelot ovat kantavaa rakennetta, jonka päälle kasataan traktorin muut osat. Voimansiirtotehdas valmistaa itse etenkin monimutkaisimmat komponentit, joiden työstökoneisiin on investoitu. (Pentti 2011.)

Agco on yksi maailman suurimmista maatalouskoneiden suunnittelijoista, valmistajista sekä myyjistä. Agcon tuotteisiin kuuluu muun muassa traktorit, puimurit ja erilaiset maatalouslaitteet esimerkiksi kytämiseen sekä niiden varaosapalvelut. Agcoon kuuluvien tuotemerkkien historia ulottuu 1800-luvun puoleenväliin, mutta yhtiö on perustettu vuonna 1990. Uusien yritysostojen myötä Agco on kasvanut suureksi yhtiöksi. Vuonna 1994 se listattiin New Yorkin pörssiin. (About Agco.)

Agco myy tuotteensa viiden päätuotemerkkinsä alla: Challenger, Fendt, GSI, Massey Ferguson ja Valtra. Vuonna 2013 Agcon liikevaihto 10,8 miljardia US\$ ja osakekohtainen tulos (EPS) 6,01 US\$. Työntekijöitä yhtiöön kuului samaan aikaan noin 22 000. (2013 Annual report.)

2 Koneturvallisuus

2.1 Yleistä koneturvallisuudesta

Koneturvallisuudella pyritään takaamaan erityisesti konetta käyttävien työntekijöiden ja muiden koneen ympäristössä liikkuvien ja työskentelevien henkilöiden turvallisuus. Lainsäädäntö edellyttää suunnittelijalta ja valmistajalta turvallisuusnäkökohtien huomioimista laitteen suunnittelussa. Koneen turvallisuuteen pystyy parhaiten vai-

kuttamaan suunnitteluasteella, esimerkiksi turvalaitteiden ja suojiin sijaan on parempi pyrkiä turvallisuuteen siten, että niille ei ole tarvetta. (Siirilä & Kerttula 2007, 12.)

2.2 Koneturvallisuuden säädökset

Direktiivit ja standardit

Suomessa koneturvallisuuden perustana on EU:n konedirektiivi, joka määrittelee olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Konedirektiiviä vastaavat säädökset ovat samat jokaisessa EU-maassa, mahdollistaen vapaan kaupan koko Euroopan alueella. Yleisperiaate nykyisissä EU:n säädöksissä on, että valmistaja vastaa tuotteensa turvallisuudesta. (Siirilä 1 2008, 19-21.)

Nykyinen EU:n konedirektiivi on vuodelta 2006 (2006/42/EY). Suomessa vastaava säädös on (400/2008), joka tunnetaan myös koneasetuksena. (Mts, 28.)

Direktiiviä tarkennetaan standardeilla, joiden voimassaoloaika on viisi vuotta. Sen jälkeen niiden paikkansa pitävyys tarkistetaan ja tarvittaessa päivitetään. Standardeja ei ole pakko noudattaa, mutta on suositeltavaa menetellä standardien mukaisesti. Ne ovat aputyökalu suunnittelussa ja kuvaavat tekniikan nykytasoa. Mikäli standardia ei noudateta, on vaadittu turvallisuus saavutettava poikkeavalla ratkaisulla. (Siirilä 2 2008, 25.)

Standardijärjestelmä on kolmetasoinen, se rakentuu A-, B- ja C-tyyppin standardeista. A-tyyppin standardit koskevat kaikkia koneita. A-tyyppin perusstandardeja koneturvallisuudessa ovat SFS-EN ISO 12100 ja SFS-EN ISO 14121. (Mts 59-60.)

B-tyyppin standardi koskee jotain ominaisuutta tai turvalaitetta, esimerkiksi melua tai odottamattoman käynnistyksen estämistä. B-tyyppin standardeja on muutamia kymmeniä. (Mts 60-61).

C-tyyppin standardit on kohdistettu tiettyyn koneeseen tai koneryhmään, kuten hihnakuljetin, robotti tai sorvi. Tämän tason standardeja on jo useampia satoja. Aikaisemmissa standardeissa olevia asioita ei toisteta alemman tason standardeissa. Siksi C-tyyppin standardia ei pysty käyttämään yksinään, vaan aina tarvitaan A- ja B-tyyppin standardeja. (Mts 61-62.)

Kone- ja työturvallisuuslaki

Suomessa koneiden turvallisuudesta on kirjattu lakiin konelaisissa (1016/2004) sekä työturvallisuuslaissa (738/2002). Lait ovat hyvin yleispäteviä ja pääsisältö ei ole koneiden turvallisuudessa, yksityiskohtaisemmat säädökset asetetaan ministeriöiden ja valtioneuvoston päätöksillä. (Siirilä 1 2008, 26-28.)

Työturvallisuuslaki määrittää työnantajan velvollisuudet työn, työympäristön ja koneiden turvallisuuden takaamiseksi. Laissa todetaan koneista mm., että koneiden on oltava työhön sopivia ja tarkoituksen mukaisia eikä koneiden käytöstä saa aiheutua haittaa tai vaaraa konetta käyttävälle henkilölle. (Mts 26-28.)

Konelaki on koneiden myyjiä, valmistajia sekä muita välikäsiä koskeva laki. Laissa määritetään perusturvallisuusmääräykset Suomessa käyttöönotettaville tai myytävälle laitteille. Konelaisissa vaaditaan mm. noudattamaan konedirektiivin vaatimuksia turvallisuudesta. (Mts 26-28.)

2.3 Riskien arviointi

Konedirektiivissä, eli Suomessa koneasetuksessa vaaditaan suunnittelun yhteydessä tehtäväksi riskien arviointi. Siinä tunnistetaan koneeseen liittyvät vaaratekijät ja arvioidaan niihin liittyvät riskit. Riskien joukosta pyritään löytämään etenkin liian suuret riskit ja pienentämään niitä. (Siirilä 1 2008, 63.)

Riskien arvioinnissa etsitään koneesta vaaraa aiheuttavia ominaisuuksia tai osia, eli tunnistetaan riskit. Nämä voivat olla esimerkiksi vikaantumisesta tai vääränlaisesta käytöstä aiheutuvat riskit, jotka aiheuttavat vaaratilanteen. Riskin suuruuteen vaikuttavat kaksi asiaa, vaaratekijästä aiheutuvien seurausten vakavuus sekä niiden aiheutumisen todennäköisyys. (Mts, 64.)

Vaaratekijöiden tunnistaminen

Riskien tunnistamisessa voidaan käyttää apuna standardin SFS-EN ISO 12100 liitteessä B mainittuja esimerkkejä vaaroista. Koneensuunnittelussa on huomioitava vaarat hyvin monipuolisesti ja kattavasti. Lisäksi on otettava huomioon myös vähän mahdollomatkin vaaratekijät. Kaikkien vaaratekijöiden tunnistaminen on tärkeää, koska huomioimattomille vaaroille ei tehdä mitään. (Siirilä 1 2008, 66-68.)

Tavallisia vaaratekijöitä ovat erilaiset mekaaniset vaarat, kuten esimerkiksi puristumis-, leikkautumis- tai pistovaara, korkeapaineisen nesteiden suihkun aiheuttama vaara, koneen tai koneen osien kaatumisen vaara tai takertumisen vaara. Muita vaaroja ovat sähköstä aiheutuvat vaarat, kuten rikkiinäiset sähköjohdot tai oikosulku. Lisäksi on huomioitava ergonomiasta johtuvat vaarat, jotka aiheuttavat huonon työasennon johdosta ylimääräistä työtä tai liikuntavaivoja. Kone saattaa aiheuttaa vaaroja myös värinästä, säteilystä materiaaleista, melusta, lämpötilasta tai vaaratekijöiden yhdistelmästä. (SFS 12100, 2010, 108-112.)

Puristimen vaarat ja turvallisuusnäkökohdat

Hydraulisen puristimen standardi erittelee tarkemmin puristimesta aiheutuvat merkittävät vaarat ja esittää vaaditut turvallisuustoimenpiteet. Vaaraluettelo on tehty standardin SFS-EN 1050 pohjalta. (SFS-EN 693 + A2, 2011, 22-24.)

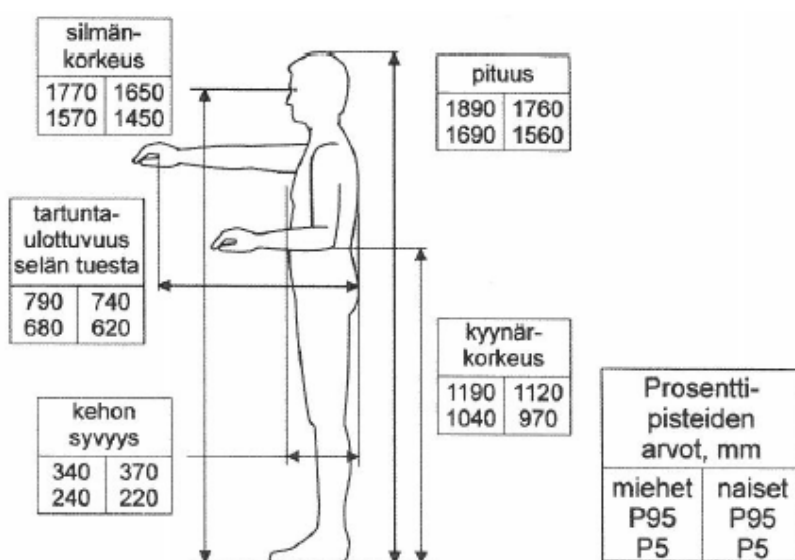
Puristumisvaaran pienentämiseksi puristimen liikenopeuden on oltava hidas, se ei saa ylittää 10 mm/s ja sen ohjauksen on oltava pakkokäyttöinen, eli vipu palautuu

keskiasentoon otteen irrotessa (Mts, 32). Kädelle jätettävän tilan vähimmäisetäisyydeksi puristumisvaaran välttämiseksi määritellään 100 mm (SFS 349 + A2, 10).

Hydraulijärjestelmää suunniteltaessa on otettava huomioon standardin SFS-EN 982 asettamat yleiset vaatimukset hydraulisten järjestelmien turvallisuudelle (SFS-EN 693 + A2, 28). Esimerkiksi letkut on suojattava suojasukilla, jotka hajottavat korkeapaineisen suihkun (Siirilä 1 2008, 329).

Hätäpysäytys tarvitaan koneisiin, kun normaali pysäytystoiminto on riittämätön, esimerkiksi pakkokäyttöisen hallintalaitteen vikaantuessa. Hätäpysäytyksellä on kaksi pääasiallista tehtävää, nopea pysäytys hätätilanteissa ja toimia toissijaisena pysäytysmahdollisuutena, kun normaali pysäytys on vikaantunut. Nopean pysäytyksen mahdollistamiseksi täytyy hätäpysäyttimen olla sijoitettuna siten, että se on helppokäyttöinen. (Mts, 206-208)

Ergonomialla pyritään vähentämään työasunnoista ja liikkeistä aiheutuvia vammoja. Ihmisten kehon vaihteluvälien (ks. kuvio 1) huomiointi koneensuunnittelussa tarkoittaa yleensä työympäristön säädettävyyttä. Hallintalaitteiden on oltava normaalissa työasennossa helposti käytettävissä. (Mts, 354-355.)

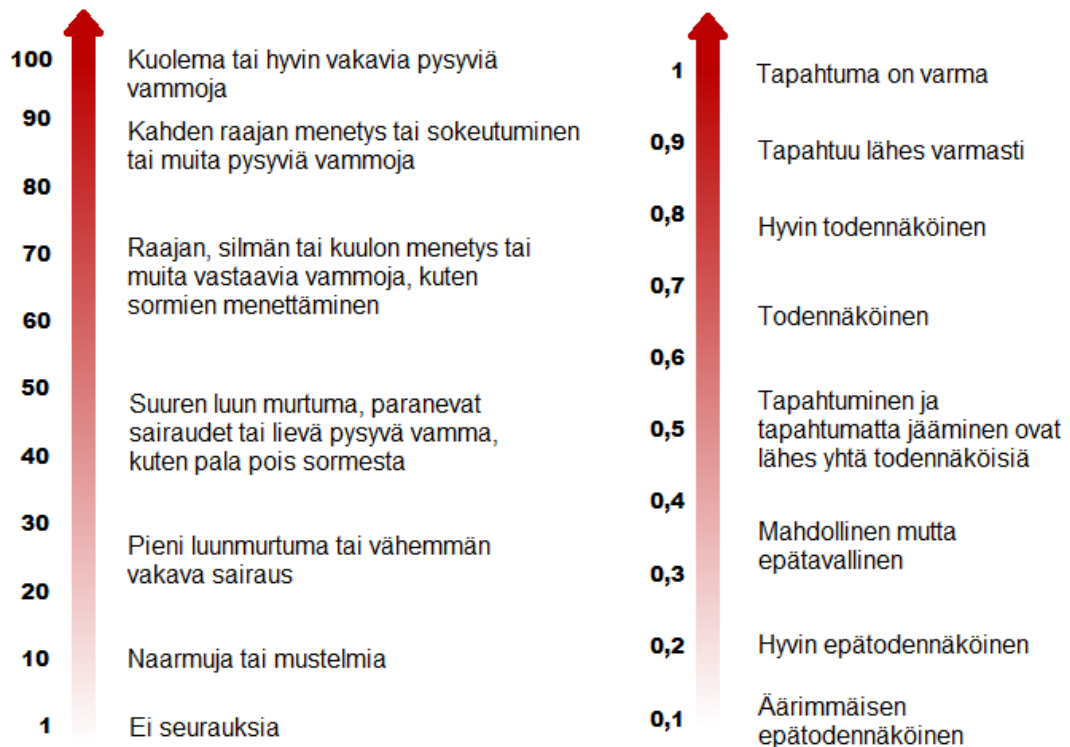


Kuvio 1. Miesten ja naisten kehon mittoja ja niiden vaihteluvälejä (Siirilä 1 2008, 354)

Riskien suuruuden arviointi

Vaaratekijöiden tunnistamisen jälkeen riskit pyritään luokittelemaan tapahtumien seurausten ja todennäköisyyksien mukaan erilaisiin luokkiin. Menetelmiä jaotteluun on useita, jotka ovat sopivia erilaisiin tilanteisiin. Osa menetelmistä painottaa esimerkiksi vikaantumisesta aiheutuvia riskejä. Toiset menetelmät taas soveltuvat paremmin vaikkapa ihmisten tekemiin virheisiin. Useimmiten riskit jaotellaan vähäisiin, siedettäviin, kohtalaisiin, merkittäviin ja sietämättömiin. (Siirilä 1 2008, 95-96.)

Seurausten vakavuutta arvioitaessa voidaan käyttää esimerkiksi kuvion 2 tapaista jaottelua, joka jakaa seuraukset karkeasti 11 eri tasoon ja tarjoaa karkean jaottelun eri tasoille. (Mts, 98.) Todennäköisyyksiä voidaan arvioida esimerkiksi kuvion 2 tavoin väliltä 0,1...1 (Mts, 108).



Kuvio 2. Vasemmalla seurausten jaottelu ja oikealla todennäköisyyksien sanallinen muoto (Perustuu: Siirilä 1 2008, 98-108)

Riskin hyväksyttävyyys

Analyysissä paljastuvien riskien seurausten ja todennäköisyydestä syntyvän tulon lukuarvo määrittää riskin vakavuuden. Riskin arviointimenetelmässä määritetään taso, jonka alle riskit on pienennettävä ja mitkä riskit ovat hyväksyttäviä. Taulukossa 1 on esitetty lukuarvojen jaottelu ja vaaditut toimenpiteet suunnittelussa. (Siirilä 1 2008, 207-208.)

Taulukko 1. Lukuarvojen luokittelu ja tarvittavat toimenpiteet (Perustuen: Siirilä 1 2008, 108.)

Lukuarvo	Kuvaus	Tarvittavat toimenpiteet suunnittelussa
0,1 ... 5	Vähäinen	Ei tarvita toimenpiteitä
6 ... 15	Siedettävä	Kone voidaan ottaa käyttöön, seuranta tarpeen
16 ...28	Kohtalainen	Suunnittelua on jatkettava, riskin pienentämiseksi
29 ... 48	Merkittävä	Suunnittelua on jatkettava, riskin pienentämiseksi
49 ... 100	Sietämätön	Suunnittelua on jatkettava, riskin pienentämiseksi

3 Järjestelmällinen tuotekehitys

3.1 Tuotekehitystoiminta

Tuotekehitystoiminta on keskeinen osa yrityksen menestyksen edellytyksistä, asiakkaiden tarpeet on tunnistettava ja niihin on osattava vastata. Tuotekehityksellä tarkoitetaan toimintaa, jolla luodaan kokonaan uusi tai parannettu tuote. Tuotekehitys

on parhaillaan monivaiheinen prosessi, johon kuuluu tuoteidean etsimistä, markkinoiden selvittämistä, tuotteen luonnostelua, sen yksityiskohtaista suunnittelua ja tuotantomenetelmien kehittämistä. (Jokinen 2001, 9.)

Tuotekehitysprosessi voidaan Jokisen (2001, 14) mukaan jakaa neljään osaan: käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely.

3.2 Käynnistäminen

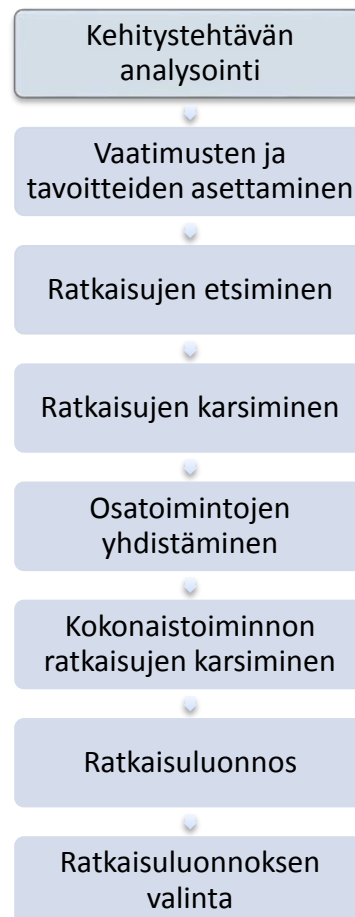
Tuotekehitysprojektin käynnistämisen taustalla on tarve tai ongelma ja jonkinlainen ajatus sen toteuttamismahdollisuudesta. Tarve voi tulla yrityksen sisältä tai ulkoa. Mikäli toteutuksen onnistuminen ei ole mahdollista voimassa olevilla resursseilla, ei kannata resursseja tuhata tällaisiin projekteihin. Tuotekehityksen ratkaisujen hakemisen kuuluu olla organisoitua ja systemaattista. Tietoa kehittämiseen saadaan yrityksen sisältä ja sen ulkopuolelta. (Jokinen 2001, 17-19.)

Yrityksen sisältä pitää tunnistaa omat voimavarat, mihin asti yrityksellä on valmiuksia. Taloudelliset mahdollisuudet, henkilökunnan tiedontaso, käytössä olevat laitteet tutkimukseen ja valmistukseen, omat ja kilpailijoiden lisenssit ja patentit sekä myyntiorganisaation valmius muodostavat muun muassa yrityksen potentiaalin. Näitä voidaan laajentaa vahvistamalla omia osa-alueita tai etsimällä yhteistyökumppaneita. Ulkopuolelta tulevaa tietoa tuotekehityksen kannalta ovat: markkina-analyysit, asiakaskyselyt ja tarjouspyynnöt, kilpailijoiden tuotteet ja tekniikan kehittyminen. (Mts. 19-20.)

Saadusta ideasta luodaan kehitysehdotus, jonka keskeisenä sisältönä on kehitettävän tuotteen kuvaus, tekniset ja taloudelliset vaatimukset, käytettävissä oleva kehityspanos sekä aikataulu. Kehitysehdotusta seuraa kehityspäätös, joka voidaan organisatiossa tehdä eri tasoilla ehdotuksen laajuudesta riippuen. (Mts. 21.)

3.3 Luonnostelu

Luonnosteluvaiheessa etsitään tuotteen toteuttamiseksi erilaisia vaihtoehtoja. Vaihtoehtoja pohditaan yleisellä tasolla menemättä yksityiskohtiin. Syntyvät ideat hahmotellaan paperille, mikäli on tarvetta. Tässä vaiheessa käytetään erilaisia ideointimenetelmiä luonnosten aikaansaamiseksi. Luonnostelun osana kuuluu vaiheittainen työnkulku, joka on esitetty kuviossa 3. (Jokinen 2001, 21.)



Kuvio 3. Luonnostelun työvaiheet (Perustuu: Jokinen 2001, 22)

Kehitystehtävän analysointi aloittaa luonnosteluvaiheen. Analysointi on tarpeen, koska luonnosteluun osallistuvat eivät välttämättä ole olleet mukana tekemässä kehityspäätöstä. Analysoinnin tehtävä on myös tuottaa tietoa luonnostelua varten, selvittämällä mikä on ongelman ydin, mitkä ovat tuotetta kohtaan olevat toiveet ja odotukset sekä mahdolliset rajoitukset ja suositukset mm. standardeista. Analysoinnin aikana on myös hyvä selvittää vastaavien tuotteiden mahdolliset heikot kohdat ja tekniikan ja yhteiskunnan kehityksen vaikutukset. (Mts. 23.)

Luonnostelussa tavoitteet ja vaatimukset rajaavat tuotetta eri näkökohdista. Tuotekehitykseen liittyy yleensä runsaasti eri tavoitteita ja ihmisillä on taipumusta painottaa itselle tärkeitä tavoitteita. Suunnittelijat painottavat helposti teknisiä ominaisuuksia ja myyntimiehet hintaa jne. Tästä syystä luonnosteluun olisi hyvä osallistua henkilöitä organisaation eri puolilta. Tavallisia tavoitteita ovat esimerkiksi suorituskyky, hinta, huollettavuus, turvallisuus ja ulkonäkö. (Mts. 29)

Tavoitteiden ja vaatimusten arviointia helpottaa kolmiluokkainen vaatimuslista. Siinä vaatimukset jaotellaan kiinteisiin- ja vähimmäisvaatimuksiin sekä toivomuksiin. Kiinteävaatimus on piirre, jonka ratkaisun on pakko täyttää tai se on hylättävä. Vähimmäisvaatimus eroaa kiinteästä vaatimuksesta siten, että siihen liittyy jokin lukuarvo, kuten hyötysuhteen alaraja tai melutason yläraja. Tämän lukuarvon ylittäminen tai alittaminen on toivottavaa. Toivomukset otetaan huomioon, mutta niitä ei pidetä kovin tärkeinä. (Mts. 30.)

Kun kehitettävän tuotteen vaatimukset ja tavoitteet on asetettu, tulee etsiä ratkaisuja. Tähän Jokinen (2001, 30-31) esittää tehtävän yleistämistä ja jakoa toiminnoiksi. Yleistämisessä otetaan etäisyyttä ongelmaan ja keskitytään olennaisimpiin vaatimuksiin, jotta tärkein kokonaistoiminto selviää. Näin toimimalla saadaan lisää vaihtoehtoja luonnosteluun. Jakamalla tehtävä toiminnoiksi helpotetaan uusien ratkaisujen löytymistä, siinä tehtävä ilmaistaan vain muutamalla sanalla kuten ”nostaa kuorma”. Kokonaistoiminnon ollessa monimutkainen, voidaan se jakaa osatoiminnoiksi.

Ratkaisun hakeminen vaatii ideointia, joko osatoiminnoille tai kokonaistoiminnolle. Idea ratkaisuksi voi syntyä missä vain, mutta yleisin tapa hakea ratkaisuja on erilaiset aivoriihet. Niissä pieni ryhmä hakee erilaisia kehitysehdotuksia ja ryhmäläiset pyrkivät jatkokehittämään ideoita. (Mts. 40.)

Syntyneitä ideoita arvostellaan ja karsitaan asetetuilla tavoitteilla ja vaatimuksilla. Huonot ideat karsiutuvat ja jäljelle jäävät kehityskelpoiset ideat. Osatoimintojen ratkaisuksista kootaan tässä vaiheessa kokonaistoiminto, josta syntyy ratkaisuluonnos. (Mts. 73-74.)

Ratkaisuluonnosten suunnittelussa otetaan huomioon matemaattiset lainalaisuudet ja saatetaan kehittää karkeita luonnoksia. Tuotteen tulevia valmistusmenetelmiä, raaka-aineita sekä alihankintamahdollisuuksia aletaan selvittää. (Mts. 75.) Ratkaisuluonnosten konkretisoiduttua riittävästi, voidaan niitä arvioida teknisesti ja taloudellisesti, joiden perusteella ne arvostellaan ja valitaan lupaavin (Mts. 89).

3.4 Kehittely

Luonnosteluvaiheen tuloksena syntyneestä ratkaisuluonnoksesta kehitetään konstruktiio oikeilla mittasuhteilla. Kehittelyvaiheen alussa on syytä kerrata vielä vaatimukset ja tavoitteet. Konstruktiota arvostellaan teknisin ja taloudellisin perustein. Jos on olemassa vanha tuote, sille suoritetaan vastaava arvostelu. Arvostelulla pyritään tuomaan esille heikkoudet konstruktiossa, joita seuraavassa vaiheessa pyritään poistamaan. Parannettuun konstruktiioon päästään ideoimalla heikkojen kohtien tilalle parempia. Tyydyttävään lopputulokseen pääsemiseksi saatetaan arvostelu ja uudelleen suunnittelu joutua tekemään useita kertoja. Myös ratkaisuluonnoksen vaihtaminen on mahdollista, jos kehitteillä olevasta ei saada hyvää. (Jokinen 2001, 90.)

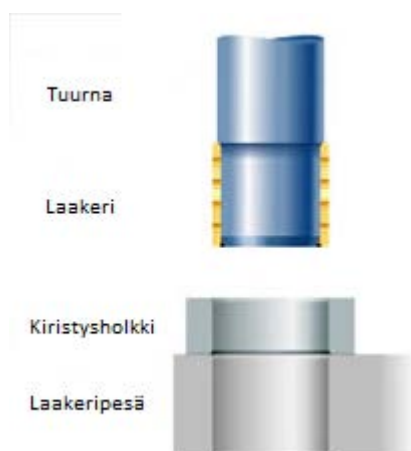
Konstruktion ollessa sille vaaditulla tasolla eli heikot kohdat on poistettu, voidaan aloittaa tarkempi ja yksityiskohtaisempi suunnittelu. Tässä vaiheessa haetaan pieniä viilauksia, jotka saattavat kuitenkin nostaa huomattavasti tuotteen arvoa. Kehittelyvaihe loppuu kehitetyn konstruktion vahvistukseen. (Mts. 91.)

3.5 Viimeistely

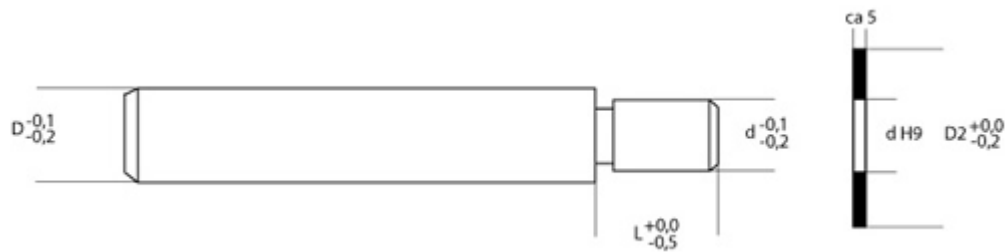
Viimeistelyvaiheen ensimmäinen tehtävä on yksityiskohtien selvittäminen. Tässä vaiheessa päätetään osien valmistamisesta, käytettävissä olevista raaka-aineista ja työkaluista, työn toleranssit ja käytettävissä olevat standardiosat. Viimeistelyvaihe painottuu muuten valmistusasiakirjojen laatimiseen. Näitä ovat työpiirustukset, kokoonpanopiirustukset ja osaluettelot. Tarvittaessa voidaan myös tehdä myös asennus-, kuljetus- ja käyttöohjeet. (Jokinen 2001, 96-97.)

4 Liukulaakerin asennus

Ohutseinäiset rullatut liukulaakerit asennetaan useimmiten puristus-sovitteella. Asennustuurnan sekä puristimen käyttö on suositeltavaa, yli 80 mm halkaisijan laakereiden asennuksen helpottamiseksi suositellaan kiristysholkin käyttöä. Kuviossa 4 selvennetään laakerin asennus. (Laakerin käsittely. n.d.) Asennustuurnan täytyy olla oikeanlaisilla välyksillä, joita on kuvattu kuviossa 5.



Kuvio 4. Laakerin asennus (Perustuu: Laakerin käsittely. n.d.)



Kuvio 5. Asennustuurnan välykset (Laakerin käsittely. n.d.)

5 Puristimen turvallisuus

Puristimen suunnittelussa on mahdollista vaikuttaa huomattavasti puristimen vaaroihin. Suunnittelun alkuvaiheessa tiedostettiin puristimeen liittyviä vaaratekijöitä, kuten puristumisvaara, ergonomia ja hydraulikasta aiheutuvat vaarat. Puristimelle tehty riskianalyysi on liitteessä 1.

Puristimen suunnittelun aluksi määritettiin turvallisuuden parantamiseksi ehtoja puristimen suunnitteluun. Työkorkeuden oli oltava säädettävä, noin 50 mm hyppäyksin. Sylinterin liikenopeuden maksimiarvoksi asetettiin aiemmin todettu 10 mm/s sekä ohjausventtiili pakkokäyttöiseksi. Kädelle on jätettävä vähintään 100 mm tilaa vaara-alueen ulkopuolelle, eli rungosta on tehtävä riittävän leveä.

Ohjausventtiilistä ei voitu tehdä kaksinkäsin toimivaa, koska toinen käsi tarvitaan tuurnan pitämiseen asennuksen aikana. Riski käden puristumiseen on hyvin pieni, hitaan liikkeen sekä puristuvien pintojen pienuudesta johtuen. Hätä-seis kytkin sijoitettiin ohjausventtiiliin läheisyyteen nopeuttamaan ja helpottamaan käyttöä.

Hydrauliikan tarjouspyyntöä tehdessä varmistuttiin toimittajan tietoisuudesta käyttökohteesta ja sen asettamista turvallisuusvaatimuksista, kuten pakkokäyttöisestä venttiilistä sekä suojasukista letkuille. Koneikolle suunniteltiin osana työtä valumallas keräämään koneikosta valuva öljy.

Muuta turvallisuudessa huomioitavaa on tehtaan asettama turvakenkien ja suojalasi-
sien käyttöpakko. Turvakengät suojaavat jalkaterää tippuvilta esineiltä ja suojalasi-
suojaavat silmiä mahdollisesta letkun irtoamisesta aiheutuvasta öljysuihkusta ja tuur-
nan rikkoutuessa sinkoavista sirpaleista.

6 Puristimen tuotekehityksen eteneminen

6.1 Aloitus ja aiheen raja

Tarve puristimen kehittämiseksi juontaa juurensa uuden traktorin prototyypin aiheut-
tamiin kokoonpanon muutoksiin. Liukulaakerin asennus suoritetaan aikaisemmasta
poiketen kokoonpanon alkuvaiheessa. Liukulaakerit asennetaan tavallisesti ahtamalla
eli puristamalla tai jäähdyttämällä. Opinnäytetyössä asennus suoritetaan purista-
malla, laakerin valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Prototyypin kokoonpanon aloitus asetti projektille aikataulun. Opinnäytetyön aloitus
oli syyskuun alussa ja kehitettävän puristimen oli oltava käyttövalmiina joulukuun
alussa. Aikataulussa pysyminen oli hyvin tärkeää, koska prototyypin valmistuksen
myöhästyminen ei ollut suotavaa puristimen puuttumisen takia.

Tavoitteeksi asetettiin puristimen mekaaninen suunnittelu ja laakerin asennukseen
tarvittavien työkalujen suunnittelu. Suunnittelu sisälsi myös komponenttien työpii-
rustuksien ja osakokoonpanopiirustuksien laatimisen. Puristimeen tulevan hydraulii-
kajärjestelmän suunnittelu ja komponentit päätettiin tilata alihankintana, aikatau-
lussa pysymisen varmistamiseksi. Tarjouspyyntöjen teko ja sopivan järjestelmän va-
linta olivat opinnäytetyön tekijän vastuulla. Kaikki laitteeseen liittyvät tilaukset hoi-
dettiin Valtran järjestelmästä.

Valmistuskustannukset olivat osa prototyypin työvälineiden budjettia, joka minulle
määriteltiin hyvin riittäväksi. Kustannuksia tärkeämpää oli tuotteen varma toiminta

tuotannossa ja käytettävyys yhdistettynä hyvään turvallisuuteen. Valtran laajat ali-hankintaverkostot ja runsas työstökonekanta antoivat hyvät valmiudet opinnäytetyön läpivientiin.

Opinnäytetyön suunnittelussa päätettiin käyttää Jyväskylän ammattikorkeakoululla olevaa Catia V5R21 ohjelmaa, koska työvälinsuunnittelussa käytetään myös Catiaa.

Oleennaista puristimen suunnittelussa oli vaadittava puristusvoima. Sen selvittämiseksi päätettiin tehdä koeasennus Valtralla. Tuotannosta tilattiin kappale, johon oli koneistettu laakeripesää vastaava reikä muotoineen ja toleranssin minimiin. Kuviossa 6 on kuvattu koeasennus, jossa käytössä olleen puristimen mitta-asteikolta luettiin vaadittu voima laakerin asentamiseksi laakeripesään. Vaadituksi voimaksi saatiin 25 000 newtonia.



Kuvio 6. Laakerin koeasennus pesään. Vasemmalla lähtötilanne ja oikealla laakeri paikallaan.

6.2 Teknisten seikkojen ja ratkaisumallien tutkinta

Ensimmäinen vaihe luonnostelussa oli analysointi. Laitteen sijoitukselle oli kaksi vaihtoehtoa: joko osaksi kokoonpanolinjaa, jossa liikkuu kiskotettu kokoonpanopöytä tai oman jalan varassa toimiva puristin. Puristimesta haluttiin helppokäyttöinen, joten suojalaitteiden käyttöä tuli minimoida.

Standardien turvallisuusmäärittelyihin tutustuttiin heti työn alussa, jossa sylinterin liikkeen maksiminopeudeksi asetettiin 10 mm/s, puristimeen oli jätettävä vähintään 100 mm turvaväli kädelle. Sylinterin iskunpituus haluttiin pitää pienenä johtuen hitaasta nopeudesta. Sylinteristä haluttiin kaksitoiminen ja sen ohjaus pakkokäyttöisellä mekaanisella vivulla. Valtran hydraulijärjestelmät toimivat tavallisesti 100 bar:in paineella, joka asetettiin tavoitepaineeksi järjestelmälle.

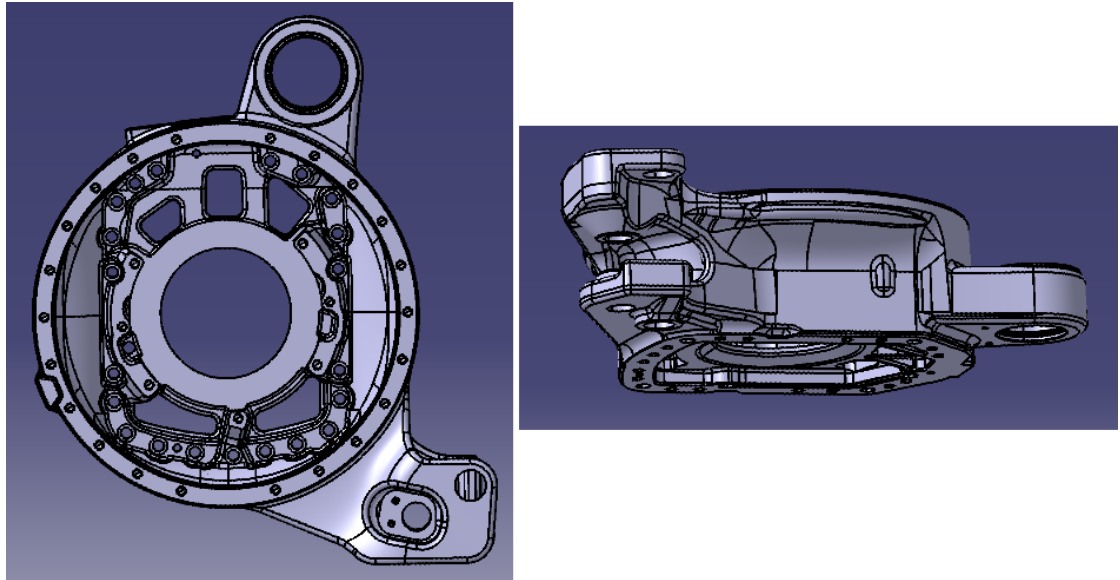
Kiinteäksi vaatimukseksi esitettiin puristimen sijoituksesta riippumatta puristimen pöydän liikkuvuus vertikaalisesti. Osaksi kokoonpanoa tulevan mallin täytyi olla kellova, koska kokoonpanopöytien korkeudessa oli eroja. Kellunnan vaatimukseksi asetettiin 200 mm. Jalallisen puristimen työskentelykorkeuden taas täytyi olla säädettävissä portaittain noin 50 mm välein henkilön pituuden mukaan.

Laakerin asennus puristamalla vaatii hyvän kohtisuoruuden puristettavaa pintaa vasten sekä tarkan paikoituksen. Valtran insinöörien kanssa päädyttiin käyttämään laakerin asennukseen irrallista tuurnaa, koska sylinteriin kiinnitettävä tuurna vaatii liian huolellisen paikoituksen.

Ratkaisujen etsiminen ja ideointi

Ratkaisuja lähdettiin etsimään valmiista puristinrungoista. Puristinrunkoja löytyi kahta eri runko tyyppiä, O-rungolla ja C-rungolla. Kokoonpanopöydän kulkureitille tulevan puristimen täytyisi olla C-runkoinen, koska kokoonpanopöydän täytyy päästä sivulta. Yksinkertaisemman rakenteen vuoksi todettiin O-rungon toimivan paremmin erillisenä rakenteena.

Ideoinnin kannalta oli olennaista tietää jarrukotelon muoto sekä laakeripesän paikka. Jarrukoteloita on oikean ja vasemman puoleisia, joissa laakeripesän puoli vaihtuu kääntäen. Jarrukotelo on kuvattu kuviossa 7.



Kuvio 7. Jarrukotelo vasemmalla ylhäältä ja laakeripesä näkyy ylhäällä. Oikealla jarrukotelo kuvattuna alaviistosta ja laakeripesä oikealla.

Jarrukotelon laakeripesän paikoitus asennukseen tuotaessa oli käytettävyyden kannalta yksi olennainen seikka. Paikoituksen olisi tapahduttava mielellään ilman kiinnittämistä käytön helpottamiseksi. Paikoitukseen saatiin kaksi toteuttamiskelpoista vaihtoehtoa. Koska laakeripesä on läpireikä, olisi paikoitus mahdollista puristimen pöytäkantaa työstettävällä kohoumalla. Toinen vaihtoehto paikoitukselle on vaste, joita vasten laakeripesä työnnetään. Erillään oleva puristin tarvitsee puristuksen ajaksi myös pöydän, johon jarrukotelo voidaan laskea.

Puristimen sijoitusta ja vaihtoehtoja rungoksi haettiin Valtralla aivoriihessä osana opinnäytetyön katselmusta, johon otti osaa opinnäytetyöntekijän lisäksi työväline-suunnittelija ja kaksi kehitysinsinööriä.

Osaksi kokoonpanolinjaa tuleva mallin toteuttamiskelpoisimmaksi ratkaisuksi ideointiin C-runkoinen puristin, joka liikkuisi lineaarijohteiden avulla vertikaalisti kaasujouksen avustamana.

Itsenäiselle puristimelle ei ollut tiedossa vielä paikkaa. Sitä käytiin katsomassa kokoonpanopaikalta. Sellainen löytyi pesusta tulevien jarrukoteloiden linjan päästä, josta ne seuraavaksi nostetaan nosturilla kokoonpanopöydälle. Tilan leveydeksi ja syvyydeksi mitattiin 1000 mm, mutta kulkemisen helpottamiseksi kokoonpanossa, molemmat mitat haluttiin pitää mahdollisimman pienenä. Tilan uskottiin kuitenkin olevan riittävä, koska puristimelta vaadittu voima ei ollut kovin suuri.

Osana aivoriihtä syntyi myös idea puristimen kehikosta, jonka voisi kiinnittää kokoonpanossa käytettävään nosturiin.

Ratkaisun valinta

Ratkaisuluonnokseksi valittiin linjan päähän sijoitettava jalallinen puristin. Ratkaisuun päädyttiin, koska puristimen rakenteesta tulee yksinkertaisempi, joten suunnittelu pysyy varmemmin aikataulussa. Löytynyt paikka puristimelle oli myös erittäin hyvä, koska jarrukotelot kulkevat sen ohitse kokoonpanolinjan alkuun joka tapauksessa.

Rakenteen toimivuus kokoonpanossa on varmempi ja kaasujouksen ja lineaarijohteiden toiminta katsottiin erittäin vikaherkiksi. Osana kokoonpanolinjaa toimiva puristin olisi asennettu hyllyn eteen, joten käytössä oleva hyllytila ergonomiselta korkeudelta olisi vähentynyt. Lisäksi todettiin puristimen käytön vaikeus vasenkätisille henkilöille kokoonpanopöydästä johtuen. Idea nosturiin kiinnitettävästä puristimesta päätettiin hylätä, koska nosturin käyttöä ei haluttu varata puristimelle.

Puristimen ideointi

Tässä vaiheessa ideointivaihe alkoi alusta, kun puristimen sijainti tiedettiin. Puristimen rungon tyypiksi varmistui O-runko yksinkertaisemman rakenteen vuoksi. Annettuun tilaan rungon malli myös sopi C-runkoa paremmin. Puristimen kehittelyn alkuvaiheessa tutustuttiin markkinoilta löytyvien valmiiden puristimien tai niiden runkojen käyttömahdollisuuteen. Puristinrunkojen katsottiin kuitenkin olevan liian leveitä. Niiden sopivuus sellaisenaan käytettäväksi oli myös erittäin huono ja vaadittu työstö runkorakenteisiin huonontaa puristimen kestävyyttä.

Koska sylinterin iskunpituus haluttiin pitää pienenä, täytyi puristimen rungon rakenteesta tehdä yhtenäinen O-runko, jossa sylinterin ja puristettavan pinnan välimatka pysyy samana. Työskentelykorkeuden säätämiseksi täytyi ideoida korkeussäädettävä jalkarakenne tälle O-rungolle.

Korkeuden säätämiseksi piirrettiin erilaisia ideoita, joiden toimivuutta ei liikaa arvioitu. Annetut vaatimukset tilankäytölle rajasi kuitenkin pois erilaiset mekanismit, kuten vastapainoon pohjautuvat ratkaisut. Jäljelle jäi kaksi pystysuoraan toteutettavaa mallia, joiden korkeudensäädön apuna käytettäisiin nosturia.

Korkeudensäädön mekanismin valinta

Toteutuskelpoisista vaihtoehdoista huonommaksi todettiin kaksijalkainen malli. Siinä O-runko liikkuisi kahden lattiaan kiinnitetyn jalan välissä. Korkeutta vaihdettaisiin tappilla, joka lukitsee O-rungon paikalleen. Tämä vaihtoehto todettiin turhan monimutkaiseksi ja korkeudensäädön käyttö työlääksi.

Ratkaisuksi valittiin kahdesta sisäkkäisestä putkesta rakentuva korkeuden säätö. Molempien putkien läpityönnettävä tappi asettaa korkeuden. Rakenteen tilantarve oli kaksijalkaista pienempi. Lisähuomiona rakenne oli huomattavasti miellyttävämmän näköinen verrattuna kaksijalkaiseen malliin.

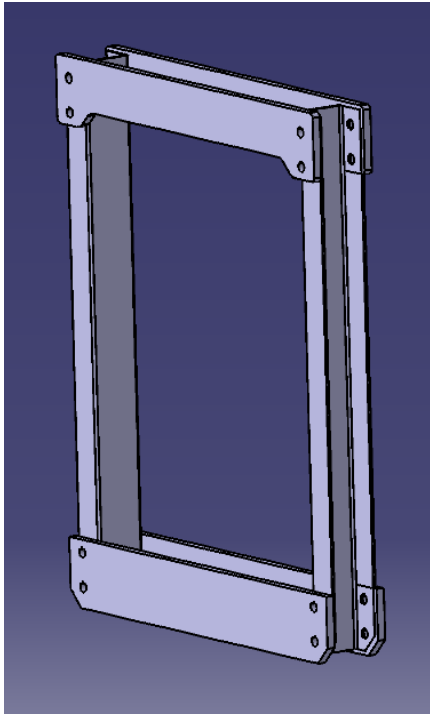
6.3 Kehittely

Luonnosteluvaiheessa puristimen rakenteesta oli muodostunut idea, joka kehittämissä vaiheissa mallinnettiin konstruktioksi oikeilla mittasuhteilla. Kehittämissä vaiheissa puristin suunniteltiin osissa ja niiden rakennetta kehitettiin hyviä ja huonoja puolia arvioimalla. Mallinnuksessa arvioitiin lopputuloksen valmistettavuutta, kokoonpantavuutta ja totta kai myös sen toimivuutta valmiina puristimena.

Kehittämissä vaiheen alussa tilattiin hydraulikka pitkän toimitusajan vuoksi. Hydraulikan toimittaja valittiin järjestelmän sopivuuden ja turvallisuuden perusteella. Lisäksi toimittajalta löytyi erittäin monipuolinen valikoima sylintereitä ja ohjausventtiileitä. Valittu alihankkija oli myös aikaisemmin tehnyt Valtran kanssa yhteistyötä ja palvelu tiedettiin hyväksi.

Puristimen konstruktion mallinnus aloitettiin O-rungon suunnittelulla, johon kiinnitettäisiin sylinteri, pöytä ja ohjausventtiilin kiinnitys. Rungon rakenteeksi oli luonnosteluvaiheessa hahmottunut yksinkertainen malli, jossa pystypalkkien ylä- ja alareunaan kiinnitetään palkit molemmin puolin (ks. kuvio 8).

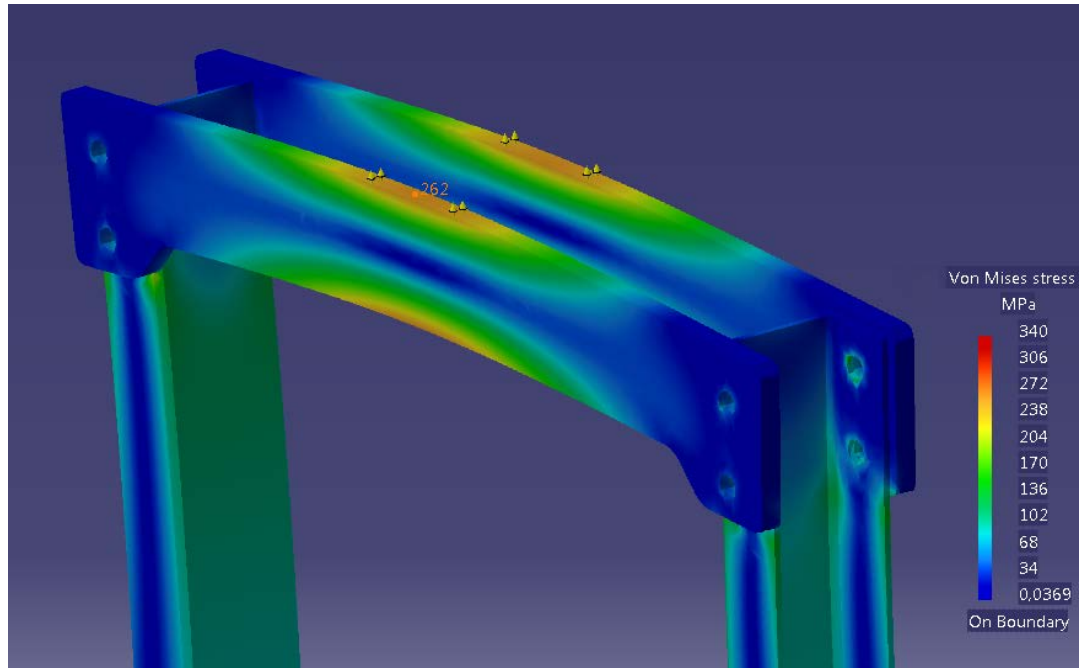
Rakenteesta haluttiin mahdollisimman jäykkä, joten liitokset hitsattaisiin ympäri, hitsattavuuden parantamiseksi jätettiin 5 mm saumavara. Kokoonpanon helpottamiseksi ja suorakulmaisuuuden varmistamiseksi päädyttiin käyttämään tappiliitosta. Tappien rei'ille asetettiin tarkat paikka- ja mittatoleranssit.



Kuvio 8. O-runko

Sylinterin puristusvoima kohdistuu rakenteessa vain O-runkoon, ja suurin rasitus tulee taivutuksesta rungon yläpalkkeihin. Rungon materiaaliksi valittiin S355 rakenneräs. Palkkien mitoituksessa käytettiin apuna Catian FEM-analyysiä, mutta rasitukset kestävä rakenne olisi ollut huono hitsattava ja kokoonpantava. Yläpalkkien korkeutta nostettiin, jotta tappiliitosten reikien välimatkaa saatiin suurennettua ja hitsauksen muodonmuutosten minimoimiseksi lisättiin paksuutta. Myöhemmin esiteltävä rungon jalan kiinnitys vaati alapalkkien korkeuden kasvattamista.

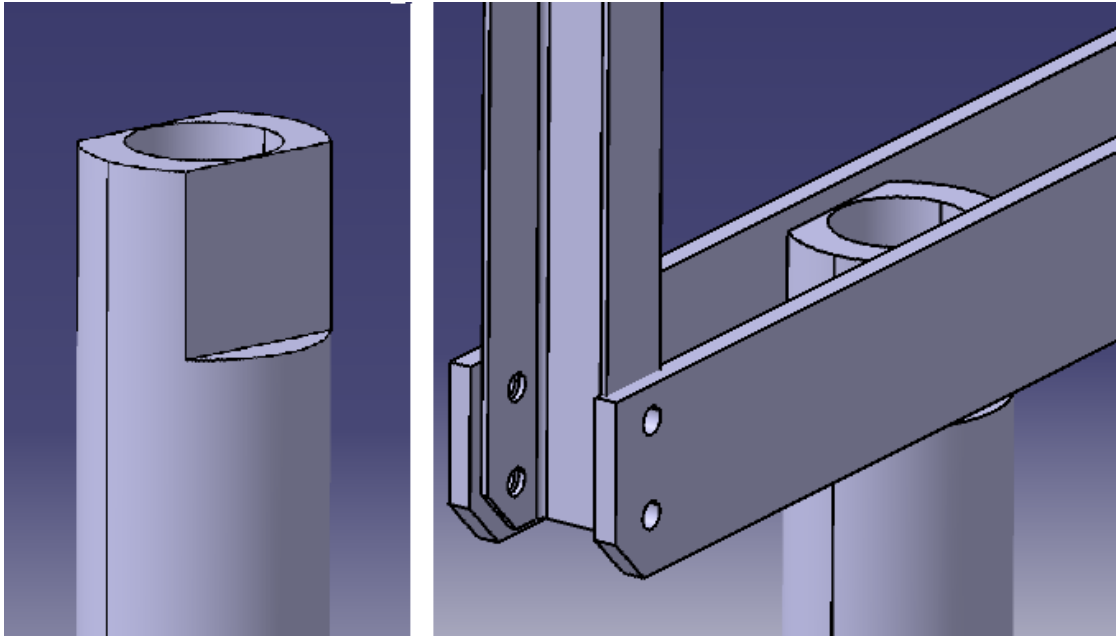
Kestävyuden varmistamiseksi runko analysoitiin Catian FEM-työkalulla. Kuviossa 9 on ote rungon lujuusanalyysistä, tarkempi lujuusanalyysiraportti löytyy liitteestä 14. Koepuristuksesta saadulle sylinterin voimalle valittiin varmuuskertoimeksi 1,5 ja FEM:ssä rasituksena käytetty voima oli 37 500 N, joka asetettiin yläpalkkien pintaan sylinterin kiinnityksen mitalle.



Kuvio 9. Rungon yläpalkkien tarkastelua Catia V5R21 ohjelmistolla

Yläpalkkien keskelle, ylä- ja alapintaan muodostuu noin 262 MPa:n jännitys. Huomioitavaa on, että palkkien päälle hitsattava sylinterin kiinnityslevy kasvattaa rakenteen lujuutta huomattavasti, kasvattamalla taivutusvastusta. Jännitys pysyy koko rakenteessa materiaalin myötörajan alla, joka on S355 teräkselle 280Mpa. Kuvassa näkyvät korkeammat jännitykset muodostuivat rakenteen alaosaan. Jännitykset muodostuvat FEM-analyysin laskentatavasta, joka aiheuttaa elementtiverkon kulmiin todellisuutta korkeammat jännitykset.

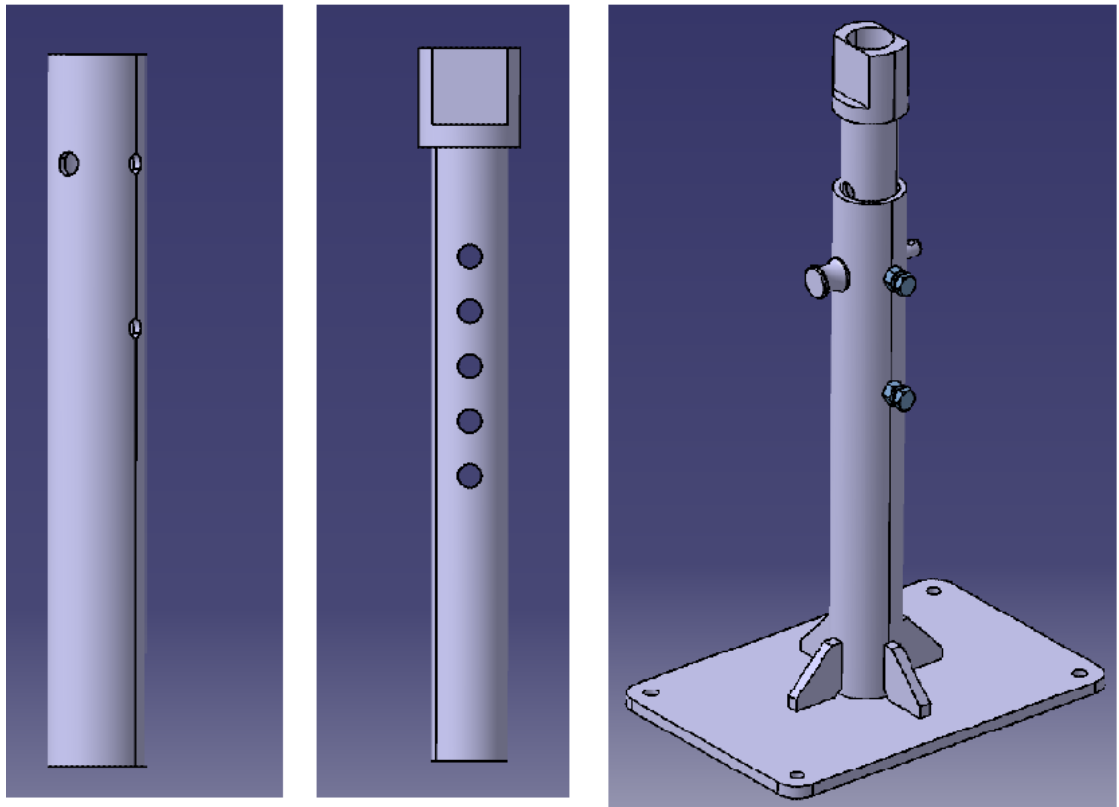
Seuraavana oli vuorossa rungon kiinnitys valittuun jalkaan. Kiinnityksen suunnittelussa tiedostettiin yhden kiinnityspisteen haasteet. Kiinnityksen täytyy olla hyvin tuettu, koska liitos ottaa vastaan pöytään kohdistuvat voimat esimerkiksi O-rungon ja jarrukotelon painon laakerin asennuksen aikana. Päädettiin hitsattavaan satulakiinnitykseen (ks. kuvio 10), jossa jalan sisäputkeen työstetään sovite, joka mahtuu alapalkkien väliin. Ratkaisun etuna on sen yksinkertaisuus ja vähäiset kuormitukset, päälle tulevan rakenteen painopiste on lähes linjassa kiinnityksen yläpuolella.



Kuvio 10. Vasemmalla sisäputkeen työstettävä sovitin ja oikealla liitos

Korkeussäädettävän jalan suunnittelussa huomioitavaa oli sisäkkäisten putkien liikkuvuus. Ulkoputken valmistukseen päätettiin käyttää kuumavalsattua teräsputkea, jonka suoruus ja sisäpinnan pinnanlaadun arvot mahdollistivat sisäputken liikkumisen. Sisäputken ulkoputkeen menevään osaan asetettiin suoruustoleranssi. Ulkoputken ja sisäputken suoruuden perusteella asetettiin putkien välykseksi 3 mm, jonka katsottiin olevan sopiva.

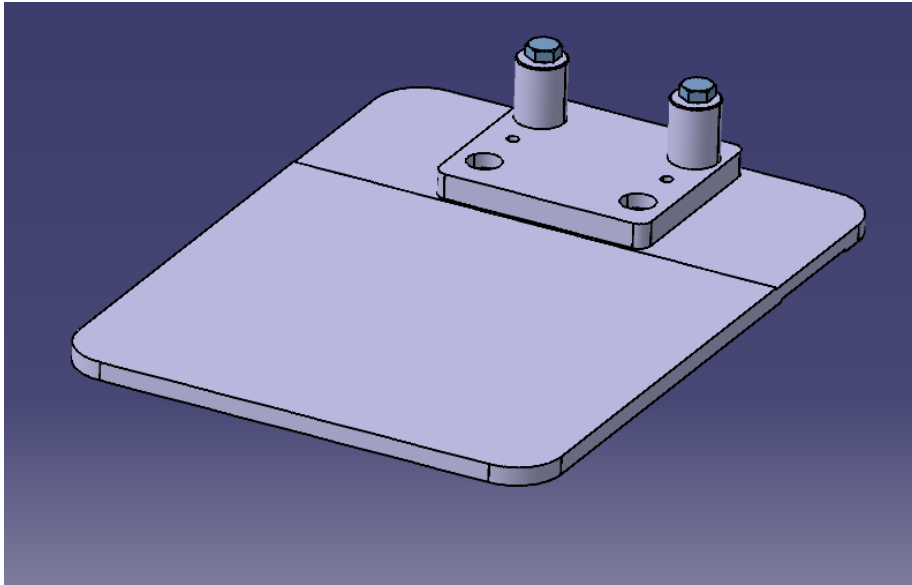
Sisä- ja ulkoputken välyksestä aiheutuva heiluminen ja kolina estettiin ruuvikiristyksellä. Puristimesta tehtiin lattiaan pultattava liittämällä ulkoputki levyyn. Kuviossa 11 on ulko- ja sisäputki erikseen sekä kokoonpanon esitys. Korkeudensäätöä varten sisäputkeen porattiin 5 reikää 50 mm välein, joten pöydän pinnan korkeuden vaihteluväliksi tulee 780 mm – 980 mm. Tuurnaa ja ohjausventtiiliä käytetään noin 200 mm pöytäpinnan yläpuolella, joten työskentelykorkeus on noin 980 - 1180 mm.



Kuvio 11. Jalan ulkoputki vasemmalla, sisäputki keskellä ja kokoonpano oikealla

Jarrukotelon alapinta on eritasossa, kuin laakeripesän alapinta (ks. kuvio 7). Tästä johtuen pöytälevy tarvitsee kannan. Kannasta haluttiin vaihdettava osa, joten siitä tehtiin ruuvikiinnitteinen. Paikoituksen tarkkuutta lisättiin tappisovitteella.

Pöydän kehittämissä valittiin luonnosteluvaiheessa ideoitu paikoitus. Paikoituksen sylinterin ja laakeripesän keskiakseleiden samankeskeyden täytyy olla riittävän tarkka, laakerin asennusvirheiden välttämiseksi. Työntekijälle selkeimmäksi tavaksi arvioitiin paikoittaminen vasteisiin. Vasteiden välimatka ja sijoitus pöydällä laskettiin käsin. Vasteet kiinnitetään ruuveilla ja asennusvaiheessa paikoituksen hienosäädön mahdollistamiseksi vasteiden kiinnitysreikä on 2 mm epäkeskiössä. Kuviossa 10 on pöydän kokoonpano.



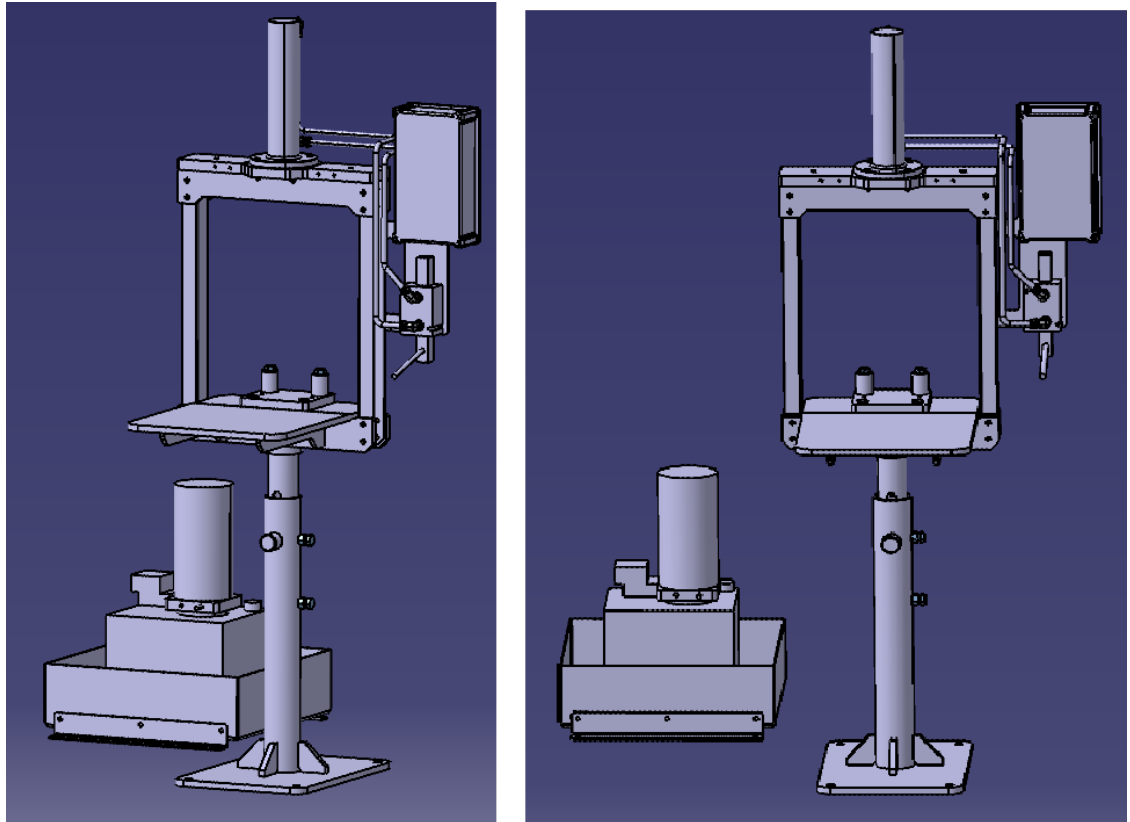
Kuvio 12. Pöydän kokoonpano

Hydraulisylinterin asennukseen vaihtoehtoina oli O-rungon yläpalkkien ylä- tai alapinta. Sylinterin huollettavuuden parantamiseksi todettiin yläpinta paremmaksi vaihtoehdoksi. Sylinteri kiinnitetään levyn kierrereikiin, läpäreikien käyttö ei ollut mahdollista. Levyn paksuuden määritti kierteen vaatima mitta. Sylinterin kiinnityslevyyn porattiin myös kierrereiät korkeudensäädön nostolenkeille.

Ohjausventtiiliä varten rakenteeseen hitsattiin venttiilille ja hätä-seis kytkimelle kiinnityslevy, joten sen korkeus muuttuu samalla, kun pöydän korkeutta säädetään. Hätä-seis kytkin asennettiin ohjausventtiilin päälle, sen välittömään läheisyyteen käytön nopeuttamiseksi. Ohjausventtiili sijoitettiin oikeakätisiä silmälläpitäen puristimen oikealle puolelle, varmistuen myös vasenkätisten mahdollisuudesta käyttää puristinta. Venttiili asennettiin samalle korkeudelle laakerin asennuskorkeuden kanssa ergonomian parantamiseksi. Ohjausventtiililtä hydraulikkaöljy viedään sylinterille putkilla, koneikon ja venttiilin välillä käytetään letkuja korkeussäädöstä johtuen.

Hydrauliikkakoneikkoa varten suunniteltiin myös ohutlevystä valuma-allas, joka kerää koneikosta vuotavat öljyt. Koneikon tärinästä aiheutuvan äänen pienentämiseksi valuma-allas kiinnitetään lattiaan ja koneikko valuma-altaan pohjaan.

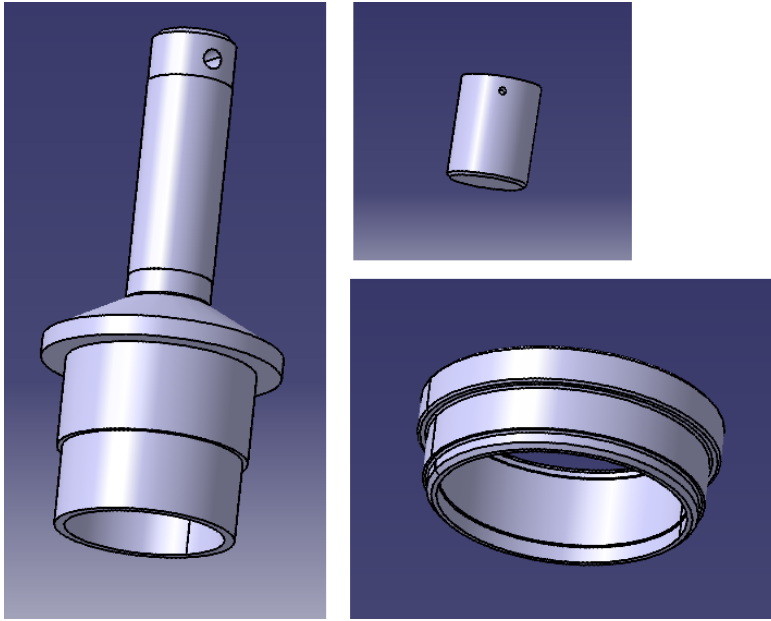
Kehittelyvaiheen loppuksi oli valmiina konstruktio malli (ks. kuvio 13), johon on kasatuna kaikki komponentit. Hydraulikkakoneikko, sylinteri, ohjausventtiili ja sähkökaappi on mallinnettu saatujen ulkomittojen mukaisiksi.



Kuvio 13. Konstruktio malli

Työkalujen suunnittelu

Osana opinnäytetyötä oli suunnitella laakerin asennuksen työkalut. Suunniteltavia työkaluja olivat asennustuurna, kiristysholkki ja männänvarren suojasatula, jotka ovat kuviossa 14. Valtran työvälinesuunnittelija ohjeisti valmistusmateriaalin ja tarvittavat lämpökäsittelyt.



Kuvio 14. Asennustuurna oikealla, suojasatula oikealla ylhäällä ja kiristysholkki oikealla alhaalla

Työkalujen puristukselle altistuviin pintoihin tehtiin osakarkaisu. Karkaisulla haluttiin varmistaa osien muodon pysyvyys. Osakarkaisuja tehtiin tuurnan alapintaan, koska laakeria puristava pinta tyssäntyessään jumittaisi holkin. Tuurnan yläpinnan ja satulan alapinnat karkaistiin pintojen kohtisuoruuden pysymisen varmistamiseksi.

Tuurnan rakenteesta tehtiin ontto, koska tuurnasta haluttiin mahdollisimman kevyt. Tarttumisen helpottamiseksi tuurnan kädensijaan ja holkin yläosaan tehtiin pyällys, sitä ei malleihin tehty, vaan merkittiin työpiirustukseen (liite 6). Holkin jumiutumisen estämiseksi tehtiin sisäpintaan helpotukset ja laakerin liikkumisen parantamiseksi tehtiin viisteet sisäpintoihin.

Työkalut vaativat viimeisteltyä suunnittelua ja valmistusta toimivuuden varmistamiseksi. Tuurnan välys holkkiin ja asennettavaan laakeriin asetettiin laakerinasennus ohjeen mukaisesti (ks. kuvio 4). Kuviossa 4 esitetään tuurnan ja holkin käyttö laakerin asennuksessa. Oikeat välykset varmistavat laakerin säilymisen ehjänä asennuksen aikana. Pintojen välykset ja mittatoleranssit ovat taulukossa 2. Lisäksi tuurnan laakeri- ja holkkipintojen samankeskeytyys asetettiin toleranssilla.

Taulukko 2. Työkalujen pintojen välykset ja mittatoleranssit

	Välys (mm)	Mittatoleranssi
Tuurnan ulkopinta / Laakerin sisäpinta	-0,1	h7
Tuurnan ulkopinta / Holkin sisäpinta	0,2	h7/H6
Holkin sisäpinta / Laakerin ulkopinta	0,3	H6

6.4 Viimeistely

Kehittelyvaiheen jälkeen todettiin suuri levytavaran määrä. Levymäiset komponentit päätettiin hankkia laserleikkeinä. Levytavaran paksuus päätettiin myös yhdenmukaistaa, helpottamaan tilaamista sekä parantamaan lopputuotteen ulkonäköä.

Viimeistellystä konstruktiomallista tehtiin työpiirustukset kaikista komponenteista. Piirustuksien tekovaiheessa huomattiin eroavaisuuksia opinnäytetyöntekijän sekä Valtran työpiirustusten laadintatavoissa. Valtran voimansiirtoyksikön toiminnassa on totuttu käyttämään nykyisestä työpiirustusstandardista poikkeavia merkintöjä sekä omia piirustus pohjia. Tästä johtuen työpiirustukset (ks. liitteet 2-13) eivät noudata ajanmukaisia merkintätapoja, vaan käytetään työntilaaajan mukaisia merkintöjä.

Leikkeistä valmistettavista komponenteista tehtiin DXF-tiedostot alihankkijalle, tiedostomuoto kääntää leikkeiden ääri viivat ja mitat työkuviista laserleikkauskoneelle.

Komponenttien työpiirustuksia apuna käyttäen materiaaleista tehtiin tarjouskyselyt, joiden pohjalta tehtiin tilaukset. Materiaalien ollessa tilauksessa ja työstössä, tehtiin kokoonpanoa varten kokoonpanopiirustukset (ks. liitteet 9-13).

6.5 Lopputulokset

Suunnitteluprosessin lopputuloksena saatiin työ- ja kokoonpanopiirrustukset (ks. liitteet 2-13) puristimesta sekä työkaluista, jotka jäivät Valtran arkistoihin. Opinnäytetyön lopputuloksena on käytössä oleva puristin (ks. kuvio 15) ja työkalut laakerin asennukseen ja valuma-allas (ks. kuvio 16). Puristin on ollut osana prototyyppimallin kokoonpanoa ja tulevaisuudessa sen käyttö jatkuu tuotantoon siirrettävän mallin kokoonpanossa.



Kuvio 15. Puristin paikalleen asennettuna



Kuvio 16. Oikealla asennustuurna, vasemmalla ylhäällä kiristysholkki ja vasemmalla alhaalla hydraulikkakoneikko ja valuma-allas

7 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella hydraulinen puristin laakerien asennukseen osaksi kokoonpanoa ja laakerin asennukseen tarvittavat työkalut. Komponenteista tuli tehdä myös työ- sekä osakokoonpanopiirustukset. Koneita suunniteltaessa on myös aina muistettava huolehtia koneen turvallisuudesta. Puristimessa käytettävän hydraulikkajärjestelmän tarjouspyyntöjen lähettäminen ja vertailu oli osa opinnäytetyötä.

Työn tuloksena saatiin laakerin asennukseen toimiva puristin. Puristin saatiin käyttövalmiiksi ajallaan ja se täyttää asiakkaan asettamat vaatimukset. Puristimella on suoritettu viisi prototyypimallin kokoonpanoa ja sen käyttöä jatketaan, kun malli siirtyy tuotantoasteelle.

Suunnittelutyötä ja saatua puristinta voidaan pitää onnistuneena. Suunnitteluprosessi mukaili tuotekehitysprosessin teoriaa, vaiheittainen suunnittelu helpotti opin- näytetyön viemistä aikataulussa. Puristimen suunnittelussa on huomioitu turvalli- suusnäkökohdat ja suunnittelulla on haettu parempaa turvallisuutta olennaisimpiin riskitekijöihin sekä parantamaan käytettävyyttä. Tekniset ratkaisut pyrin pitämään yksinkertaisina, esimerkkeinä jalan ja rungon kiinnitys sekä laakeripesän paikoitus. Puristimen ja työkalujen valmistus onnistui työ- ja osakokoonpanopiirustusten poh- jalta varsin hyvin, joka oli hieman yllättävääkin, ottaen huomioon allekirjoittaneen vähäisen kokemuksen.

Puristimen ergonomisuuden lisäämiseksi, pyrin suunnittelemaan korkeussäädöstä mahdollisimman vaivattomasti toimivan. Tehtaalla kokemus on osoittanut työnteki- jöiden haluttomuutta käyttää kyseistä ominaisuutta, joten jää nähtäväksi korkeussää- dön hyödyntäminen.

Puristimen pieni vaadittu puristusvoima asetti suunnittelun aikana tilanteita, joissa mitoituksessa täytyi huomioida enemmänkin laitteen kokoonpantavuus ja ulkonäkö, kuin lujuuslaskennalliset seikat. Varhaisessa mallissa valitsin rungon sivupalkeiksi ohuen ja melko pienen U-profiilin. Liian ohut 3 mm profiili oli kuitenkin aiheuttanut hitsauksessa ongelmia. Lisäksi hitsattavuutta ja kokoonpantavuutta olisi voinut pa- rantaa vaihtamalla U-profiilin umpinaiseen, kuten suorakaiteenmuotoiseen rakenne- putkeen.

Toinen asia, joka olisi vaatinut tarkempaa suunnittelua on vääränlaisesta kokoonpa- nopiirustuksesta johtunut koneistuksen työjärjestys kokoonpanossa. Tämän kannalta olennaista on pöytäpinnan koneistus yhdessä sylinterin kiinnityspinnan kanssa, mutta kokoonpanopiirustuksissa näin ei kuitenkaan tehdä. Sylinterin sekä pöytäpin- nan kohtisuoruuden tärkeys oli tiedostettuna koko suunnittelun ajan. Puristin saatiin kuitenkin kohtisuoraan pöytään asennuksen jälkeisillä säädöillä.

Lisäksi huomion arvoista on, että hieman pidemmällä aikataululla puristimen muotoi- lussa olisi voinut käyttää luovuutta, koska kaikki levykomponentit ostettiin leikkeinä. Puristimen ulkonäöstä olisi voinut tehdä vielä hiotumman, varsinkin O-rungon osalta.

Jatkokäyttöä puristimelle ei projektin alussa suunniteltu lainkaan, joten sitä ei suunnittelun ohessa huomioitu. Tilan rajallisuuden vuoksi mitat pyrittiin pitämään mahdollisimman pienenä. Rungon hyvän lujuuskestävyyden vuoksi puristusvoimaa voidaan kuitenkin kasvattaa ja vaihdettavan kannan ansiosta myöhemmät sovellukset puristimelle ovat mahdollisia. Jatkokäyttö puristimelle on kuitenkin hyvin epätodennäköistä. Puristin todennäköisesti poistetaan käytöstä, kun tuotantoon tuleva traktorimalli tulevaisuudessa korvataan uudella.

Johtuen Valtran työvälinesuunnittelijan sekä Jyväskylän ammattikorkeakoulun käyttämien Catia versioiden eroista, ei Valtra saanut käyttöönsä tehtyjä 3D-malleja. Esimerkiksi kannan mallia muokkaamalla uuden teko olisi ollut helpompaa. Työvälinesuunnittelija ei myöskään voinut antaa vinkkejä tai kommentteja malleista ja niiden mallinnuksesta.

Opinnäytetyö oli kohtalaisen haastava ja antoi paljon kokemusta koneensuunnittelusta, siihen liittyvistä ongelmien ratkaisusta ja tuotekehityksestä. Yksityiskohtien suunnittelu ja niiden onnistuminen oli palkitsevaa. Lisäksi se sisälsi paljon tutustumista turvallisuusstandardeihin ja niiden soveltamisesta käytäntöön. Opinnäytetyö vahvisti ammatillista osaamistani koneensuunnittelusta.

Lähteet

2013 Annual report. 2014. Agcon vuosikatsaukset. Viitattu 06.05.2014.
<http://www.agcocorp.com/default.aspx>, company, investors, annual reports.

About Agco. 2014. Agcon yritysesittely. Viitattu 06.05.2014.
<http://www.agcocorp.com/default.aspx>, company, about agco.

Jokinen, T. 2001. Tuotekehitys. 6. p. Helsinki: Hakapaino Oy.

Jubileum 1951 – 2011. N.d Artikkeli Valtran historiasta. Viitattu 07.05.2014.
<http://history.valtra.com>, jubileum 1951-2011.

Liukulaakerin käsittely. N.d. Ohjeita liukulaakerin käsittelyyn. Viitattu 11.05.2014.
<http://www.detrading.fi/fi>, teoria, käsittely.

Pentti, S. 2011. Valtra 60 vuotta – Valtran uudistetulta kokoonpanolinjalta uusia traktorimalleja. Viitattu 23.5.2014.
<http://www.urakointiuutiset.fi/uutiset/valtra-60-vuotta-valtran-uudistetulta-kokoonpanolinjalta-uusia-traktorimalleja/>

SFS-EN 12100. 2010. Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 14.03.2014. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, SFS Online.

SFS-EN 349 + A2. 2008. Koneturvallisuus. Vähimmäisetäisyydet kehonosien puristuksen välttämiseksi. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 15.03.2014. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, SFS Online.

SFS-EN 693 + A2. 2010. Metallintyöstökoneet. Turvallisuus. Hydrauliset puristimet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 20.03.2014. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, SFS Online.

Siirilä, T. 2008. Koneturvallisuus 1-osa: EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus. 2. p., uud. p. Keuruu: Otava.

Siirilä, T. 2008. Koneturvallisuus 2-osa: EU:n direktiivien ja standardien soveltaminen käytännössä. 2. p., uud. p. Keuruu: Otava.

Siirilä, T. & Kerttula, T. 2007. Koneturvallisuuden perusteet. 1. p. Keuruu: Otava.

Tietoa Valtrasta. N.d. Artikkeli Valtra Oy:n sivuilla. Viitattu 06.05.2014.
<http://www.valtra.fi/>, tietoa valtrasta, yritys.

Liitteet

Liite 1. Riskianalyysi

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 2. Työpiirustus jalkaputket

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 3. Työpiirustus koneistettavat osat

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 4. Työpiirustus leikkeet

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 5. Työpiirustus ohutlevy leikkeet

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 6. Työpiirustus sorvattavat osat

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 7. Työpiirustus hydrauliputket

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 8. Työpiirustus pöytälevyt

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 9. Työpiirustus osakokoonpano 1

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 10. Työpiirustus osakokoonpano 2

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 11. Työpiirustus osakokoonpano 3

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 12. Työpiirustus osakokoonpano 4

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 13. Työpiirustus kokoonpano

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 14. Lujuslaskentaraportti

Poistettu julkisesta raportista.

Liite 15. Hydraulikkakaavio

Poistettu julkisesta raportista.