



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jani Jussila

POLTTOPUUSIRKKELIN SUUNNITTELU

Tekniikka ja liikenne
2012

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jani Jussila
Opinnäytetyön nimi	Polttopuusirkkelin suunnittelu
Vuosi	2012
Kieli	suomi
Sivumäärä	29 + 5 liitettä
Ohjaaja	Timo Gröndahl

Opinnäytetyössä ideoitiin ja suunniteltiin traktorin kolmipistekiinnitykseen sopiva polttopuusirkkeli, joka saa käyttövoiman traktorin voiman ulosottoakselista. Pääpaino mekanismien suunnittelussa on yksinkertainen valmistettavuus, turvallisuus, koneen helppo liikuteltavuus ahtaissakin olosuhteissa sekä helppokäyttöisyys. Sirkkeliä suunniteltaessa täytyy selvittää, mitä standardeja, ergonomiamittoja ja turvallisuusvaatimuksia jokaisessa suunniteltavassa osassa tulee huomioida.

Polttopuusirkkelin toimintamittana on akselin pituus ja pyöröterän halkaisija, jotka määrittelevät loput valmistuksen päämitat. Polttopuusirkkelille ei määritelty mitään valmistustarkkuudesta johtuvia toleransseja. Tämä helpottaa suuresti valmistusta ja pitää valmistuskustannukset alhaisina. Kappaleet valmistetaan leikkaamalla, sahaamalla ja poraamalla. Leikkausmenetelmänä voidaan käyttää levytyöstökeskusta sekä plasma-, laser- tai vesileikkausta. Osien valmistuksen jälkeen osat kootaan hitsaamalla sekä pulttiliitoksilla.

Sirkkelillä voidaan tehdä, paitsi lyhyitä klapeja suoraan lämmityskäyttöön, myös pidempiä noin metrin pituisia halkoja helposti muunneltavan halkaisupöydän avulla. Varsinainen suunnittelu toteutettiin Vaasan ammattikorkeakoulun Siemens Unigraphics NX6-ohjelmistolla. Tällä ohjelmistolla luotiin 3D -mallit sirkkelin osista ja kokoonpanoista sekä kuvat, joiden avulla sirkkeli voidaan valmistaa.

ABSTRACT

Author	Jani Jussila
Title	The design of wood chopping machine
Year	2012
Language	Finnish
Pages	29 + 5 Appendices
Name of Supervisor	Timo Gröndahl

In this thesis a wood chopping machine suitable for the three-point attachment of a tractor was designed. The chopping machine takes the operating power out of the tractor power output shaft. The wood chopping machine can make short firewood good for heating, and also longer, about meter long logs. This is enabled by an easily adaptable splitting table.

The main focus in the design of mechanisms was simple manufacturability, safety, easy manoeuvrability of the machine in cramped conditions and easiness of use. When designing the wood chopping machine, it was important to find out which standards, ergonomic dimensions and safety demands have to be taken into account.

The shaft length and diameter of the circular blades in the chopping machine were the main dimensions and they also defined the rest of the manufacturing dimensions. The manufacturing tolerance was defined only for the shaft mount, but this will greatly facilitate the production and helps to keep manufacturing costs low. The parts were manufactured by cutting, sawing and drilling. As a cutting method sheet metal cutter, plasma-, laser- or water cutting can be used. After the manufacture, the components were assembled by welding and bolting the joints.

The actual design was made using Siemens Unigraphics NX6 software with which the 3D models of the parts and assemblies, as well as images, were created. The chopping machine can be manufactured with the help of these models. The result of the thesis is a design for a wood chopping machine, ready for manufacture.

Keywords Design, wood chopping machine, standard, manufacturing

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	6
2	TRAKTORIKÄYTTÖISET POLTTOPUUKONEET.....	7
	2.1 Sahaava malli.....	8
	2.2 Giljotiinimalli.....	10
3	POLTTOPUUSIRKKELIN SUUNNITTELUA OHJAAVAT VAATIMUKSET.....	13
	3.1 Konedirektiivi.....	13
	3.2 Koneturvallisuuden standardit.....	13
	3.3 CE -merkki.....	14
	3.4 Ergonomia.....	16
	3.5 Polttopuusirkkelin vaatimuslista.....	16
4	POLTTOPUUSIRKKELIN SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT.....	17
	4.1 Standardiosat ja laskelmat.....	17
	4.2 Päämitat ja materiaalit.....	19
5	POLTTOPUUSIRKKELIN SUUNNITTELU.....	21
	5.1 Suunnittelussa käytetyt standardit.....	21
	5.2 Mitoitus ja toleranssit.....	22
6	VALMISTUS.....	24
	6.1 Polttopuusirkkelin runko.....	24
	6.2 Osakokoonpanot ja maalaus.....	25
	6.3 Loppukokoonpano.....	25
7	POLTTOPUUSIRKKELIN PIIRUSTUSLUETTELO.....	26
8	YHTEENVETO.....	28

LIITTEET

KUVA-, TAULUKKO- JA LIITELUETTELO

Kuva 1. Traktorin kolmipistekiinnityslaitteisto ja käyttövoiman ulosotot	s.7
Kuva 2. Laippamallinen sahanterä	s.8
Kuva 3. Halkaisuterät ja sylinteri	s.9
Kuva 4. Giljotiinimallisen polttopuukoneen toimintaperiaate	s.10
Kuva 5. Polttopuukuljetin	s.11
Kuva 6. Polttopuusirkkelin akseli ja pääkomponentit	s.12
Kuva 7. Polttopuusirkkelin akseli	s.17
Kuva 8. Polttopuusirkkelin katkaisuterä	s.17
Kuva 9. Pienahitsin a-mitan mittaus	s.22
Kuva 10. A- mitan tulkki, mittausalue 0-15 mm tarkkuus 0,1 mm	s.23
Taulukko 1. Polttopuusirkkelin päämitat ja perustiedot	s.19
Taulukko 2. Polttopuusirkkelin valmistuskustannusarvio	s.20
Luettelo 1. Polttopuusirkkelin piirustusluettelo	s.26
LIITE 1. Suunnittelua ohjaavat standardit	
LIITE 2. Polttopuusirkkelin kokoonpanopiirustukset	

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tarkoituksena on ideoida ja suunnitella traktorin kolmipiste-kiinnitykseen sopiva polttopuusirkkeli, joka saa käyttövoiman traktorin voiman ulosottoakselista. Sirkkelin täytyy olla turvallinen, monipuolinen ja helppokäyttöinen. Työhön kuuluu sirkkelin, suojiin ja muunneltavan halkaisupöydän suunnittelu sekä valmistuskuvien tuottaminen. Uudessa polttopuusirkkelissä tarkoituksena on, että samalla koneella voidaan katkaista ja halkaista lyhyitä klapeja sekä pidempiä halkoja helposti muunneltavalla halkaisupöydällä.

Pääpaino mekanismien suunnittelussa on yksinkertainen valmistettavuus, turvallisuus, helppokäyttöisyys ja koneen helppo liikuteltavuus ahtaissakin olosuhteissa. Mekanismeista ja runkorakenteesta luonnosteltiin erilaisia vaihtoehtoja ja näitä yhdistelemällä saatiin aikaan toimiva kokonaisratkaisu.

Luvussa 2 kerrotaan yleisesti polttopuiden koneelliseen valmistamiseen tarkoitettuja laitteita. Luvussa 3 kerrotaan koneen suunnitteluun liittyvistä standardeista, merkinnöistä ja vaatimuksista. Luvuissa 4 - 6 kerrotaan suunnittelun ja valmistuksen eri vaiheista. Luvussa 7 on piirustusluettelo.

2 TRAKTORIKÄYTTÖISET POLTTOPUUKONEET

Tässä luvussa kerrotaan yleisimmistä, traktorin kolmipistekiinnitykseen, kiinnityspisteisiin 1,2 ja 3 kiinnitettävistä polttopuiden valmistamiseen tarkoitetuista koneista. Koneiden kaksi yleisintä mallia on sahaava ja giljotiinimalli. Voimanlähteenä näissä käytetään traktorin hydraulikkaa, kohta 4 tai traktorin voiman ulosottoakselia kohta 5 (Kuva 1).



Kuva 1. Traktorin kolmipistekiinnityslaitteisto ja käyttövoiman ulosotot.

2.1 Sahaava malli

Sahaavassa koneessa puunrunгон katkaisu tapahtuu pyörivän terän avulla, eli sirkkelin terällä tai sahaavalla laipalla, kuten moottorisahoissa (**Kuva 2.**). Leikkuuterä voi olla automaattisesti liikkuva, jolloin terä siirtyy katkaisuasentoon tietyn väliajoin. Joissakin malleissa käyttäjän on itse ajettava leikkuuterä alas, käsin tai jalkapolkimella.



Kuva 2. Laippamallinen sahanterä. (www.biolampo.fi/fi/Klapikoneet.html)

Sahaamisen jälkeen katkaistu osa putoaa halkaisukoneeseen, jossa hydraulissylin-
terit työntävät katkaistun rungon halkaisuterien läpi (**Kuva 3**).



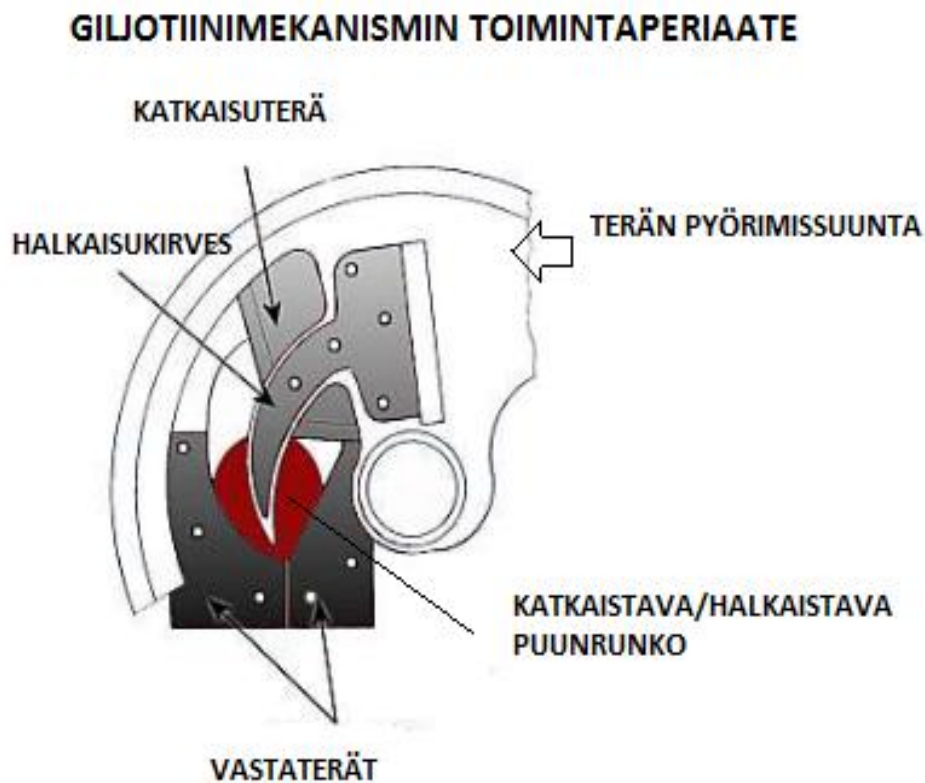
Kuva 3. Halkaisuterät ja sylinteri. (www.biolampo.fi/fi/Klapikoneet.html)

Jotkut sahaavat koneet vaativat kaksi käyttäjää, syöttäjän, jonka tehtävä on katkaista runkoja sekä halkojan, joka asettelee katkaistut puut halkaisijaan. Sahaavat koneet tuottavat paljon sahanpurua, ja työ on välillä keskeytettävä koneen puhdistuksen ajaksi.

Voimanlähteenä sahaavissa koneissa on yleensä traktorin oma hydrauliiikka tai ulosoton akseli, joka pyörittää polttopuukoneessa olevaa hydraulikkayksikön pumppua.

2.2 Giljotiinimalli

Giljotiiniperiaatteella toimivissa koneissa on edestakaisin ylös ja alas liikkuva terä, joka leikkaa katkaistavaa puunrunkoa saksien tavoin, tai ympäri pyörivä terärumpu, joka toimii samalla leikkausperiaatteella (**Kuva 4**).



Kuva 4. Giljotiinimallisen polttopuukoneen toimintaperiaate.

(www.sixfold.ee/?go=tehn_omadused&lang=fin)

Yhtäaikaisesti leikkaava sekä halkaiseva terä katkaisee puunrunгон yhdellä teräliikkeellä oikean mittaiseksi sekä halkaisee sen pituussuunnassa leikkaavassa terässä olevalla halkaisukirveellä siten, että ensimmäisen halkaisukerran jälkeen puun runko on mahdollista halkaista neljään osaan kääntämällä runkoa 90 astetta, koska halkeama puussa etenee katkaisukohtaa huomattavasti pidemmälle. Kone tuottaa jonkin verran hakejätettä, sillä leikkaava katkaisuterä murskaa osan puusta.

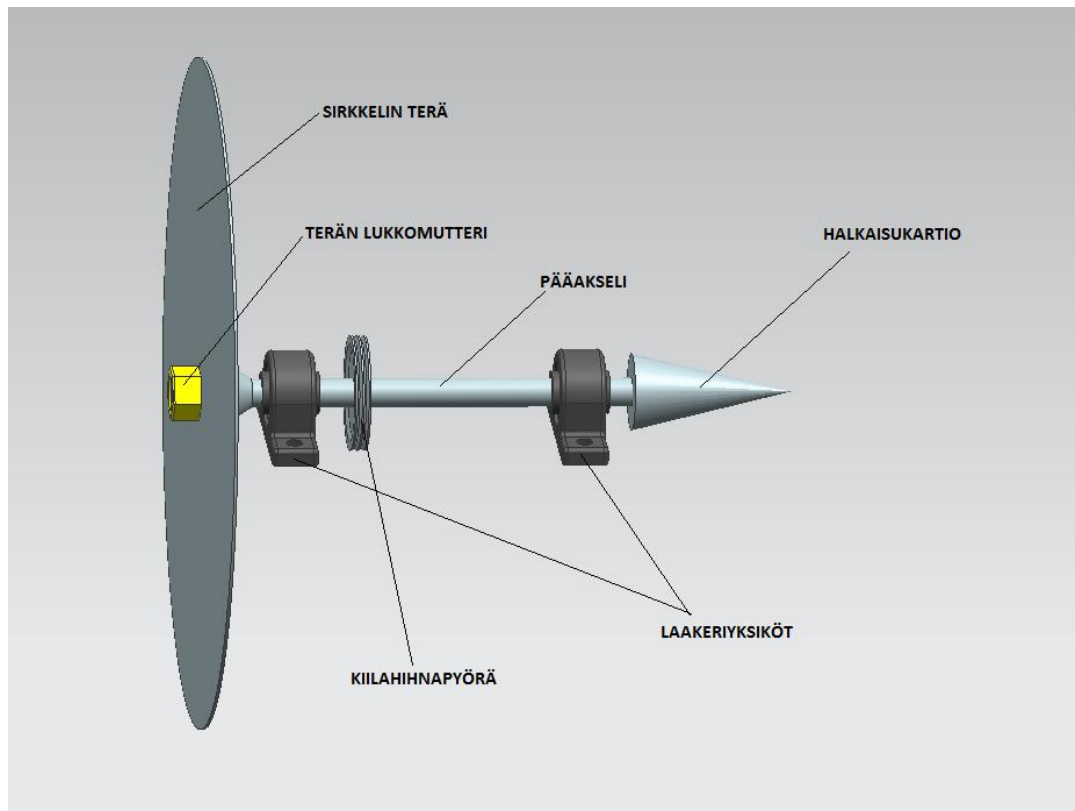
Voimanlähteenä giljotiinimallisissa koneissa on yleensä traktorin voiman ulosottoakseli, joka pyörittää terää sekä kuljetinta.

Tämän jälkeen sekä sahaavissa että giljotiinimallisissa koneissa valmiit klapit yleensä kuljetetaan automaattisesti kuljetinhihnalla koneen ulkopuolelle, esimerkiksi kasalle tai traktorin peräkärriin poiskuljetusta varten (**Kuva 5**).



Kuva 5. Polttopuukuljetin. (www.biolampo.fi/fi/Klapikoneet.html)

Edellisiä kevyempi ja yksinkertaisempi malli on polttopuusirkkeli, jossa pyörivän akselin toisessa päässä on katkaisuterä ja toisessa halkaisukartio (**Kuva 6**).



Kuva 6. Polttopuusirkkelin akseli ja pääkomponentit.

Halkaisukartio on työlaite, jonka tarkoituksena on halkaista katkaistu rungon pala painamalla katkaistua runkoa pyörivää, kartiomaista halkaisuruuvia vasten. Ruuvissa oleva kierre porautuu runkoon ja ruuvin kartiomaisuus aiheuttaa rungon halkeamisen. Näissä sirkkelimallisissa koneissa on hyvä olla kaksi käyttäjää, katkaisija ja halkoja, koska halkaisu tapahtuu käsin omana työvaiheena. Tässä opinnäytetyössä lähtökohtaisina pääkomponentteina ovat juuri kuvan 6 mukaiset komponentit.

3 POLTTOPUUSIRKKELIN SUUNNITTELUA OHJAAVAT VAATIMUKSET

3.1 Konedirektiivi

"Työturvallisuuslain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden haittoja." (738/2002 1§)

"Asetuksessa koneiden ja laitteiden turvallisuudesta säädetään suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvistä olennaisista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista sekä niiden vaatimuksenmukaisuuden osoittamisesta, markkinoille saattamisesta ja käyttöön otosta." (400/2008 1§)

3.2 Koneturvallisuuden standardit

Koneturvallisuuden standardeilla tarkoitetaan koneiden sekä niissä olevien järjestelmien, laitteiden ja toisinaan myös komponenttien turvallisuuskysymyksiä käsitteleviä standardeja. Koneturvallisuuden standardit liittyvät tyypillisesti koneiden suunnitteluvaiheessa sovellettavissa oleviin kysymyksiin, mutta voivat toisinaan käsitellä myös koneen elinkaaren muissa vaiheissa sovellettavissa olevia aiheita. Koneet voivat olla joko kuluttajatuotteita tai tuotantovälineitä, kädessä pidettäviä tai laajoja konelinjoja, kiinteästi asennettuja tai liikkuvia koneita. Euroopan unionissa koneilla tarkoitetaan konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisalaan kuuluvia tuotteita. (MetSta, 2009)

Standardien hierarkia

Koneturvallisuuden standardien hierarkia A-, B- ja C-tyypin standardit, määritellään standardissa EN ISO 12100-1. Standardeilla on oma hierarkiansa.

- A.A-tyyppin standardi on turvallisuuden perusstandardi, jossa esitetään perusteet, suunnitteluperiaatteet ja yleiset näkökohdat, joita voidaan soveltaa kaikkiin koneisiin. A-tyyppin standardeja ovat: EN ISO 12100-1, EN ISO 12100-2 ja EN ISO 14121-1. Lisäksi ISO:n tekninen raportti ISO / TR 14121-2 sisältää lisäopastusta A-tyyppin standardien soveltamiseen.
- B.B-tyyppin standardi on turvallisuuden ryhmästandardi, jossa käsitellään yhtä turvallisuusnäkökohtaa (B1-tyyppi) tai sellaista suojausteknistä laitetta (B2-tyyppi), jota voidaan käyttää useissa eri koneissa. B1-tyypin standardit koskevat esimerkiksi melua tai turvaetäisyyksiä. B2-tyypin standardit taas käsittelevät esimerkiksi käsihallintalaitteita ja yleissuojauksia.
- C. C-tyyppin standardi on konekohtainen turvallisuusstandardi, jossa käsitellään tietyn koneen tai koneryhmän yksityiskohtaisia turvallisuusvaatimuksia. Koneryhmällä tarkoitetaan koneita, joilla on samanlainen tarkoitettu käyttö, ja joiden vaarat, vaaratilanteet ja vaaralliset tapahtumat ovat samankaltaisia. C-tyyppin standardeja ovat esimerkiksi pyörösahoja koskevat standardit.

Konetta suunniteltaessa on ensiksi selvitettävä onko olemassa suunniteltavaa konetta koskevaa C-tyyppin standardia. Jos tällainen on olemassa, ohjaa se mitä A- ja B-tyypin standardeja tarvitaan. C-tyyppin standardin tarkoituksena on esittää mahdollisimman tarkat vaatimukset konedirektiivin täyttymiseksi sekä miten A- ja B-tyypin standardien vaihtoehtoja sisältäviä yleisiä periaatteita toteutetaan. Tästä johtuen C-tyyppin standardeissa olevat vaatimukset ovat ensisijaisia, jos ne poikkeavat muista standardeista. (MetSta, 2009)

3.3 CE -merkki

CE -merkki on valmistajan vakuutus siitä, että kyseinen tuote täyttää sitä koskevat EY:n terveys- ja turvallisuusvaatimukset. CE -merkintää käytetään esimerkiksi koneissa, sähkölaitteissa, rakennustuotteissa, leluissa sekä terveydenhuollon tarvikkeissa. (Kuluttajavirasto, 2011)

CE -merkillä valmistaja osoittaa koneen täyttävän konepäättöksen ja muiden merkintää vaativien määräysten vaatimukset. Vain CE -merkillä merkitty kone voidaan tuoda myyntiin ja ottaa käyttöön. (Työterveyslaitos, 2011)

Jokaisessa koneessa tulee olla näkyvästi ja pysyvästi merkittynä

- CE -merkki
- valmistusvuosi
- valmistajan nimi ja osoite
- tyyppimerkintä ja mahdollinen sarjanumero.

Koneessa on oltava tarvittaessa myös

- opastus huoltoon
- opastus henkilösuojainten käyttöön
- koneen paino
- liikkuvien tai pyörivien osien suurimmat sallitut nopeudet
- varoitustekstit ja merkinnät (Työsuojeluhallinto, 2004).

Konetta koskevat tiedot sijoitetaan yleensä koneen tyyppikilpeen. Varoitukset sijoitetaan siten, että ne ovat helposti havaittavissa paikoissa, joissa kyseiset vaarat sijaitsevat. Koneeseen ei saa kiinnittää merkintöjä, joita voidaan erehtyä pitämään CE -merkintänä tai heikentävät CE -merkin näkyvyyttä. CE -merkintä ei ole asianmukainen, jos

- CE -merkki on kiinnitetty tuotteisiin, jotka eivät kuulu tämän asetuksen soveltamisalaan
- kyseistä konetta koskeva CE -merkintä puuttuu tai EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus puuttuu
- koneeseen on kiinnitetty muu kuin CE -merkintä (Euroopan Komissio, 2008).

3.4 Ergonomia

Polttopuusirkkelin ergonomiaa suunniteltaessa otetaan huomioon sirkkelin tehokkuus, käyttömukavuus sekä käyttöturvallisuus. Samalla tarkastellaan sirkkelin käytöstä aiheutuvia riskejä. Käyttäjän kannalta ongelmallista sirkkelissä on se, että sirkkeli ja halkaisuruuvi pyörivät yhtä aikaa. Tämän vuoksi terien suojaukseen kiinnitetään erityistä huomiota. Sirkkeliä käytettäessä tulee käyttäjällä olla normaali suojaruuvit, kuten suojalasit, kuulosuojaimet sekä erityisesti ihonmyötäiset suojakäsineet. Suojakäsineiden tulee olla ihonmyötäiset, ettei pyörivien terien läheisyydessä käsine tartu terään.

3.5 Polttopuusirkkelin vaatimuslista

Tuotekehityksessä ensimmäiseksi on tärkeää osata tunnistaa, ymmärtää ja tulkita uuteen tuotteeseen kohdistuvat vaatimukset ja tekniset rajoitukset. Kokoamalla vaatimuslista, luodaan tuotteen määrittely, jossa kuvataan tuotteen käytön ja valmistettavuuden rajat. Yleensä ei riitä, että tuote toimii, vaan sen on täytettävä muitakin vaatimuksia. Tuotteen suunnittelussa on osattava tunnistaa tekniset rajoitukset, tulevaisuuden joustavuusvaatimukset muokkausten ja lisäysten suhteen, tuotteen lopullinen hinta, tuotteen valmistettavuus, käytettävyyden ja huollettavuus.

Vaatimukset voidaan jakaa kiinteisiin vaatimuksiin, jotka sirkkeli on pystyttävä täyttämään kaikissa olosuhteissa ja vähimmäisvaatimuksiin, joiden reilu ylittäminen on toivottavaa. Kiinteitä vaatimuksia sirkkelille ovat esimerkiksi moitteeton toiminta normaaleissa työskentelyolosuhteissa, koneen tulee pysyä tasapainossa kaatumatta, kone ei saa leikata kiinni pitkänkään käytön jälkeen ja koneen tulee olla käyttäjäturvallinen kaikissa tilanteissa. Vähimmäisvaatimuksia polttopuusirkeleille ovat mm. taakse vetäytyvät teräsuojat katkaisu- ja halkaisuterissä, jotka estävät koneen käyttäjää takertumasta pyöriviin teriin.

4 POLTOPUUSIRKKELIN SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Tässä luvussa käydään läpi laskelmat, jotka vaikuttavat polttopuusirkkelin suunnitteluun.

4.1 Standardiosat ja laskelmat

Polttopuusirkkelin suunnittelun lähtökohtaisia mittoja ovat akselin laakereiden välinen etäisyys, tässä tapauksessa se on 350 mm ja pyöröterän halkaisija 700 mm, joita voidaan pitää suunnitteluvaiheessa kiinteinä standardimittoina (**Kuvat 7 ja 8**).



Kuva 7. Polttopuusirkkelin akseli. (www.kainuu.com/kainuunterahuolto)



Kuva 8. Polttopuusirkkelin katkaisuterä. (www.kainuu.com/kainuunterahuolto)

Koska akseli on standardiosa, on sen valmistaja laskenut tarpeelliset lujuuslaskelmat. Polttopuun katkaisussa tarvittavan terän kehänopeuden on oltava n. 35–50 m/s, katkaistavan polttopuun halkaisijasta ja oksaisuudesta riippuen. Hiljaisemalla kehänopeudella terä tarttuu puuhun kiinni, jos kiilahihnat pääsevät luistamaan niiden käyttöikä lyhenee huomattavasti.

Kehänopeuden ylärajaakaan ei saa ylittää, koska terän kehänopeuden kasvattaminen vähentää käytöturvallisuutta huomattavasti. Puusta irtoavien kappaleiden nopeus on lähes sama kuin terän kehänopeus ja täten irtokappaleiden nopeus kasvaa kehänopeuden kasvaessa. Esimerkiksi nopeuden ollessa 60 m/s on se muunnettuna tutumpaan km/h muotoon: $60 \text{ m/s} * 3.6 = 216 \text{ km/h}$. Tällä nopeudella lentävä puunkappale voi aiheuttaa jo vakavan vaaratilanteen.

Traktorin voiman ulosottoakselin kierrosnopeuksia on yleisimmissä traktorimalleissa valittavana kaksi, 540 rpm tai 1000 rpm traktorin normaalilla n. 900–1200 rpm kierrosalueella. Traktorin kierrosnopeutta lisättäessä myös ulosottoakselin kierrosnopeus kasvaa. Suunniteltavassa polttopuusirkkeliissä on käytettävä alhaisempaa kierrosnopeutta 540 rpm, koska hihnapyörien halkaisijat akselissa sekä kulmavaihteessa ovat 120 mm, välitys on tässä 1:1. ja kulmavaihteen välityssuhde on 2:1, täten akselin kierrosnopeudeksi saadaan n. 1100 rpm.

Terän halkaisijan ollessa 700 mm, saadaan laskettua sirkkeliinterän kehänopeus $v = 3.14 (\text{pii}) * 0,7 \text{ m (terän halkaisija)} * (1100/60) (\text{pyörimisnopeus}/60 \text{ s}) = 40.3 \text{ m/s}$, joka on sopivasti halutun kehänopeuden välissä. Terän kehänopeutta saadaan helposti säädettyä tilanteeseen sopivaksi, puun laatuun ja kokoon nähden, lisäämällä tai vähentämällä traktorin käyntinopeutta.

4.2 Päämitat ja materiaalit

Taulukossa 1 on esitetty suunniteltavan polttopuusirkkelin päämitat, joita suunniteltaessa tulee noudattaa.

Taulukko 1. Polttopuusirkkelin päämitat ja perustiedot.

Korkeus/leveys/pituus	1200/700/900 mm
Paino, kg	n. 150 kg
Katkaisupöytä, pituus	800 mm, jatkopöydällä 1500 mm
Katkaisupöytä, korkeus	800 mm
Terän halkaisija	700 mm
Terän kierrosluku	n. 1100 r/min
Halkaisukartio, halkaisija	150 mm
Puun max. Läpimitta katkaisu / halkaisu	n. 250 mm
Puun max. Pituus halkaisussa	400–1000 mm

Taulukossa 2 on esitetty suunniteltavan sirkkelin materiaali- ja valmistuskustannusarvio, arvio laskettu valmistuspiirustusten perusteella. Kustannusarvio on laskettu yksittäisen koneen valmistukseen, jos laskettaisiin valmistettavan useampi kone saataisiin materiaali- ja valmistuskustannuksia hieman laskettua, sillä pienten materiaalmäärien ostohinta kuluttajahinnoin on suhteellisen korkea. Materiaalin hukkaprosentti saataisiin myös pienennettyä, sillä levymateriaalit myydään aina valmiina arkkeina sekä tangot ja putket vähintään kuuden metrin salkoina.

Taulukko 2. Polttopuusirkkelin valmistuskustannusarvio.

RAAKA-AINEKUSTANNUKSET		
Kustannuspaikka	Määrä, kpl	a-hinta (EUR)
Kulmavaihte	1	200,00
Akseli (sis. pesälaakerit, halkaisukierukan)	1	199,00
Sirkkelinterä	1	72,15
Pyörötanko 20 mm S355	1 m	11,0
Vetohihna	2	9,00
Pultti M12x60 8.8	2	0,50
Pultti M12x150 8.8	4	0,60
Pultti M8x65 8.8	4	0,60
Pultti M8x25 8.8	4	0,60
Nyloc mutteri M8	20	0,20
Pyörötanko 10 mm S355	1 m	12
Rengassokka	4	0,25
Kierretanko M12 8.8	400 mm	5,00
Nyloc mutteri M12	9	0,20
Rhs 50x50x5 S355	4 m	12,00
Rhs 40x40x5 S355	4 m	10,00
Lattateräs 50x5 S235	1 m	8,00
Valssattu teräslevy 3 mm S355	5 m ²	23,00
Ruosteenestomaali	1	35,60
Pintamaali RAL7003	1	20,00
VALMISTUSKUSTANNUKSET		
Kustannuspaikka	Määrä, h	Hinta Yht (40 EUR/h)
Osien valmistus	3	120,00
Osien hitsauskokoontaminen	6	240,00
Maalaus	2	80,00
Loppukokoontaminen ja viimeistely	2,5	100,00
KOKONAISKUSTANNUSARVIO		
	yht.	1214,00

5 POLTTOPUUSIRKKELIN SUUNNITTELU

Tässä luvussa käydään läpi standardit ja toleranssivaatimukset, jotka vaikuttavat sirkkelin suunnitteluun.

5.1 Suunnittelussa käytetyt standardit

Polttopuusirkkelin suunnittelussa on otettava huomioon voimassa olevat standardit, jotka vaikuttavat koneen valmistukseen, käyttöön ja ohjeistukseen. Maailmalla yleisin standardisoimisjärjestö on ISO (International Organization for Standardization), jonka toimipiste on Sveitsissä. CEN (European Committee for Standardization Eurooppalainen standardointijärjestö) ja Suomessa standardoinnista vastaa SFS (Suomen standardoimisliitto), joka edustaa Suomea molemmissa edellä mainituissa.

Standardien rooli suunnittelussa korostuu haettaessa mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja. Tärkeimmät tähän suunnitteluprosessiin vaikuttavat standardit ovat: ruuvi-halkaisukoneita käsittelevä SFS-EN-609-2 ja käsisyöttöisiä polttopuusahoja sekä yhdistettyjä polttopuu- ja pöytäpyörösahoja käsittelevä SFS-EN-1870-6.

Standardin SFS-EN-609-2 mukaan halkaisun syöttölaite tulee voida lukita kun sitä ei käytetä.

- Mekanismiin lisättiin lukitustappi, joka estää syöttölaitteen liikkeen.

Kohdan 4.7 mukaan puun pyörähtäminen halkaisun yhteydessä on estettävä.

- Syöttölaitteen pohjaan lisättiin piikit estämään puun pyörähtämisen halkaisuvaiheessa.

Kohdan 4.10 mukaan pyörivän akselin suojuksessa ei saa olla tarpeettomia aukkoja

- Akselisuojien aukot suunniteltiin mahdollisimman pieniksi, kuitenkin siten, että akseli päästään voitelemaan ja huoltamaan sitä irrottamatta.

Standardin SFS-EN-1870-6 kohdan 5.2.7.1 mukaan liikkuvassa teräsuojassa saa olla korkeintaan 16 mm rako ja käyttäjänpuoleisen laidan suojan on ulotuttava 150 mm terästä käyttäjään.

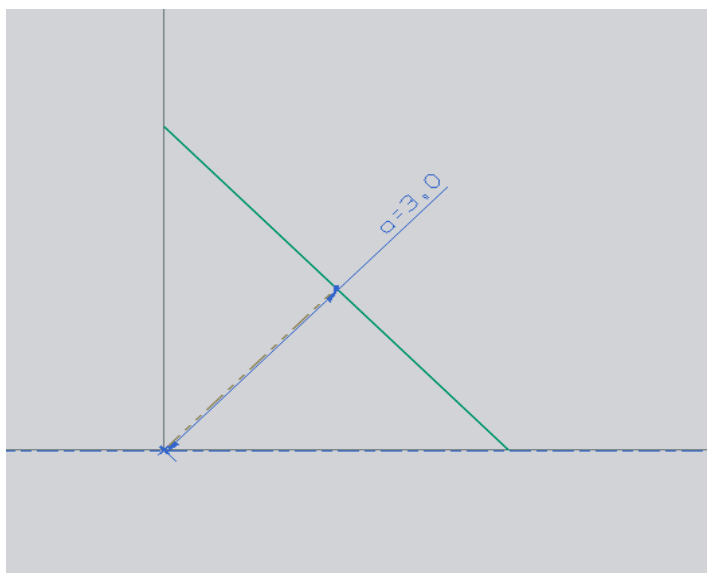
- Nämä rajoitukset otettiin huomioon sirkkelin rakennetta suunniteltaessa.

Nämä sekä muita suunnittelua ohjaavia standardeja on lueteltu liitteessä 1.

5.2 Mitoitus ja toleranssit

Valmistusosien ja sovituskappaleiden mitoituksessa otettiin huomioon akselin asettamat vaatimukset sekä ergonomiset sirkkelin päämitat. Koska polttopuusirkkeli kootaan pääasiassa hitsaamalla, mitoituksessa tulee huomioida muodonmuutokset, joita hitsaaminen aiheuttaa menetelmistä huolimatta aina jonkin verran.

Suunnittelussa huomioidaan hitsauksen vaatimat toleranssit, hitsin pituudet ja hitsauksessa käytettävät hitsin a-mitat (**Kuva 9**). Tämän mitan mittaamisessa on hyvä käyttää apuna mittaustulkkia (**Kuva 10**). Valmistusmenetelmänä hitsaus mahdollistaa hyvän pinnanlaadun, jolloin viimeistelyn tarve on vähäinen.



Kuva 9. Pienahitsin a-mitan mittaaminen.



Kuva 10. a- mitan mittaustulkki, mittausalue 0-15 mm tarkkuus 0,1 mm.

Tarkemmat toleranssivaatimukset kohdistuvat sirkkelin akseliin, halkaisu- ja katkaisuterään. Nämä vaatimukset on osien valmistaja jo huomionnut, joten sirkkelin suunnittelussa ei tarvitse asettaa tarkkoja toleranssivaatimuksia. Ainoastaan akselin kiinnitysreikien etäisyydelle on annettu toleranssivaatimus.

6 VALMISTUS

Polttopuusirkkelille ei ollut määritelty mitään valmistustarkkuudesta johtuvia toleransseja, mikä helpottaa suuresti valmistusta. Koneistamista ei tarvita ja kappaleet valmistetaan leikkaamalla, sahaamalla ja poraamalla. Leikkausmenetelmänä voidaan käyttää levytyöstökeskusta, plasma-, laser- tai vesileikkausta.

Hitsausmenetelmille ei ole erityisiä vaatimuksia. Kaikki osat ovat S235- tai S355-terästä, jonka hitsaaminen onnistuu hyvin. Liian korkeaa hitsauslämpötilaa tulee kuitenkin välttää, jotta lämpö ei aiheuta osille muodonmuutosta ja mahdollisia sovitusergelmiä kokoonpanovaiheeseen. Osia ei myöskään saa jäädyttää liian nopeasti, koska liian nopea jäähtyminen aiheuttaa teräksen karkenemista ja täten hauraan martensiitin syntymistä.

6.1 Polttopuusirkkelin runko

Sirkkelin runko ja teräsuojan kappaleet leikataan määrämittaansa ja taivutetaan valmistuspiirustusten mukaisesti. Jalustan osat sahataan ja niihin porataan tarvittavat reiät, jonka jälkeen hitsattavat saumapinnat puhdistetaan ja tarvittaessa kiinnitetään pihdeillä tai puristimilla toisiinsa, jotta hitsaaminen helpottuu.

Runko valmistetaan pääasiallisesti hitsaamalla käyttäen 3 mm a-mittaa. Runkoon kiinnitetään hitsaamalla tarvittavat kiinnikkeet halkaisupöytää, katkaisupöytää, kulmavaihteen kiinnitystä ja traktorin kolmipistekiinnitystä varten. Runko kootaan hitsaamalla osat aluksi pienillä koossapitävillä hitseillä toisiinsa, täten saadaan päämitat kohdalleen.

On tärkeää, että hitsit jaksotetaan oikein väsymiskestävyyden kannalta. Siksi hitsaus aloitetaan rungon toisesta reunasta, puolivälissä polttimen kuljetussuuntaa vaihdetaan. Näin lämmöntonnuista johtuvia muodonmuutoksia pystytään hieman vähentämään.

6.2 Osakokoonpanot ja maalaus

Osakokoonpanoissa, joita ovat halkaisu ja katkaisupöydät sekä niihin kuuluvat teräsuojat ja kulmavaihteen kiinnitysteline, käytetään samoja menetelmiä, kuin rungon valmistuksessa. Valmiin rungon ja osakokoonpanojen pinnoitus tehdään maalaamalla ulkopinnat kahteen kertaan, ensin ruosteenestomaalilla ja lopuksi kulutusta kestäväällä pintamaalilla.

6.3 Loppukokoonpano

Maalattuun runkoon kiinnitetään ensin kulmavaihteen kiinnityslevy saranaliitoksella. Hihnankireyden säätöruuvi jätetään löysälle myöhempää säätöä varten. Seuraavaksi asennetaan säädettävän halkaisupöydän liukukiskot ja sirkkelin akseli pulttiliitoksella. Akselissa on valmiiksi kiinnitettynä laakeripesät, laakerit ja halkaisukartio. Jos katkaisuterä on kiinni akselissa, se irrotetaan ennen asentamista. Akselin asentamisessa tulee huomioida, että kiilahihnat ovat paikoillaan, koska ne tulevat laakeripesien väliin. Asentamisen jälkeen varmistetaan, että kaikki pultit on kiristetty huolellisesti.

Seuraavaksi asennetaan kulmavaihte kiinnityslevyyn ja kiristetään pultit huolellisesti, kiilahihnat asennetaan paikoilleen ja kiristetään säätöruuvista. Kun hihnat on kiristetty pitää varmistaa, että säätöruuvien lukitusmutteri on riittävän kireällä.

Katkaisupöytä kiinnitetään jalustaan pulttiliitoksella. Tämän jälkeen voidaan asentaa katkaisuterä paikoilleen. Kun katkaisuterä on kiristetty ja lukitusokka asennettu paikoilleen, kiinnitetään pöydän teräsuoja saranaliitoksella rungon teräsuojaan. Sen jälkeen varmistetaan, että terä ei osu teräsuojaan missään pöydän asennossa.

Säädettävä halkaisupöytä asennetaan liukukiskoisiin ja kiinnitetään lukkopultit jokaiseen kiskoon ja varmistetaan, ettei halkaisukartio osu teräsuojaan. Lopuksi varmistetaan, että halkaisupöytä pääsee liukumaan vapaasti kiskoilla pöydän molemmilla korkeussäädöillä.

7 POLTTOPUUSIRKKELIN PIIRUSTUSLUETTELO

Tässä luvussa on lueteltu polttopuusirkkelin valmistamiseen tarvittavat piirustukset.

Luettelo 1. Polttopuusirkkelin piirustusluettelo

No	Kuvanumero	Osan nimi	Tarve	Lisätietoa
1	KS_RUNKO2012KOK	Runko kokoonpano	1	Kokoonpano
2	KSR2012V04A	Jalka_600	1	Katkaisu
3	KSR2012V05A	Jalka_1000	1	Katkaisu
4	KSR2012V07A	Kiinnitys_pöytä	2	Katkaisu, poraus
5	KSR2012V02A	Kuori_kone	1	Levytyöstökeskus
6	KSR2012L_KISKO	Liukukisko	2	Katkaisu, poraus
7	KSR2012LPALA	Liukupala	4	Katkaisu, poraus
8	KSR2012V03A	Runko_yläpala	1	Leikkaus
9	KSR2012V06A	Välituki	1	Katkaisu, poraus
10	KSR2012KT2_OSAKOK	Yläkiinnitys_kuori	1	Osakokoonpano
11	KSR2012V08A	Yläkiinnike	2	Katkaisu, poraus
12	KSR2012KT1_OSAKOK	Kulma/kuori_kok	1	Osakokoonpano
13	KSR2012V01A	Kuori_työ	1	Levytyöstökeskus
14	KSKVP2012V3A	Kulmasarjana_2	2	Katkaisu
15	KSKVP2012KOK	Kulmav_kok	1	Osakokoonpano
16	KSKVP2012V4A	Kulmatappi	1	Katkaisu, poraus
17	KSAK2012KOK	Alakiinnitys_kok	2	Osakokoonpano
18	KSAK2012V01A	Kiin_rauta_ala	1	Katkaisu
19	KSAK2012V02A	Tappi	1	Katkaisu, poraus
20	KSKP2012KOK	Työpöytä kokoonpano		
21	KSKP2012V01A	Pöytä jalka	2	Katkaisu, poraus
22	KSKP2012V02A	Pöytä pelti	1	Leikkaus
23	KSKP2012V03A	Pöytä suoja	2	Leikkaus
24	KSKP2012V04A	Pöytä Suoja 3.1	1	Leikkaus
25	KSKP2012V05A	Jatkopöytä runko	1	Katkaisu, poraus

26	KSKP2012V06A	Jatkopöytä si- säosa	1	Katkaisu, poraus
27	KSKP2012V07A	Jp rullatappi	2	Katkaisu
28	KSTS2012KOK1V	Teräsuoja 1 kok	1	Oaskokoonpano
29	KSTS2012V01A	Teräsuoja	2	Levytyöstökeskus
30	KSTS2012V02A	Kaari	1	Leikkaus
31	KSTS2012V03A	Teräs_kiin_R2	1	Katkaisu
32	KSTSL2012KOK2V	Teräs_L_kok	1	Osakokoonpano
33	KSTSL2012V021A	Teräs_suoja	1	Levytyöstökeskus
34	KSTSL2012V022A	Te- räs_suoja_sivu	2	Levytyöstökeskus
35	KSTSL2012V023A	Teräs_kiin_S2	1	Katkaisu
36	KSHS2012KOK	Halk_suoja_ko k	1	Kokoonpano
37	KSHS2012P01A	Halk_kaari	1	Levytyöstökeskus
38	KSHS2012P02A	Halk_etul1	1	Levytyöstökeskus
39	KSHS2012P03A	Liuku sylinteri	4	Katkaisu
40	KSHP2012KOK	Halk_pöytä_ko k	1	Kokoonpano
41	KSHP2012P02A	Jalka_720	1	Katkaisu
42	KSHP2012P03A	Halk_p_jl	2	Katkaisu, poraus
43	KSHP2012P04A	Halk_p_kaari	1	Levytyöstökeskus
44	KSHP2012P01A	Hp_kahva	1	Katkaisu
45	HALK_P_KOK	Halk_p_kok	1	Osakokoonpano
46	KSHP2012P05A	Hal_p_pohja	1	Levytyöstökeskus
47	KSHP2012P06A	Liukueste	4	Katkaisu
48	KS_LOPPUKOK	Loppukokoon- pano	1	Kokoonpano

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli ideoida ja suunnitella traktorin kolmipistekiinnitykseen sopiva polttopuusirrkeli, joka saa käyttövoiman traktorin voiman ulosottoakselista. Sirkkeliä suunniteltaessa täytyy selvittää, mitä standardeja, ergonomiamittoja ja turvallisuusvaatimuksia tulee huomioida.

Tässä opinnäytetyössä haasteellista on ollut saada omat ajatuksen piirtymään 3D maailmaan halutulla tavalla ilman, että tarvitsee jokaisen osamuutoksen jälkeen korjailta koko kokonaisuutta. Teräsuojat ja turvaetäisyydet toivat myös haastetta suunnittelun alkuvaiheessa, koska jo ensimmäisiä osia suunniteltaessa täytyi teräsuojien mallista sekä sijainnista olla valmis visio.

Opinnäytetyön jatkokehityksenä täytyy sirkkelistä valmistaa prototyyppi. Prototyyppiä valmistettaessa nähdään osien yhteensopivuus sekä mekanismien toimivuus käytännössä. Jos prototyyppissä huomataan osissa puutteita tai halutaan lisätä kuviin esimerkiksi valmistuslisätietoja, voidaan kuviin tehdä tarvittavia revisiomuutoksia ennen kuin kuvat päätyvät tuotantoon. Tässä vaiheessa täytyy myös, tarkastella vaatimustenmukaisuusvakuutuksen asettamien vaatimusten lopullista toteutumista, kuten teräsuojien lukitusmekanismeja, turvamerkintöjä, käyttö- ja huolto-ohjeita.

Koska prototyyppiä ja vaatimustenmukaisuusvakuutusta ei opinnäytetyön julkaisupäivään mennessä ole tehty, kaikkia valmistuspiirustuksia ei voida julkaista.

LÄHTEET

Euroopan komissio 29.6.2008

<http://ec.europa.eu/geninfo/query/resultaction.jsp?page=1>. Viitattu 10.12. 2011.

<http://www.biolampo.fi/fi/Klapikoneet.html> (Kuva 2 ja 3). Viitattu 11.1.2012.

<http://www.kainuu.com/kainuunterahuolto>. (Kuva 5 ja 6) Viitattu 11.1.2012

<http://www.metsta.fi/ipubs/html/machinery/standards/index.html>.
Viitattu 16.12.2011.

http://www.sixfold.ee/?go=tehn_omadused&lang=fin (Kuva 3) Viitattu 10.1.2012

Kuluttajavirasto 2011 CE- merkki. Haettu 17.10.2011

<http://www.kuluttajavirasto.fi/fi-FI/faq/hakutulokset.aspx?ID=8cc84a29-04fb-4f59-80e8-00aa821deb6d>. Viitattu 10.12.2011

L 12.62998/400. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=400%2F2008%20>. Viitattu 15.12.2011.

L 23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2002/20020738?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ty%C3%B6turvallisuuslaki>. Viitattu 15.12. 2011.

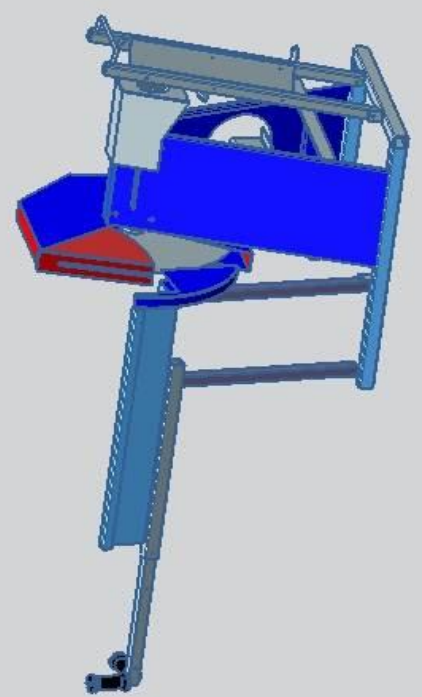
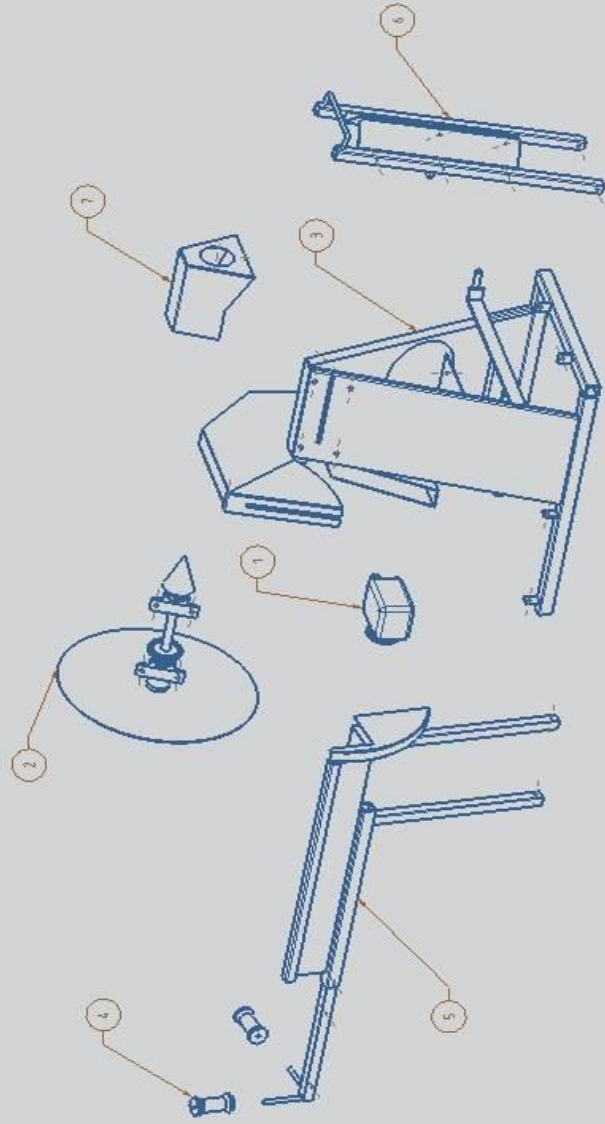
Työsuojeluhallinto 1.1.2005 <http://www.tyosuojelu.fi/fi/koneturvallisuus/78>.
Viitattu 15.12.2011.

Työterveyslaitos päivitetty 18.07.2011

http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus_ja_riskien_hallinta/henkilonsuojaimet/testaus_sertifiointi/ce_merkinta/sivut/default.aspx. Viitattu 16.12.2011

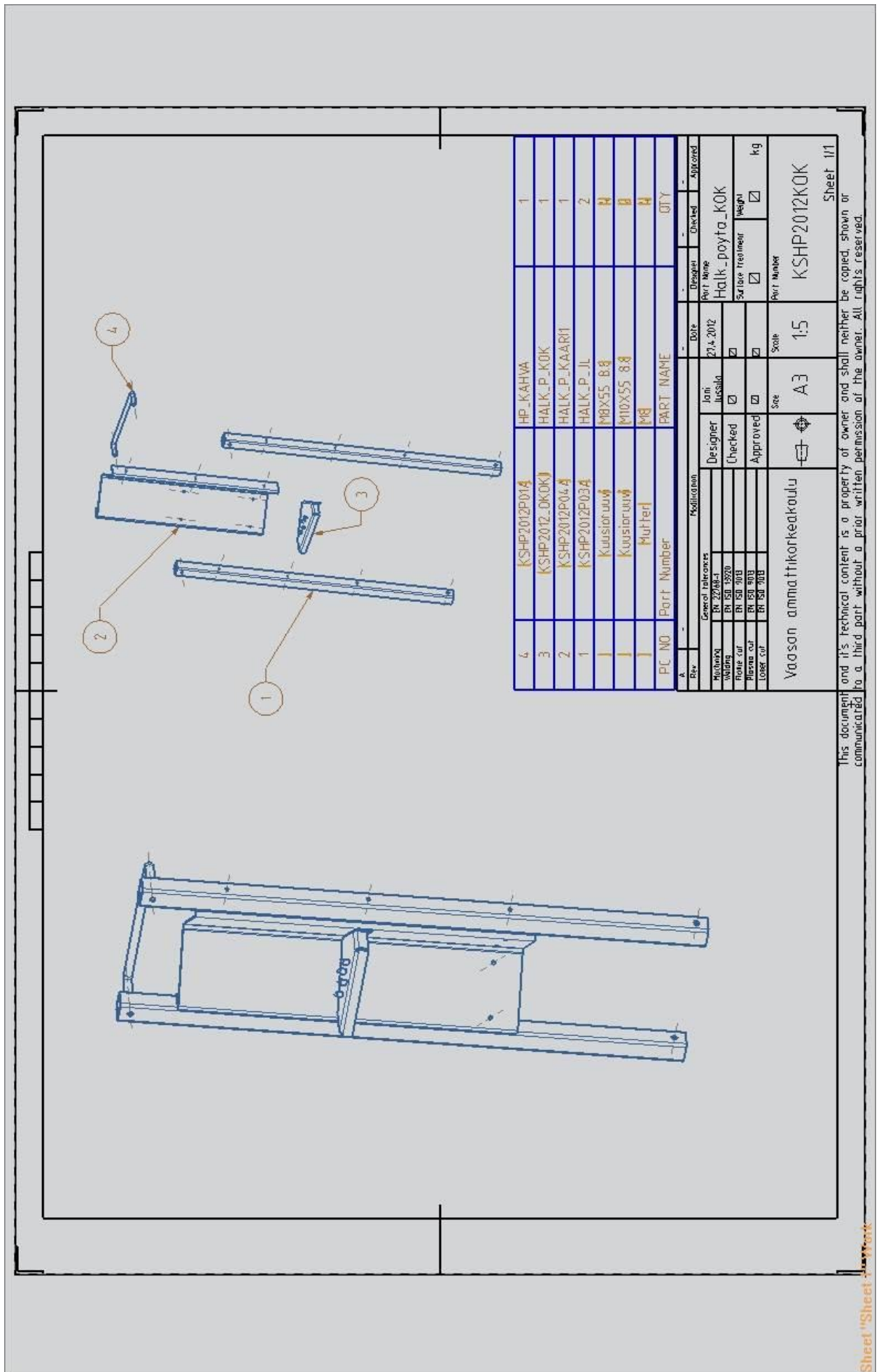
Suunnittelua ohjaavat standardit

SFS-EN 953 + A1	Koneturvallisuus. Suojukset. Kiinteiden ja avattavien suojusten suunnittelun yleiset periaatteet. 20.4.2009
SFS-EN ISO 12100-1+1A	Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnittelu periaatteet. Osa 1: peruskäsitteet ja menetelmät. 17.8.2009
SFS-EN ISO12100-2	Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnittelu periaatteet Osa 2: Tekniset periaatteet. 22.12.2003
SFS-EN ISO13857	Koneturvallisuus. Turvaetäisyydet yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeelle. 23.6.2008
SFS-EN 609-2	Maatalous- ja metsäkoneet. Puunhalkaisukoneiden turvallisuus. 6.3.2000
SFS-EN ISO 4254-1	Maatalouskoneet. Turvallisuus. Osa 1: yleiset vaatimukset. 29.5.2006
SFS-EN 1870-6	Puuntyöstökoneiden turvallisuus. Pyörösahat. Osa 6: Käsikäyttöiset polttopuusahat ja yhdistetyt polttopuu- ja pöytäpyörösahat. 21.10.2002
SFS-ISO 11684	Traktorit, maatalous- ja metsäkoneet. Turvallisuuskilvet ja vaaratekijöiden kuvatunnukset. Yleiset periaatteet. 20.4.1999
SFS-ISO 5673-2	Traktorit ja maatalouskoneet. Nivelakselit ja voimantuloakseli. Osa 2: Nivelakselien kytkentä työkoneiden voimantuloakseleihin sekä akseleiden sijainti ja vapaatilat erilaisissa työkonekytkennöissä. 16.4.2007

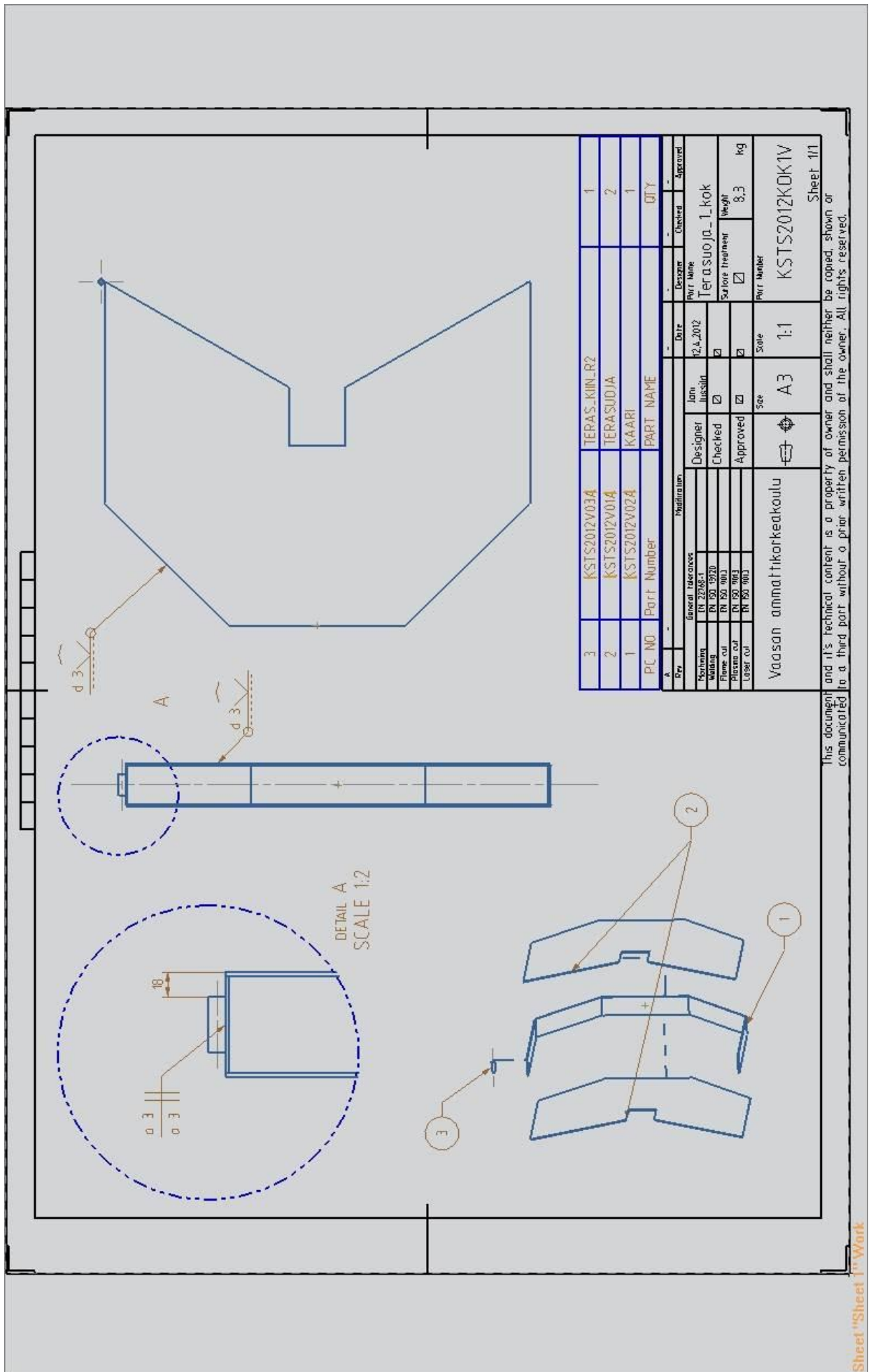


QTY	Design	QTY	Design	QTY	Design
7	KS_5210_KOKO	1	HALKASUODIA_KOK	1	
6	KS_5210_KOKO	1	HALKASUUP_KOK	1	
5	KS_5210_KOKO	1	TYOPUOL_KOK	1	
4	KUPAK	2	BULLA	2	
3	KS_5210_KOKO_KN	1	TERASUODIA_KOK	1	
2	KS_ANKKUU	1	ANKSEL_KOK	1	
1	Peduro Korpilaji	1	KULPAMMIDE	1	
1	Kuusi	6	MIPUSS_68	6	
1	Kuusi	6	MIAUTS_68	6	
1	Kuusi	6	MIPUSS_68	6	
1	Mutteri	6	MIP	6	
1	Mutteri	6	MIP	6	
1	PAI_NII	1	PAI_NII	1	
1	PAI_NII	1	PAI_NII	1	

Sheet 1/2
 This document and its content is a property of owner and shall neither be copied, shown or
 communicated to a third party without a prior written permission of the owner. All rights reserved.



This document and its technical content is a property of owner and shall neither be copied, shown or communicated to a third party without a prior written permission of the owner. All rights reserved.



Rev	Modification	Date	Designer	Checked	Approved	Part Name	Qty
3	KSTS2012V034	22.4.2012	TERAS_KIINL_R2			TERASUOJAJA	1
2	KSTS2012V014		TERASUOJAJA			TERASUOJAJA	2
1	KSTS2012V024		KAARI			TERASUOJAJA	1
	PC NO					PART NAME	QTY

General tolerances		ISO 2768-1	ISO 1970	ISO 1003	ISO 1003	ISO 1003
Maximum						
Welding						
Flame cut						
Plasma cut						
Laser cut						

Designer	TERASUOJAJA	Date	22.4.2012
Checked		Part Name	TERASUOJAJA
Approved		ISO 2768-1	
		ISO 1970	
		ISO 1003	
		ISO 1003	
		ISO 1003	
Part Number	KSTS2012KDK1V	Scale	1:1
Weight	8.3 kg	Size	A3

Vaaosan ammattikorkeakoulu

This document and its technical content is a property of owner and shall neither be copied, shown or communicated to a third party without a prior written permission of the owner. All rights reserved.