

Juho Liuska

Viimeistelyleikkurin kehitystyö

Opinnäytetyö

Kevät 2012

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikka

Auto- ja työkonetekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Juho Liuska

Työn nimi: Viimeistelyleikkurin kehitystyö

Ohjaaja: Matti Tervonen

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 50

Liitteiden lukumäärä: 5

Työssä suunnitellaan konsepti traktoriin kytkettävästä viimeistelyleikkurista, jolla voisi vähentää tienviherhoidossa tarvittavaa käsityön määrää.

Työn alkuvaiheessa käsitellään tuotekehitystä ja sen yleistä teoriaa. Tuotekehityksen eri vaiheita käydään läpi myös työssä kehitettävän leikkurin esimerkein. Käydään läpi kehitettävälle laitteelle toivottuja ominaisuuksia ja tarkastellaan näistä aiheutuvia toimintavaatimuksia.

Luodaan konseptit suunniteltavasta viimeistelyleikkurista ja valitaan näistä konsepti, jota lähdetään viemään eteenpäin. Leikkuria ei suunnitella yksityiskohtaisesti joka osaltaan, mutta käsitellään kuitenkin kokonaiskonsepti, jotta saadaan kuva laitteen toiminnasta ja konstruktiosta. Tarkemmissa suunnitelmissa keskitytään leikkuupään toimintaan. Lasketaan eri menetelmin laitteessa tarvittavia voimansiirron komponentteja.

Avainsanat: Viimeistely, kaiteet, teiden kunnossapito.

SEINÄJOKIUNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Juho Liuska

Title of thesis: Development work of the final cutter

Supervisor: Matti Tervonen

Year: 2012

Number of pages: 50

Number of appendices: 5

This thesis deals with making a constructing draft of a tractor mounted cutter. The purpose of this cutter is to reduce handwork in the road maintenance.

The thesis contains development work in theory and in practice and analyzes the working environment and desired properties of the cutter.

Most of the thesis handles the cutting head, but it includes also an overall description of the whole cutter so the reader gets a picture of how the cutter is supposed to work. This is not done with detailed drawings, it is going to be the basis of the later planned and manufactured cutter.

The part of the thesis dealing with cutting head includes the selection of the type of the power transmission and calculations of the power transmission and bearings.

Keywords: road maintenance, road railing

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO.....	8
2 VIHHERHOITO	9
3 TUOTEKEHITYS.....	13
3.1 Asiakastarpeet	15
3.2 Markkinakartoitus.....	16
3.3 Konsepti.....	16
3.4 Layout.....	17
3.5 Detalji.....	17
3.6 Testaaminen ja tuotannon aloitus.....	17
4 MARKKINAKARTOITUS.....	19
5 KONSEPTI.....	22
5.1 Toimintaympäristö.....	23
5.2 Konseptit.....	25
5.2.1 Kokonaiskonstruktio.....	25
5.2.2 Runko	26
5.2.3 Leikkuupää	27
5.3 Muilla aloilla olevia sovelluksia.....	28
6 LEIKKUUPÄÄ.....	30
6.1 Terät	30
6.2 Voimansiirto	31
6.3 Mekaniikka.....	36
7 HYDRAULIIKKA	44
8 POHDINTA	47
LÄHTEET	48

LIITTEET	50
----------------	----

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Siistitty piennar. (Liikennevirasto 2010, 16.)	9
Kuvio 2. Siistimätön piennar. (Tiehallinto 2000, 60.)	10
Kuvio 3. Tuoteprosessi. (Nevaranta 2011, 22.)	15
Kuvio 4. Kaiteenalusleikkuri. (Konepörssi 2011.)	19
Kuvio 5. Viimeistelyleikkuri. (CMN maskintec 2012.).....	20
Kuvio 6. Viimeistelijä. (INO 2011.)	21
Kuvio 7. Ruukin kaidejohteet. (Ruukki suojakaiteet, [Viitattu 20.3.2012], 10.)	23
Kuvio 8. Ruukin kaidepylväät. (Ruukki suojakaiteet, [Viitattu 20.3.2012], 9.).....	24
Kuvio 9. Rungon layout.....	26
Kuvio 10. Leikkuupään layout.	28
Kuvio 11. Terälappu.....	30
Kuvio 12. Voimansiirron kulku.....	32
Kuvio 13. Tilavuusvirta kierrosnopeuden funktiona. (Eaton 741xx piston motor 2006, 8.)	34
Kuvio 14. Akselin mittapiirros.	37
Kuvio 15. Akselin VKK.	38
Kuvio 16. Laakeri b. (SKF, [Viitattu 29.4.2012].)	40
Kuvio 17. Laakeri b. (SKF, [Viitattu 29.4.2012].)	40
Kuvio 18. Laakeri a. (SKF, [Viitattu 29.4.2012].)	41
Kuvio 19. Eaton 74118 Hydraulimoottorin akseli. (Eaton 741xx piston motor 2006, 11.)	42
Kuvio 20. Hihnapyörä. (SKF, [Viitattu 17.4.2012].).....	42
Kuvio 21. Kartioholkki. (SKF, [Viitattu 17.4.2012].).....	43
Taulukko 1. Viherhoidon laatuvaatimukset hoitoluokissa N. (Tiehallinto 2000, 34.)	11
Taulukko 2. Viherhoidon laatuvaatimukset hoitoluokissa T, E. (Tiehallinto 2000, 35.)	12
Taulukko 3. Ominaisuudet.	22
Taulukko 4. Moottorin spesifikaatio. (Eaton 741xx piston motor. 2006, 4.).....	44
Taulukko 5. Sylinterien iskunpituudet. (MTS sylinterit, [Viitattu 29.4.2012], 4.).....	46

Käytetyt termit ja lyhenteet

Kolmipistekiinnitys	Työntövarren ja kahden vetovarren muodostama mekanismi, jolla työkone kiinnitetään traktoriin.
U-160	Poikkileikkaukseltaan U-teräsprofiili, jossa pitempi sivu 160 mm ja lyhyempi 60/70 mm.
U-100	Poikkileikkaukseltaan U-teräsprofiili, jossa pitempi sivu 100 mm ja lyhyempi 30/50 mm.

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on kehittää teiden viherhoidon viimeistelyssä käytettyä menetelmää. Tällä hetkellä vallitseva menetelmä on käsinviimeistely. Viimeistelytyö on raivaussahalla tehtävää kaiteenalusten sekä liikennemerkkien ja valo- ja sähköpylväiden juurien siistimistä.

Työturvallisuuden kannalta olisi parempi, jos viimeistelytyöt voisi tehdä koneella eikä tarvitsisi jalan työskennellä välillä vilkkaankin liikenteen seassa. Tienvarsiniitot tapahtuvat kesäkuumalla, mikä voi vaikeuttaa keskittymistä työhön ja liikenteen seuraamiseen, ja tämä taas johtaa vaaratilanteisiin. Käsintekeminen myös aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia niin työntekijälle kuin työn tilaajallekin. Ylimääräisiä kustannuksia tulee, koska viimeistelijän on erikseen ajettava joissakin tapauksissa jopa kymmeniä kilometrejä viimeistelläkseen vain muutaman metrin matkalta kaiteenalusta. Näitä kuluja saisi karsittua, kun traktorin etupäähän saadaan kytkettyä laite viimeistelyyn.

Tavoitteena on kehittää sellainen konsepti, jonka pohjalta voisi laitteesta valmistaa urakoitsijalle prototyypin koekäyttöön. Laitteelle asetettuna tavoitteena on, että laitteella voitaisiin korvata suuri osa käsin tehtävistä viimeistelytyöistä teiden viherhoidossa.

Työssä tutustutaan tuotekehitysprosessiin, teiden viherhoidon laatuvaatimuksiin, markkinatilanteeseen ja olemassa oleviin työkoneeseen, jotka ovat tarkoitettu viimeistelyyn. Työssä käydään läpi myös muutamia eri sovelluksia muilta nurmenhoitoaloilta. Työssä valmistellaan kokonaiskonsepti traktoriin kytkettävästä viimeistelyleikkurista teiden viherhoitoon. Tarkemmin työssä käsitellään laitteen leikkuupäätä sekä pääpiirteittäin käydään läpi laitteessa tarvittava hydraulikka.

2 VIHHERHOITO

Tienvarsia niitetään parantamaan liikenneturvallisuutta poistamalla kasvusto tienpientareelta. Kasvuston poisto helpottaa tienkäyttäjää havannoimaan tietä eteenpäin ja tielle mahdollisesti pyrkivät eläimet ja muut mahdolliset esteet. Kasvuston poisto vähentää jo itsessään eläimien halua tulla ruokailemaan tienpientareelle. Siistitty viheralue on myös esteettisesti miellyttävämpi näky kuin rehottava heinä ja pajukko (Kuviot 1,2). Pienempien nopeusrajoitusten alueella työn jäljen pitää olla moitteetonta, koska alueella on enemmän jalankulkijoita ja pyöräilijöitä, jotka havannoivat tarkemmin viheralueiden kuntoa. Hoitamaton viheralue rasittaa myös tierakenteita. (Liikennevirasto 2010.)



Kuvio 1. Siistitty piennar. (Liikennevirasto 2010, 16.)



Kuvio 2. Siistimätön piennar. (Tiehallinto 2000, 60.)

Vaikka minkään strategisen asiakasryhmän kaikkein keskeisin tavoite ei liity liikenneympäristön hoitoon eikä varusteiden ylläpitoon, nousevat monet liikenneympäristöön liittyvät asiat myös asiakastarpeina esiin. Peruskoululaisten turvallista koulumatkaa edesauttaa riittävät näkemät – vesakonraivaus ja niitto. (Liikennevirasto 2010.)

Niiton viimeistely tulee tehdä siten, että pylväiden, liikennemerkkien ym. teknisten laitteiden sekä istutettujen puiden ympärille ei jää alueen leikattua nurmetusta korkeampaa heinää. Viimeistelyniitto on tehtävä viikon kuluessa varsinaisesta niitosta. (Liikennevirasto 2010.)

Liikennevirastolla on toimintalinjaus viherhoidolle, jonka laatuvaatimukset selviävät taulukoista 1 ja 2. Nämä laatuvaatimukset osaksi määrittelevät suunniteltavalle laitteelle asetetut toimintavaatimukset.

Taulukko 1. Viherhoidon laatuvaatimukset hoitoluokissa N. (Tiehallinto 2000, 34.)

LAATUVAATIMUKSET	HOITOLUOKKA		
	NI	N2	N3
Niitto Niitettävä alue	Niitto on ulotettava ojan pohjaan, kuitenkin enintään 6 m päällysteen reunasta Keskikaistat on niitettävä kokonaan Pensasalueiden rikkakasvien mekaaninen niitto ensiksi sovittaessa	Niitto on ulotettava ojan pohjaan kuitenkin enintään 4 m päällysteen reunasta	Niitto on ulotettava ojan pohjaan kuitenkin enintään 2 m päällysteen reunasta
	Kevyen liikenteen väylä 2 m päällysteen reunasta Alle 10 m leveät tien ja kevyen liikenteen väylän sekä levähdys- ja pysäköimisalueiden väliset alueet on niitettävä kokonaan tai puuston rajaan Yli 10 m leveät tien ja kevyen liikenteen väylän sekä levähdys- ja pysäköimisalueiden väliset alueet on niitettävä luokan edellyttämään niittoleveyteen tai puuston rajaan Liittymien näkemäalueet on niitettävä siten, että näkemäalueet pysyvät avoimina Saarekkeet, kiertoliittymät ja välikaistat määritetään yleensä E-luokkaan Niitto mahdollisimman läheltä, enintään 20 cm teknisistä laitteista, puista ja pensaista		
Niittokerrat	1-2 kertaa kesässä, luokan leikkuukerrat määritellään vuosityöohjelmassa Niittämättä jätettävät tiet määritellään vuosityöohjelmassa		
Niittoaika	15.6-30.8		15.6-15.9
	Ensimmäinen niittokerta ennen juhannusta Tarkat niittoaikakohdat määritellään vuosityöohjelmassa Koulujen lähistöjen tiensuoksille on ajoitettava yksi niittokerta ennen koulujen alkamista		
Nurmen pituus niiton jälkeen	4 – 10 cm, esteisessä luiskassa mahdollisimman läheltä maata		
Kaiteiden taustat	Vähintään kerran kesässä yhdeltä terän leveydeltä (vähintään 1,5 m) Näkyviltä osin ojan pohjaan, kuitenkin enintään luokan edellyttämään niittoleveyteen Viimeisen niittokerran yhteydessä		Joka toinen vuosi, vuosityöohjelman mukaisesti
Kaiteiden alustat	Kerran kesässä Viimeisen niittokerran yhteydessä		Joka toinen vuosi, vuosityöohjelman mukaisesti
Bussipysäkkien taustat	Viimeisen niittokerran yhteydessä		
Niiton viimeistely	Kuivatusrakenteiden toimintaa häiritsevä niittojäte on poistettava viikon kuluessa		
Niittomenetelmät	Silppuva laite Kapeat keskikaistat tarvittaessa siimaleikkurilla Kaiteiden alustat ja taustat tarvittaessa siimaleikkurilla Niitto on suoritettava tiensuoksilla siten, että työ valmistuu keskeytyksittä tien molemmin puolin Ketjumurskaimen käyttö on kielletty		
YLEISET LAATUVAATIMUKSET	Vihreä yleisilme Numetuksen on liityttävä saumattomasti viereisen alueen ympäristöön Kivettyjen alueiden heinittyminen on estettävä Ensimmäinen niitto on tehtävä valikoiden, kukkivaa ja kehittyvää niittykasvustoa säästäen		
			Jos 2 niittoa, ensimmäinen niitto voi olla valikoiva
VAATIMUSTEN TOTEAMINEN	Toimenpiteiden sopimuksenmukaisuus tarkastetaan tarvittaessa katselmuksessa		

Taulukko 2. Viherhoidon laatuvaatimukset hoitoluokissa T, E. (Tiehallinto 2000, 35.)

LAATUVAATIMUKSET	HOITOLUOKKA	
	T1, E1 puistomainen	T2, E2 luonnonmukainen
Niitto Niitettävä alue	Tiealueen rajoja noudattaen puustonrajaan, puistoon tai hoidettuun piha-alueeseen Keskikaistat koko leveydeltään Tien ja levähdys- ja pysäköimisalueiden väliset alueet on niitettävä koko leveydeltään tai puuston rajaan Alle 10 m leveät tien ja kevyen liikenteen väylän väliset alueet on niitettävä kokonaan tai puuston rajaan Saarekkeet, kiertoliittymät, ja välikaistat	
Niittokerrat	3-5 kertaa kasvukaudessa	2-3 kertaa kasvukaudessa
Niittoaika	1.6-15.9	15.6-15.9
Numen pituus	Nurmi ei saa olla yli 15 cm pitkää Nurmea ei saa niittää alle 4 cm lyhyemmäksi	Nurmi ei saa olla yli 25 cm pitkää
Kaiteiden taustat	2 kertaa kasvukaudessa ajoitettuna toiseen ja neljanteen niittokertaan	Kerran kasvukaudessa ajoitettuna toiseen niittokertaan
Kaiteiden alustat ,teknisten laitteiden ja puiden tyvet	2 kertaa kasvukaudessa ajoitettuna toiseen ja neljanteen niittokertaan	Kerran kasvukaudessa ajoitettuna toiseen niittokertaan
Niiton viimeistely	Tiemaisemaa häiritsevä niittojäte on kerättävä 2 vrk:n kuluessa niitosta Pylväiden, liikennemerkkien ym. teknisten laitteiden sekä puiden ja pensasalueiden ympäristöjen niitto on tehtävä 1 viikon kuluessa alueen niitosta Kuivatuslaitteiden toimintaa häiritsevä niittojäte on kerättävä 1 viikon kuluessa niitosta Tielle ja kevyen liikenteen väylälle sinkoutuneet kivet ja roskat on poistettava välittömästi	Tiemaisemaa häiritsevä niittojäte on kerättävä 1 viikon kuluessa niitosta
Niittomenetelmät	Kapeat keskikaistat tarvittaessa siimaleikkurilla Kaiteiden alustat ja taustat siimaleikkurilla Niitto on suoritettava tiejaksoittain siten, että työ valmistuu keskeytyksittä tien molemmin puolin Ketjumurskaimen käyttö on kielletty	
Kevätkunnostus ja syyskunnostus	Ylimääräinen kasvijäte ja hiekoitushiekka on poistettava siten, että nurmikon viherytiminen ei esty Kevätkunnostus on aloitettava, kun numikko kestää koneiden painon Syyskunnostus on tehtävä kun ympäröivät kasvit ovat tiputtaneet lehtensä tai urakan asettamissa aikarajoissa jo aiemmin	Hiekoitushiekka on poistettava
Paikkaus	Talvivauriot jotka ovat yli 1,0 m ² kokoisia on korjattava keväällä Kylvö on suoritettava perustamislukon mukaisella siemenseoksella ja kylvös on peitettävä ja tiivistettävä Kaikki mekaaniset vauriot on korjattava heti vaurion ilmaannuttua	Talvivauriot jotka ovat yli 2,0 m ² kokoisia on korjattava keväällä
Kalkitus ja lannoitus	Erikseen sovittaessa, viljavuustutkimukseen perustuen	
Rikkakasvien torjunta, rajaus ja kastelu	Erikseen sovittaessa	
YLEISET LAATUVAATIMUKSET	Siisti, puistomainen yleisilme	Vihreä yleisilme
	Hoitotoimet on tehtävä siten, että nurmipinnassa ei ole suurikokoisia aukkoja, ja että kasvuston elinvoimaisuus säilyy Kivettyjen alueiden heinittyminen on estettävä	
LOPPULAATU	Nurmetuksen on liityttävä saumattomasti viereiseen ympäristöön Nurmetuksen ja luonnonmukaisen kasvuston raja on tehtävä portaattomaksi tai muuten luontevaksi	
VAATIMUSTEN TOTEAMINEN	Toimenpiteiden sopimuksenmukaisuus tarkastetaan tarvittaessa katselmuksessa	

3 TUOTEKEHITYS

Tuotekehityksen historian juuret juontavat 1900-luvun alkuun, jolloin alan pioneereina pidetyt henkilöt perustivat omia tutkimuslaboratorioita. Henkilö nimeltä Du Pont perusti oman laboratorion ja Arthur Dehon Little General Motors Corporation:n palkallisena. Tuotekehitys on ollut kovan kritiikin ja skeptisyyden kohteena aina toiseen maailmansotaan asti. Sodan jälkeen tuotekehityksen tärkeys alettiin ymmärtämään ja se saavuttikin suurta mielenkiintoa eri teollisuuden aloilla. (Nevaranta 2011, 4.)

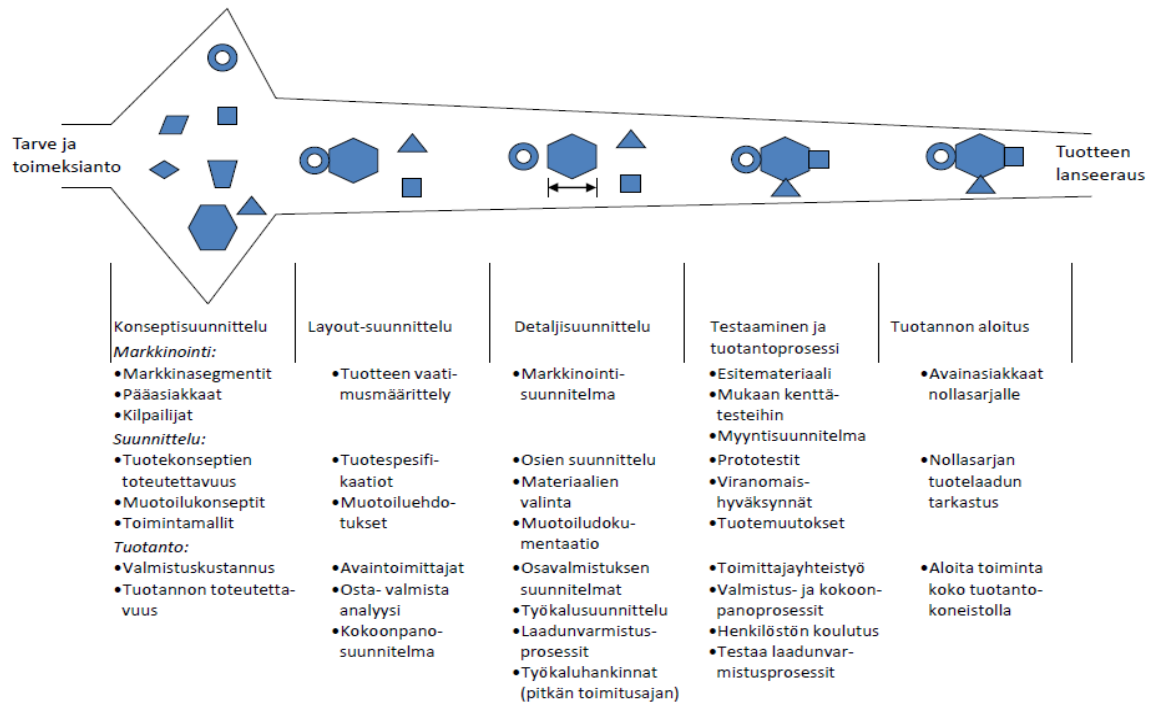
On silti edelleenkin haasteellista saada yrityksen insinööritieteiden edustajat, markkinointi- ja talousihmiset ymmärtämään toistensa näkökulmia ja toimimaan tehokkaasti keskenään. Tuotekehitys on kuitenkin yksi tärkeä osa yritystoimintaa, joka mahdollistaa yrityksen kilpailukyvyn ylläpitämisen, varsinkin kun tuotteiden elinkaari lyhenee jatkuvasti. (Nevaranta 2011, 4.)

Tuotekehitys ei yleensä ole yhden ihmisen hoidettavana, vaan tuotekehityksessä on useampia ja usealta eri osaamisalueelta olevia henkilöitä. Ihmisiä voi olla suunnittelutoimistoista tai alihankintayrityksistä mukana kehittämässä tuotteita. Tuotekehitystiimillä on kuitenkin oltava johtaja yrityksen sisältä kontrolloimassa tiimin työskentelyä. (Nevaranta 2011, 11.)

Tuotekehitystiimissä olisikin hyvä olla useamman tyylisiä ihmisiä parhaimman lopputuloksen saamiseksi. Tuotekehityksessä on oltava joku, joka ymmärtää asiakastarpeet kunnolla ja tietää tuotteen käyttötarkoituksen. Näiden ihmisten panos tiimissä on hyvin olennainen osa onnistunutta lopputulosta. Tiimipäälliköllä onkin suuri vastuu siitä, että hyödynnetään koko tiimin resursseja. Ei ole hyvä, jos toteutettavat ideat tulevat aina samalta ihmiseltä, koska silloin on todennäköistä, että hyviä ja kehitettäviä ideoita jää pois, eikä tuotekehitystiimi toimi parhaalla mahdollisella teholla. (Nevaranta 2011, 15, 32.)

Tuotekehityksen täysi hyödyntäminen on myös mahdollista vain, jos tiimillä on valtuutukset toimia itsenäisesti ilman yrityksen ylemmän johdon liiallista puuttumista tiimin toimintaan. Yrityksen ylemmän johdon puuttuminen tuotekehityksen päätöksiin voi vesittää koko toiminnan ja näin tehdä ihmisten työpanoksen merkityksettömäksi. On kuitenkin muistettava, että tiimi toimii yritysjohdon alaisuudessa. Yrityksen johto yleensä asettaakin esimerkiksi budjettisivistä tiettyjä rajoituksia, joiden sisällä tuotekehityksen tulee toimia. Tuotekehityksen tulee tiedostaa myös yrityksen asiakassegmentti. Tuotekehitys toimiikin yhdessä muun yrityksen kanssa yhteistyössä ja on vain yksi osa yritystä. Tuotekehitys ei voi toimia yhtenä erillisenä yksikkönä muusta yritystoiminnasta irrallaan. Mikäli jotain yritysalueista ei oteta huomioon tuotekehityksen päätöksissä, tästä aiheutuu suuria hankaluuksia tuotekehitysprosessille ja sen onnistumiselle. (Nevaranta 2011, 7, 12, 16.)

Tuotekehitys on pitkä prosessi toimeksiannosta valmiiksi tuotteeksi. Tuoteprosessiin (Kuvio 3) kuluu aikaa ja rahaa, sillä harvemmin tuote on vuoden päästä markkinoilla siitä, kun toimeksianto on saatu. Tuotekehityksestä ei välttämättä jokainen projekti pääse tuotantoon asti, ja projekti voidaankin hyllyttää erinäisistä syistä. On kuitenkin mahdollista, että kerran hyllytetty projekti otetaan uudestaan tutkittavaksi, esimerkiksi jos jokin ratkaiseva valmistusmenetelmä on muuttunut kannattavammaksi. Tuotekehityksen suurin yksittäinen kustannus ovat palkat. Tuotekehitys onkin enemmänkin ajattelutyötä kuin konkreettista tekemistä. (Nevaranta 2011, 12.)



Kuvio 3. Tuoteprosessi. (Nevaranta 2011, 22.)

3.1 Asiakastarpeet

Tuotekehityksessä on ensimmäisenä tiedettävä, mitä asiakas tarvitsee tai toivoo tuotteelta. Ilman tätä tietoa tuotekehitys voi kehittää vaikka miten hienoja tuotteita ilman, että asiakkaat kiinnostuvat näistä lainkaan. Näin toimiva yritys ei kovin kauan ole kilpailijana millään markkinoilla. Yrityksessä onkin oltava jokin taho, joka selvittää tuotteilta haluttuja ominaisuuksia ja tuotteita käyttävien asiakkain mielipiteitä jo olemassa olevien laitteiden ominaisuuksista. Määritettäessä asiakastarpeita otetaan selvää, mihin ja miten asiakkaat käyttävät tuotetta ja käydään läpi mielipiteet kunkin ominaisuuden painoarvosta, jotta saadaan tärkeimmät ominaisuudet selville. Yleensä yrityksen markkinointi vastaa asiakastarpeiden selvityksestä. (Nevaranta 2011, 32.)

Asiakastarpeiden määrittämiseksi on olemassa monia eri tapoja, kuten asiakastapaamiset. Tarkimmat tulokset saadaan asiakkailta, jotka käyttävät tuotetta paljon. Satunnainen käyttäjä ei välttämättä havaitse tarvetta jollekin ominaisuudelle, jota tuotetta paljon käyttävä pitää hyvinkin tärkeänä. (Nevaranta 2011, 36.) Tässä työssä käsiteltävästä laitteesta asiakastarpeet on määritelty osassa 5.

3.2 Markkinakartoitus

Asiakastarpeiden määrittämisen ja tunnistamisen jälkeen on hyvä myös tutkia kilpailevien valmistajien tuotteita ja niiden menestystä (Nevaranta 2011, 34). Ei ole poissuljettua, että kilpaileva yritys hankkii toisen valmistajan tuotteen ja tutkii tehdyt ratkaisut. Ratkaisuja ei kannata, eikä monessa tapauksessa saakaan kopioida suoraan, vaan poimitaan parhaita paloja ja muokataan ratkaisua omaan tuotteeseen soveltuvaksi. Tämä ajaa kehitystä eteenpäin, koska ei tarvitse keksiä jo keksittyjä asioita uudestaan. On myös tarkasteltava yleistä markkinatilannetta, että kannattaako panostaa tuotteeseen, jossa on normaalia suurempi riski ettei tuote maksa itseään takaisin. Täytyy muistaa, että yritykset toimivatkin markkinoiden ehdoilla.

Tämän työn osalta markkinakartoitus on osassa 4.

3.3 Konsepti

Asiakastarpeiden määrittämisen ja markkinakartoituksen jälkeen tiimissä kehitetään ideoita toteutuksesta. Tässä vaiheessa ei kannata tehdä vielä tarkempia kuvauksia toteutuksesta eikä laskea idean tuotantokuluja. Tärkeämpi on saada esille ideoita, joita voidaan jatkokehittää tai yhdistellä toisen idean kanssa. Vasta ideoinnin jälkeen aletaan tarkemmin pohtia ideoiden toteutettavuutta ja valmistuskustannuksia. Tässä vaiheessa konseptit ovat vielä raakavedoksia ilman tarkempia tuotemäärittäyksiä. (Nevaranta 2011, 53, 57.)

3.4 Layout

Layout-suunnittelussa konseptille määritellään tuotteen päämitat ja toimintatavat sekä laaditaan tarkat tuotetiedot. Konseptista tarkastellaan, mitä kannattaa itse valmistaa ja mitä ostaa valmiina. Otetaan myös selvää, onko mahdollista käyttää osakokonaisuuksia, joita on helpompi myöhemmin päivittää ilman, että koko konstruktioita tarvitsee uudistaa. Tässä vaiheessa tuotteesta on olemassa jo jonkinlainen kokoonpanokuva ja tuotteen muotoilu on myös selvillä. (Nevaranta 2011, 63 – 65.)

3.5 Detalji

Detaljivaiheessa tuotteen osista laaditaan tarkat suunnitelmat, tehdään tarkat dokumentaatiot tuotteen eri osista ja valitaan materiaalit, joita tuotteessa käytetään. Määritellään osat, jotka valmistetaan itse tai alihankintana. Standardiosia ei yleensä kannata itse valmistaa, koska on paljon yrityksiä, joiden tuotanto koostuu pääasiassa vain tällaisten osien valmistuksesta. Tuotanto valmistelee tai tilaa työkalut, joita tuotteen valmistukseen tarvitaan. Markkinointi valmistelee tuotteen markkinointisuunnitelmat ja lanseerauksen.

3.6 Testaaminen ja tuotannon aloitus

Kun tuote on saatu protoasteelle, sille suoritetaan testauksia ja viimeistellään yksityiskohtia testien perusteella. Tuotteille tulee hankkia tarvittavat viranomaishyväksynät ennen markkinoille saattamista. Valitaan asiakkaista koekäyttäjiä, joille tuotetta tarjotaan käyttöön. Valmistellaan tuotantoa toimimaan koko kapasiteetilla.

Tuotteen markkinoinnin täytyy onnistua, jotta tuotteita kannattaa kehittää ja tuottaa. Itse tuotteessa ei välttämättä ole mitään vikaa, päinvastoin se voi olla parempi kuin edeltäjänsä, mutta jos tuotetta ei saada asiakkaiden tietoisuuteen, kehitys on ollut turhaa. Tästä voikin päätellä, että onnistunut tuotekehitys ei ole ainoastaan projekteissa työskentelevien ihmisten vastuulla, vaan koko yrityksen yhteinen projekti.

4 MARKKINAKARTOITUS

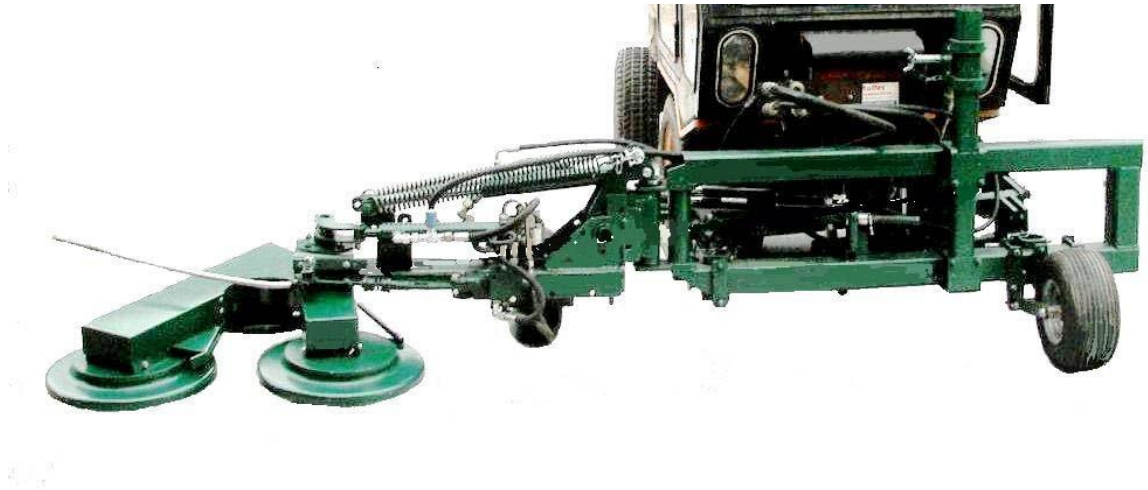
Suomessa ei ole aiemmin ollut viimeistelytyöhön täysin valmiita ratkaisuja. Suomalainen Oy Coveston Ab on kehittänyt laitetta viimeistelytyöhön, ja laite olikin kesällä 2011 kahdella urakoitsijalla koekäytössä. Kyseinen leikkuri on suuri ja raskastekoinen. Yrityksen laite toimii siis kaiteen päällä, kuten kuviosta 4. selviää. Huonona puolena voisi pitää peruuttamisen tarvetta korkeampien tolppien ja paalujen kohdalla. Rakennetta tarkastellessa huomaa kuitenkin, ettei laitetta ole tarkoituskaan käyttää muualla kuin kaiteiden viimeistelyssä, sillä leikkurissa ei ole kallistusmekanismeja lainkaan, jotta voitaisiin viimeistellä pientareella olevat kohteet.



Kuvio 4. Kaiteenalusleikkuri. (Konepörssi 2011.)

Tanskalainen CMN maskintec valmistaa laitteita maatalouteen, puiston- ja nurmenhoitoon. Yrityksellä on viimeistelyyn kaksi eri laitemallia, joista toinen on kuviossa 5. Laitteet ovat kevyempirakenteisia ja toimivat Covestonen laitteesta poiketen kaiteen alla. Yritys ei kuitenkaan mainosta viimeistelylaitteita englanninkielisillä sivuillaan, vaan tuotteista löytyy tietoa ainostaan tanskaksi. Laitteita markkinoidaan Tanskassa kuitenkin juuri kyseiseen viimeistelytyöhön.

Nikkaa Farm on suomalainen maahantuojaja CMN maskintec:in laitteille ja on tuonut muutamia viimeistelylaitteita Suomeen koekäyttöön, mutta kuitenkin tämä tanskalaisvalmisteinen laite ei ole soveltunut Suomessa tehtäviin töihin. Laitteen mitat ovat aiheuttaneet ongelmia kaiteen alle mahtumisen kanssa.



Kuvio 5. Viimeistelyleikkuri. (CMN maskintec 2012.)

Markkinoilla on niittosilppureita, joihin on mahdollista saada lisälaitteena viimeistely-yksikkö laitteen pätyyn. (Kuvio 6.) Näidenkin jälkeen jää tosin vielä paljon käsinviimeisteltävää, koska viimeistely on toispuoleista. Tämä sovellus on kokonaistaloudellisesti ajatellen hyödytön teiden viherhoitoon, koska lopullinen viimeistely on tehtävä kuitenkin käsin. Kyseinen laite soveltuu sellaiseen käyttöön, jossa viimeisteltävä alue voidaan ajaa molemmilta puolin viimeisteltävää kohdetta.



Kuvio 6. Viimeistelijä. (INO 2011.)

Myös yksityisillä urakoitsijoilla voi olla jonkinlaisia sovelluksia itsetehtynä viimeistelytyöhön, mutta näistä ei ole yleistä tietoa. Laitte olisi tarpeellinen ja haluttu niiden urakoitsijoiden keskuudessa, jotka hoitavat viheralueita. Joten jos jollakin olisi toimiva ratkaisu viimeistelytyöhön, se olisi markkinoitu jo muillekin alan toimijoille.

Markkinoilla on kysyntää toimivalle viimeistelyleikkurille, koska vallitseva menetelmä on raivaussahalla viimeistely ja nykypäivänä haetaan kustannustehokkuutta lähes jokaiseen työhön ja asiaan. Varsinkin urakoitsijoille, joiden hoidettavalla alueella on paljon kaiteita, koneellinen viimeistely toisi säästöjä. Laitteen asiakassegmentti on lähinnä teiden viherhoidossa työskentelevät, mutta pieni asiakaskunta voisi olla myös puistotöitä tekevät, kuitenkin painottuen teiden viherhoitoon.

5 KONSEPTI

Tässä työssä urakoitsija tarvitsee tuotteen, jonka avulla voisi jättää käsityöt vähemmälle tai jopa kokonaan pois. Työssä käsiteltävästä laitteesta asiakkaan mielipiteet ominaisuuksista on otettu selville sähköpostilla lähetetyssä kyselyssä sekä keskusteluissa asian tiimoilta. Olen myös itse ollut tekemässä kyseisiä tienvarsiniittoja, joten ymmärrän tuotteen käyttötarkoituksen ja siltä toivottuja ominaisuuksia. Normaalisti kysely tehtäisiin useammalle, jotta saataisiin laajempi ja luotettavampi otanta. Tässä työssä kysely on tehty poikkeuksellisesti ainoastaan työn toimeksiantavalle yritykselle. Haastavaksi tuotteen ominaisuuksien määrittämisen tekee se, että aiempaa tuotetta ei ole kehityspohjana. Tuotteen ominaisuudet ja parannettavat osa-alueet tulevatkin esille lopullisesti vasta käytössä. Tuotteen ominaisuudet ja niiden painoarvot selviävät taulukosta 3.

Taulukko 3. Ominaisuudet.

	Ominaisuus	Tärkeys
1	Laitteen paino	5
2	Huollon helppous	8
3	Kestävyys	9
4	Mahdollisuus kytkeä mihin tahansa laitteeseen, jossa etupään kiinnitys	8
5	Mahdollisuus viimeistellä myös valo- ja sähkötolpat	9
6	Kaiteen alusten viimeistely	10

Ominaisuuksien tärkeyden toimeksiantaja on arvioinut asteikolla 1-10. Lisäksi tärkeänä ominaisuutena on turvallisuus, sitä ei ole erikseen taulukossa arvioitavana, koska se on ilman arviointejakin yksi tärkeimmistä ominaisuuksista. Kuten taulukosta 3 voi päätellä, tekniset toiminnat ovat tärkeitä, mutta tuotteen painolla ei ole niinkään painoarvoa. Kuitenkin olisi suotavaa saada irroitettavia lisäpainoja lähelle kolmipistekiinnitystä. Näillä lisäpainoilla voisi kompensoida traktorin takapainoisuutta. Takapainoisuus johtuu traktorin takapäähän kiinnitetystä suuriulottuvuudensisestä puomisilppurista. Painoa ei kannata lisätä koko tuotteeseen, koska se rasittaa suotta tuotteen omaa runkoa.

5.1 Toimintaympäristö

Paju on yleisin kasvava puu teidenvarsilla sen kasvunopeuden ja sitkeyden vuoksi. Jos kuitenkin viimeistelyt on tehty edelliskesänä oikein, pajukkoa ei pitäisi olla tolppien ja pylväiden juurilla. Suunnittelussa on kuitenkin otettava huomioon kevyen puuston mahdollisuus. Leikattavan heinän seassa on myös kiviä, jotka ovat haaste terien keston kannalta. Teidenvarsilta löytyy myös paljon ihmisten hylkäämiä esineitä, jotka voivat aiheuttaa laiterikkoja osuessaan tai takertuessaan teriin.

Vuoteen 1970 asti kaiteissa käytettiin teräsjohteita ja betonipylväitä. Vuonna 1970 siirryttiin U-160 teräspylväisiin, joita käytettiin aina vuoteen 1995 asti, jolloin siirryttiin nykyisiin U-100 (Kuvio 8) pylväisiin. (Liikennevirasto 2010.) Uuden kaiteen korkeus on päällysteestä mitattuna 700 mm kaiteen yläreunaan (± 20 mm) ja pylväsväli 2–4 m. Vanhat kaiteet ovat olleet matalampia jo tekovaiheessa ja madaltuneet lisää teitä uudelleen päällystettäessä. (Tiehallinto 2006.) Uuden päällyksen kerrospaksuus on noin 40–50 mm (Asfalttipojat. [Viitattu 28.3.2012]). W230/4 on yleisin käytetty kaidejohde. (Kuvio 7.) Kaiteen rakenteet ovat standardin SFS-EN 1317 mukaisia. Kaiteiden etäisyys päällysteen reunasta on noin 0,5 m.



Kuvio 7. Ruukin kaidejohteet. (Ruukki suojakaiteet, [Viitattu 20.3.2012], 10.)



Kuvio 8. Ruukin kaidepylväät. (Ruukki suojakaiteet, [Viitattu 20.3.2012], 9.)

Koska toimeksiantajalla on toiveissa, että laite soveltuisi myös valo- ja sähköpylväiden sekä liikennemerkkitolppien siistimiseen, niidenkin mitat on otettava huomioon. Suomessa käytettävät liikennemerkkitolpat ovat halkaisijaltaan 60, 90 ja 114 mm. (Tiehallinto 2004). Tolppien asennuksessa käytetään erilaisia tukijalkoja, mutta näitä tukia ei tarvitse huomioida, koska ne yleensä upotetaan maanpinnan tasolle. Jos kuitenkin tuki on pinnan yläpuolella, sen halkaisija on pienempi kuin valaisinylvään. Puisen valaisinylvään tyvihalkaisija vaihtelee mitoissa 120–258 mm \pm 10 mm. Alumiini- ja teräspylväiden mitat vaihtelevat välillä 136–273 mm. (SFS 5269.) Valaisinylväiden etäisyydet päällysteen reunasta vaihtelevat puolesta metristä useisiin metreihin. Liikennemerkkitolppien etäisyydet vaihtelevat välillä 0,5 m–1,5 m.

Etäisyys laitteen toiminta-alueen ja traktorin keulan kiinnityspisteeseen niin eteenpäin kuin sivullekin on tärkeä huomioida, jotta taataan riittävät näkemät laitteeseen. Traktorin eturengas ja lokasuoja aiheuttavat suuren katveen työalueen näkökenttään. Jotta riittävät näkemät laitteeseen sen ollessa käytössä varmistetaan, teräpään on sijaittava tarpeeksi sivussa traktorin keskilinjasta ja etäällä kiinnityspisteestä. Osaltaan nämä etäisyydet määräytyvät viimeisteltävien kohteiden etäisyyksillä.

Tienpiennarten kaltevuus täytyy huomioida laitteen mittoja suunniteltaessa. Pientareen kaltevuudella ei ole tarkkoja mittoja, mutta laitetta suunniteltaessa täytyy määritellä riittävät toiminkulmat. Suurimpana kallistuskulmana tietasoon nähden voisi pitää 45°:ta.

5.2 Konseptit

Konseptivaiheessa mietittiin useampia vaihtoehtoja ja tarkasteltiin näitä usealta näkökantilta parhaan lopputuloksen takaamiseksi. Vertailu suoritettiin listaamalla plussia ja miinusia eri vaihtoehdoille. Näiden pohjalta valittiin konstruktio, jota viedään eteenpäin.

5.2.1 Kokonaiskonstruktio

Vaihtoehto yksi oli samantyylinen kuin Covestonen kehittelemä laite (kuvio 4.), jossa kaide jäisi laitteen rungon väliin ja laite toimisi molemminpuolin kaidetta. Vielä silloin ei tiedetty Covestonen testaavan kyseisenmallista laitetta.

Vaihtoehto kaksi oli täysin kaiteen alle sijoittuva konstruktio, joka tuotaisiin kaiteen alle sivusta. Tämän vaihtoehdon arvelimme olevan rakenteeltaan monimutkaisempi kuin vaihtoehto yksi. Molemmissa vaihtoehdoissa oli perusajatuksena, että laite tunnistaisi itsenäisesti tolpan ja osaisi väistää/kiertää sen. Tällöin kuljettajalta jäisi ainakin yksi hallintavipu vähemmälle.

Vaihtoehtoa kaksi pidimme parempana ideana lähteä jalostamaan, koska katsoimme, ettei ole hyvä, jos jokin laitteen osa sijaitsee kaiteen päällä. Silloin tolppien juuria siistiessä jouduttaisiin peruuttamaan, että laitteen voisi siirtää tolppalinjasta sivuun jatkaakseen matkaa. Pidimme suurempana haittana peruuttamisen tarvetta kuin rakenteen monimutkaisuutta.

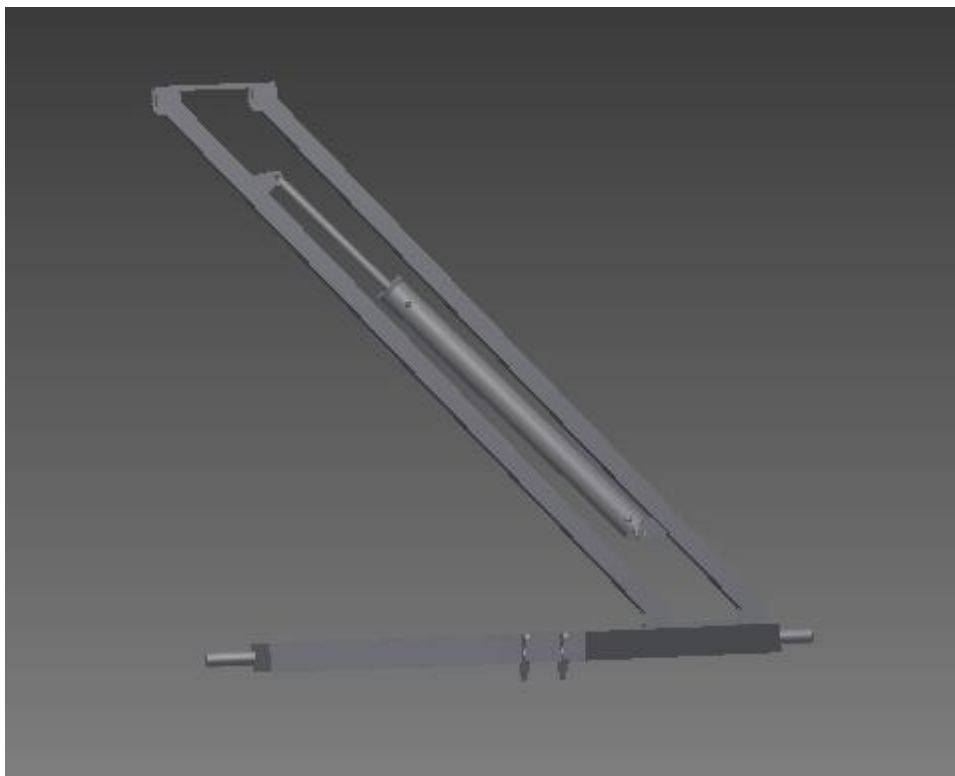
5.2.2 Runko

Koska valitsimme kokonaiskonstruktioksi vaihtoehdon kaksi, piti seuraavaksi ratkaista itse laitteen rungon konstruktio.

Yhtenä vaihtoehtona käsittelimme ratkaisua, jossa olisi sivusuunnassa hydraulisesti liikuteltava palkkirunko. Voisi ajatella, että trukeissa käytetty piikkien sivusiirto on hoidettu samalla tavoin.

Toisena vaihtoehtona käsittelimme ratkaisua, jossa on kaksi samansuuntaista ja -pituista palkkia nivellettyinä molemmista päistä. Palkkien välissä on sylinteri, jonka pituutta säätämällä saadaan palkit liikkumaan sivusuunnassa (Kuvio 9).

Rungoksi valitsimme myös vaihtoehdon kaksi. Tällä rakenteella saavutetaan riittävä etäisyys traktorin keulaan ja riittävä sivuttaissiirto. Sivuttaisliikematkaa saa muutettua palkkien pituutta tai nivelpisteiden etäisyyttä muuttamalla. On kuitenkin huomioitava, että niveletäisyydet pysyvät samana molemmissa päissä palkkeja, jotta laitteen toimintakulma ei muutu sivuttaissiirrosta. Tässä vaihtoehdossa jää myös laitteen kiinnityspisteeseen riittävästi tilaa mahdollisille lisäpainoille.



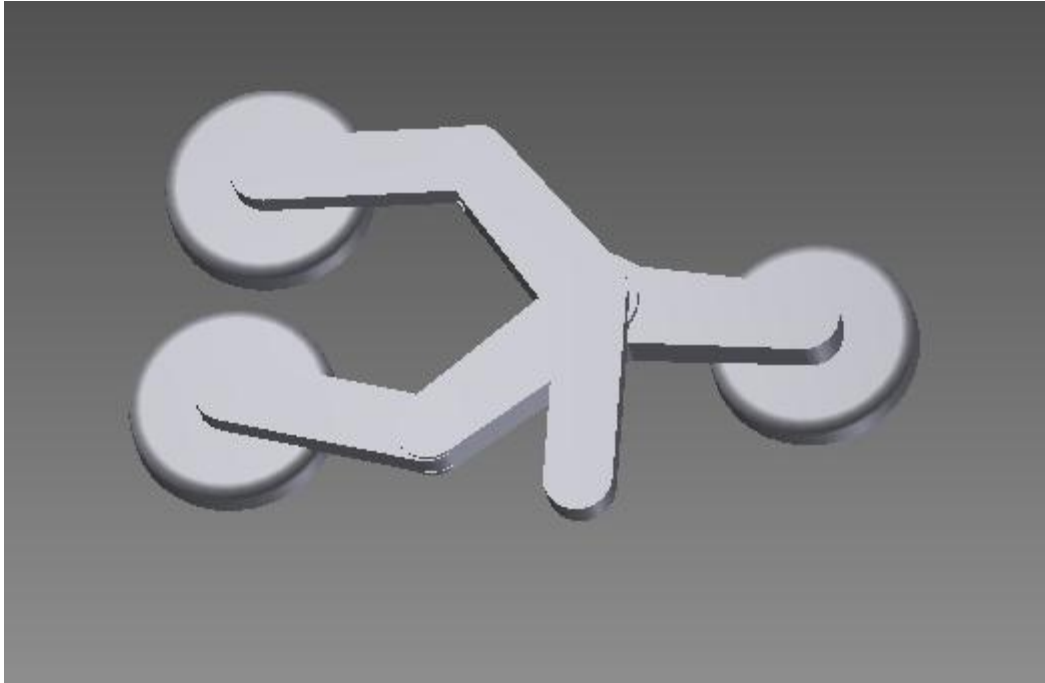
Kuvio 9. Rungon layout.

Traktori, jolla laitetta on tarkoitus käyttää, on suurikokoinen ja leveä. Traktorin leveys on laskettava mukaan, kun määritellään rungolle suurinta sivupoikkeamaa kiinnityksen keskikohdasta. Traktorin raideväli on noin 2 m riippuen rengastuksesta. Kaiteita viimeisteltäessä laitteen sivuttaispoikkeamaksi saadaan noin 1,5 m, mutta liikennemerkkitolpilla mitta on jo 2,5 m.

5.2.3 Leikkuupää

Leikkuupää (Kuvio 10) toteutetaan ympäripyörähtävänä ja kolmella terällä varustettuna, jolloin kaksi terää sijaitsee tolppalinjan molemmin puolin ja kolmas olisi tolppalinjassa. Tolpan osuessa kahden etummaisen terän väliin varret joustavat nivelistä, jolloin terät myötäilevät tolpan pintaa. Kun tolppa osuu leikkuupään pohjalle, sitä kannatteleva varsi joustaa taaksepäin, jolloin leikkuupää siirtyy pois tolppalinjasta samaan aikaan pyörähtäen. Leikkuupää kääntyy maksimissaan 180° myötäpäivään. Kun tolppa on ohitettu, leikkuupää ja sitä kannatteleva varsi kääntyvät jousivoimalla takaisin alkuasentoonsa. Toimintaa on selvennetty kuvien avulla liitteessä 3.

Leikkuupäätä pyöräyttäväksi mekanismiksi oli kolme vaihtoehtoa. Kahdessa hylätyssä vaihtoehdossa pyöräyttävä voima olisi siirretty hydraulisesti kääntöakselille. Leikkuupään kääntö on tarkoitus hoitaa automaattisesti ilman, että kuljettajan tarvitsee siihen puuttua. Hydrauliikan käyttö käännössä olisi tuonut mukanaan komponentteja, kuten esimerkiksi venttiilistön, joka olisi ohjannut kääntösylinterin toimintaa. Valitussa konstruktiossa ei tarvita lainkaan hydraulikkaa leikkuupään kääntöön. Valittu konstruktio toimii geometriaa hyväksikäyttäen ollen yksinkertainen ja helposäätöinen jouston suhteen.



Kuvio 10. Leikkuupään layout.

5.3 Muilla aloilla olevia sovelluksia

On olemassa jo niin monenkaltaisia ja käyttötarkoitukseltaan eri töihin soveltuvia teriä, että näitä ei kannata lähteä itse valmistamaan. Terät ovat myös kulutustavaraa eikä sesonkiaikana ole suotavaa hukata työtunteja tällaiseen, joten tutustutaan muutamiin eri terävaihtoehtoihin.

Kuten aiemmin on todettu, tämän hetken vallitseva menetelmä on raivaussahalla viimeistely. Näihin on olemassa hyvin monipuolisesti erilaisia teriä ja siimoja. Raivaussahoissa käytettävät terät eivät kuitenkaan ole murskaavia, jolloin kaatunut heinä voisi jäädä pitkäksi, mikä ei ole sallittua, kuten laatuvaatimustaulukoista 1 ja 2 ilmenee. Siimaa käytettäessä saisi siistimmän jäljen viimeistelyyn, mutta siimalla kulutuskestävyys on kysymysmerkki. Terät ovat myös jäykkärakenteisia, joten kiveen tai vastaavaan esteeseen osuessaan terät eivät jousta, mistä seurauksena on ennen aikainen terän kulumisen ja vaihto. Esteistä tulevat iskukuormitukset rasittavat myös laitteen voimansiirtoa.

Ruohonleikkureissa käytetään allemurkskausta ja allemurkskaus hoidetaan terien ja leikkuupesän muotoilulla. Katkennut heinä nousee ylös ja keskelle, jolloin heinä laskeutuessaan menee terän läpi uudestaan murskautuen pieneksi silpuksi. Ruohonleikkurin teriä on monia eri malleja. Yleensä ne ovat kuitenkin jäykkiä ja tehty yhdestä osasta, jolloin niiden pituus tulee esteeksi. Puutarhan hoitoon tarkoitetuissa ajettavissa ruohonleikkureissa leikkuupää on kahdella tai kolmella terällä moottoritehojen ollessa alle 15 kW. Näitä ei kuitenkaan ole tarkoitettu pitkälle heinälle. Ruohonleikkureissa yleinen suurin kierrosnopeus terillä on noin 3000 rpm.

Lautasniittokoneissa käytetään terälappuina sellaisia, joita voisi semmoisenaan hyödyntää laitteessa. Terälaput on teroitettu molemmilta reunoilta, joten terän tylyssä terän voisi kääntää. Terän kiinnitys tapahtuu ainoastaan yhdellä kiinnittimellä. Koneen voimansiirron ollessa kytkettynä keskipakoisvoima suoristaa terälaput leikkausasentoon. Jos terään osuu jokin este, kuten kivi, kääntyy terä taaksepäin kiinnityksensä ansiosta. Tämä ominaisuus säästää teriä sekä laitteen voimansiirtoa.

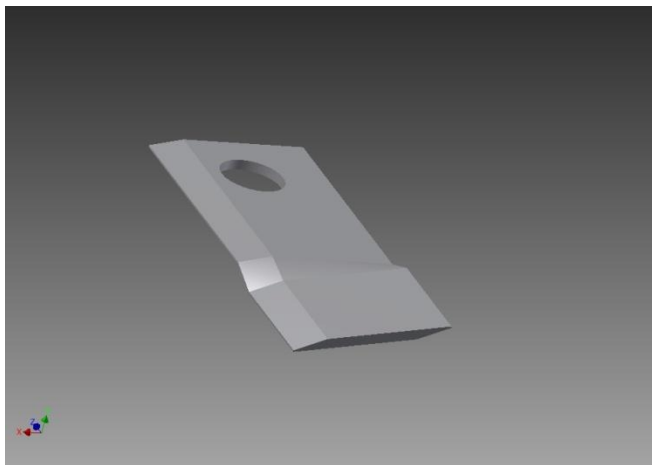
6 LEIKKUUPÄÄ

Leikkuupäätä voisi ajatella tarkasteltavaksi eräänlaisena silppurina, jolloin voisi soveltaa niittokoneissa käytettyjä ratkaisuja. Esimerkiksi voimansiirtoa tarkasteltaessa voidaan käyttää kierrosnopeuden arvoina niittosilppureissa yleisiä kierrosnopeuksia, jotka vaihtelevat välillä 2000–3000 rpm. Hydraulikkamoottorin täytyy kuitenkin toimia laajemmalla kierrosnopeusalueella, jotta saadaan tarvittaessa säätää laitteen kierrosnopeus halutunlaiseksi.

Teräpään kunkin osa-alueen suunnitelmat ja toimintaselvitykset ovat jäljempänä omina osioinaan.

6.1 Terät

Laatuvaatimustaulukoista 1 ja 2 ilmenee, että terinä on käytettävä jotain muuta kuin ketjua. Heinän tulee myös murskautua pieneksi silpuksi, joten terien on oltava murskaavia. Kuten aiemmin kohdassa 5.1 toimintaympäristö on mainittu, terät joutuvat työskentelemään vaihtelevissa oloissa. Tällöin vaihtoehdoksi jäävät teräslatasta valmistetut terälaput (Kuvio 11) kuten esimerkiksi aiemmin mainituissa lautasniittokoneissa.



Kuvio 11. Terälappu.

Laitteen leikkuupäässä on kolme teräyksikköä ja yhden teräyksikön halkaisija on 30 cm. Kussakin teräyksikössä on kaksi terää. Kun käytetään kahta terää ja sijoitetaan ne vastakkaisille puolille, saadaan niiden voimavaikutukset kumoamaan toisensa $\sum F = 0$, jolloin laakeri- ja akselirasitukset säteittäissuunnassa pienenevät.

Kuten aiemmin on todettu, ei teriä kannata valmistaa itse, joten tarkastellaan lautasniittokoneissa käytettävien terälappujen mittoja ja valitaan niistä sopivin. Vertailtaessa eri vaihtoehtoja ovat sopivimmat terälaput: 3x40x94 mm ja 4x50x96 mm. Kiinnitysreiän halkaisija on molemmissa sama 19 mm. (Krone, [Viitattu 1.4.2012]). Terälaput sopivat vertailuun, sillä pituus on lähes sama. Terälapun vapaan pään tulee olla mahdollisimman lähellä teräyksikön suojaa, jotta leikkaus tapahtuu läheltä viimeisteltävää kohdetta. Muissa kokoluokissa terän pituudessa on liikaa vaihtelua.

Terää valittaessa tulee terän hitausmomentti ottaa huomioon, koska kevyempi terä väistää kivet ja muut isommat esteet herkemmin, mutta jossain tapauksissa joissa väistö ei ole toivottua, voi kevyempi terä olla liiankin herkkä. Tällainen tilanne voi tulla esiin esim. pajua leikattaessa. Toisaalta massaltaan suurempi terä lyö kiviin suuremmalla voimalla, mikä taas kuluttaa terää enemmän. Kun ajatellaan laitteen perimmäistä tarkoitusta vähentää käsitöiden määrää, on perustellumpaa käyttää raskaampia teriä eli 4x50x96 mm, jolloin leikkaus on varmempaa terämenekin kustannuksellakin.

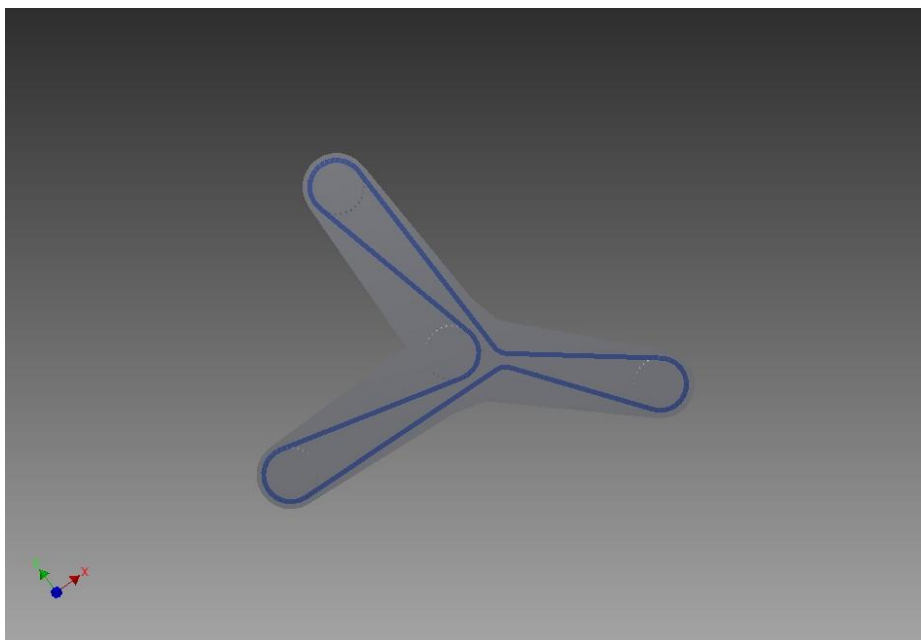
6.2 Voimansiirto

Teräpään voimansiirto toimii yhdellä hydraulimoottorilla, joka saa energiansa traktorin omasta hydrauliiikasta. Laitteessa ei käytetä voimanulosottoa. Hydraulimoottori sijaitsee leikkuupäätä kannattelevassa varressa. Moottorilta välitetään liike hihnavälityksellä kullekin teräyksikölle.

Hihnat kulkevat laitteen rungon sisällä, joten erillisiä suojuksia ei tarvita. Tämä asettaa kuitenkin haasteita suunnitteluun tilakäytön kannalta. Laitteen kokonaiskorkeus on kuitenkin niin ratkaiseva tekijä, että voimansiirto on integroitava runkoon. Runkopalkkien leveys ei ole niin ratkaisevassa asemassa.

Hihnavälitys on perusteltu ratkaisu, koska hihnat terien lisäksi joustavat mahdollisissa iskukuormitustilanteissa, ja näin voimansiirto säästyy suurimmilta iskuilta. Lisäksi hihnavälitystä käytettäessä voimansiirrosta ei tule monimutkaista ja hintakin pysyy edullisena. Hihnavälityksellä voivat myös akselivälit olla suurempia. Ketjua tai hammashihnaa käytettäessä olisi suuri voimansiirron vaurioitumisriski johtuen näiden liikkeensuuntaisesta joustamattomuudesta. Ketjua käytettäessä tilantarve ei olisi kuitenkaan niin suuri kuin hihnoilla. (Koneenosien suunnittelu, 587.)

Leikkuupäätä kannattelevassa varressa on akseli, joka kannattelee sekä leikkuupäätä, että jakaa hydraulimoottorilta tulevan liikkeen teräpäähän. Varsiin, joiden päissä terät ovat, täytyy niiden niveliin laittaa välipyörä hihnoille. Välipyöriltä menevät omat hihnat teräakseleille. Jotta leikkuupään korkeus pysyisi maltillisena, olisi tarkoitus samalla hihnalla kiertää kaikki teräyksiköt. Tarkemmassa laskelmassa ilmenee tarvittavien hihnojen lukumäärä. Kuviossa 12 on selvennetty hihnojen kulkua.



Kuvio 12. Voimansiirron kulku.

Voimansiirron laskennoissa täytyy ensin selvittää käytettävä hydraulimoottori, jotta selviää hihnojen välittämän tehon tarve.

Koska hydraulimoottori toimii traktorin omalla hydraulipumpulla, lasketaan moottorin tarvitsema kierrostilavuus traktorin pumpun tuottoarvoilla (kaava 1), (BOSCH autoteknillinen taskukirja, 908.). Traktorista saatava tilavuusvirta on 110 l/min.

Kierrostilavuus lasketaan kaavalla

$$Q = V * \frac{n}{\eta_{vol}} \quad (1)$$

Q on pumpun tilavuusvirta

V on kierrostilavuus

η_{vol} on volumetrinen hyötysuhde

n on pyörimisnopeus

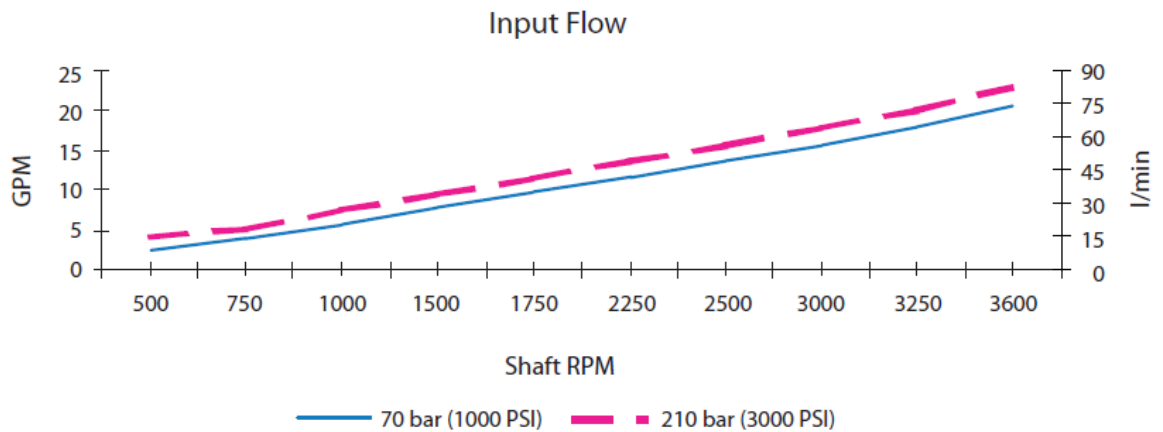
ratkaistaan V ja sijoitetaan arvot

$$V = Q * \frac{\eta_{vol}}{n} \Rightarrow 110 \text{ l/min} * \frac{0,9}{3000 \text{ r/min}} = 0,033 \text{ l/r} = 33 \text{ cm}^3 / \text{r}$$

Kun tiedetään moottorin tarvitsema kierrostilavuus, voidaan valita hydraulimoottori. Moottori valitaan nopeakäyntisistä aksiaalimäntämoottoreista. Moottoria valittaessa tarkastellaan Eatonin valmisteita niiden saatavuuden ja laadun vuoksi. Eatonin valmistamat moottorit ovat kiinteätilavuuksisia. Näistä valitaan moottori, jonka kierrostilavuus vastaa lasketun arvon tilavuutta ja toimii laajalla kierrosnopeusalueella.

Moottoriksi käy Eaton 74118, jonka kierrostilavuus on 20,3 cm³/r. Tämä on pienempi kuin laskettu, mutta kierrosalue kattaa laitteelle asetetut tavoitteet. Moottorin maksimi kierrosnopeus on 3600 rpm. Laskettua kierrostilavuutta vastaava moottori olisi ollut ylimitoitettu kyseiseen laitteeseen. Traktorin tuottamaa tilavuusvirtaa täytyy rajoittaa virtaussäätöventtiilillä ennen moottoria. Moottorille menevään linjaan olisi asennettu muutoinkin virtaussäätöventtiili, jotta moottorin

kierrosnopeutta voitaisiin säätää. Tarvittava tilavuusvirtaus tietylle kierrosnopeudelle on luettavissa kuviosta 13. Kun tilavuusvirtaa rajoitetaan, on mahdollista käyttää samaan aikaan muitakin hydraulitoimintoja ilman, että laitteen toiminnot häiriintyvät yhtäaikaisesta käytöstä. Moottorin suurin teho on 23,2 kW ja vääntömomentti 62 Nm.



Kuvio 13. Tilavuusvirta kierrosnopeuden funktiona. (Eaton 741xx piston motor 2006, 8.)

Hihnakäyttö lasketaan DIN 2218 mukaan tai valmistajien ohjeilla. (BOSCH autoteknillinen taskukirja, 342.) Tässä työssä laskelmat tehdään Gates:in hihnakäytön suunnitteluohjelmalla (Desing flex Pro). Manuaalisesti voidaan laskea yksinkertaisia hihnavälityksiä. Laskentaan löytyy ohjeita ja kaavoja esim. Koneenosien suunnittelu –kirjassa, sivut 586-607 käsittelevät hihnavälitystä ja sen eri tyyppisiä. Kun tarkastellaan useampia vaihtoehtoja, on tehokkaampi kuitenkin käyttää apuohjelmia. Tässä vaiheessa tarkastellaan ainoastaan hydraulimoottorilta teräpään keskelle menevää hihnavälitystä. Jo näistä laskelmista selviää hihnaprofiili ja hihnojen lukumäärä.

Tarkastellaan perinteistä kiilahihnaa ja moniurahihnaa.

Laskennassa käytetyt arvot:

Teho (P) = 23,2 kW

kierrokset (n_{maks}) = 3600 r/min

käyttökerroin (k_k) = 1,1

Akseliväli (E) = 300 mm

Hihnapyörän \varnothing (D,d) = 85 mm

käyttötunnit 6000 h

Laskettaessa hihnävälityksiä huomaa, että moniurahihnoilla ei päästä pienillä hihnapyörän halkaisijoilla samoihin tehonsiirtoihin, kuin kiilahihnoilla. Suunnitteluohjelma tarjoaa kiilahihnaa profiililla XPZ (Liite 1, 2). Kun käytetään alle 100 mm halkaisijalla olevia hihnapyöriä, joudutaan käyttämään kolmea hihnaa. Jos siirrytään kahden hihnan käyttöön, on hihnapyörän halkaisija vähintään 112 mm.

Tätä on syytä tarkastella tarkemmin lopullista valintaa tehtäessä, kun suunnitellaan laitteen rakennetta tarkemmin. Eroa hihnapyörien korkeudella ei ole kuin 10 mm. Tämä mitta kuitenkin kertaantuu teräpään kääntyvässä nivelissä. Kun lasketaan erotuksen lopullinen vaikutus, saadaan korkeuseroksi 40 mm. Laitteen korkeus on kuitenkin hyvin kriittinen tekijä sen toimintaympäristössä, joten jos korkeus kasvaa liikaa, on parempi käyttää isompia hihnapyöriä.

Asia ei ole kuitenkaan niin yksinkertainen, sillä kasvatettaessa hihnapyörän halkaisijaa joudutaan laitteen runkopalkkeja kasvattamaan myös. Koska voimansiirto toimii rungon sisällä, laitteen mitat ja paino kasvavat samalla jos hihnapyörien halkaisijaa kasvatetaan.

6.3 Mekaniikka

Lasketaan akselikuormat, joiden perusteella valitaan akselihalkaisija ja laakerit. Laakerit joutuvat lähinnä säteittäiselle rasitukselle, mutta teräpäätä kannattelevassa akselissa on myös aksiaalista rasitusta. Kun hihnapyörä tiedetään, voidaan katsoa sille sopivia kiinnityksiä akseliin. On hyvin yleistä käyttää kartioholkkikiinnitystä akselin ja pyörän välissä. Tämä on nopeasti asennettava ja irroitettava verraten kutistusliitoksiin, mikä nopeuttaa mahdollisia huoltotoimenpiteitä. Kartioholkkikiinnityksellä saavutetaan luotettava kiinnitys. Pienempiä akseleita käytettäessä on kartioholkin ja akselin välissä kuitenkin kiila. Suuremmilla akseleilla ja pienillä kiihtyvyyksillä saavutetaan riittävä varmuus kiinnitykselle ilman kiilaa, koska liitoskohdassa on suurempi kitkapinta.

Ennen lopullista akselihalkaisijan valintaa on tutustuttava laakeritarjontaan, sillä vierintälaakereiden kokoporrastus on akselistandardia harvempi. (Koneenosien suunnittelu, 320.)

Akselin laskennassa valitaan ensin käytettävä akselimateriaali.

Ellei erityisvaatimuksia ole, akselimateriaaliksi kannattaa valita rakenneteräs S355 (entinen Fe 52 C), joka on edullinen, luja, hienorakenteinen, tasalaatuinen ja tasaluja eri suuntiin, hitsattava, koneistettava ja yllätyksetön materiaali. (Koneenosien suunnittelu, 323.)

Akselin laskenta voidaan suorittaa kaavalla 2. (Lujuusoppi, 189.)

$$D^3 = \frac{16}{\pi * (1 - \alpha^4)} \cdot \frac{60 * P}{2 * \pi * n * \tau_{sall}} \quad (2)$$

D on akselin halkaisija mm

τ_{sall} on sallittu väntöjännitys MPa

α on akselinsisä- ja ulkohalkaisijan suhde

n on r/min

P on välitetty teho, kW

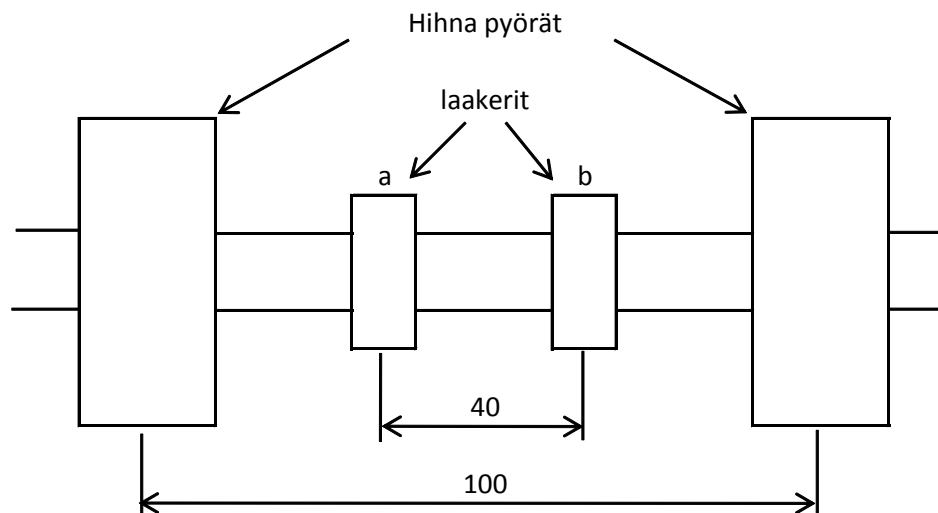
Teräsakseli (S355) kestää väsyttävää kuormitusta, jos nimellinen taivutus- tai vääntöjännitys on enintään 18 MPa. Akselissa saa olla kohtuullisia lovia ja hitsejä. (Koneenosien suunnittelu, 326.)

Lasketaan Hydraulimoottorilta saatavan tehon mukaan. Kun kaavaan sijoitetaan valmiiksi 18 Mpa saadaan seuraavanlainen yhtälö.

$$D = 139,3 \text{ mm} \sqrt[3]{\frac{P}{n}} \Rightarrow 139,3 \text{ mm} \left(\frac{23,2}{3600} \right)^{1/3} \approx 26 \text{ mm}$$

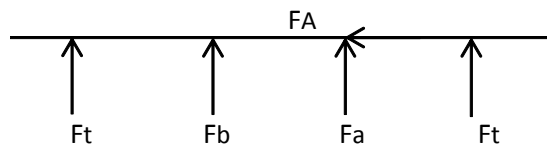
Koska materiaali kestää pieniä lovia ja hitsauksia, ei akselia lähdetä tarkemmin mitoittamaan. Varsinkin kun tarkastellaan kartioholkkeja, on lähin sopiva akselin halkaisija 28 mm, mutta koska sopivat laakerikoot löytyvät vasta 30 mm akselihalkaisijalle, valitaan 30 mm akseli.

Laakereiden valinnassa täytyy huomioida niihin kohdistuvat rasitukset. Lasketaan statiikan tasapainoyhtälöiden avulla laakereihin vaikuttavat voimat. Kuviossa 14 on akselin yksinkertaistettu mittapiirros



Kuvio 14. Akselin mittapiirros.

Akselin VKK:



Kuvio 15. Akselin VKK.

Lasketaan rasitukset momenttiyhtälöillä

$$M_b = F_t * 0.3\text{ m} - F_a * 0.4\text{ m} - F_t * 0.7\text{ m} = 0$$

$$\Rightarrow F_a = -2172\text{ N} \Rightarrow 2172\text{ N}$$

$$M_a = F_t * 0.7\text{ m} + F_b * 0.4\text{ m} - F_t * 0.3\text{ m} = 0$$

$$\Rightarrow F_b = -2172\text{ N} \Rightarrow 2172\text{ N}$$

F_t on Liitteestä 1, hihnoista aiheutuva rasitus.

Etumerkit vastauksissa tarkoittavat, että voimien F_a ja F_b suunnat VKK:ssa on valittu väärään suuntaan.

Teräpään paino on Autodesk Inventorin mukaan n. 30 kg käytettäessä teräksen tiheyttä (7830 kg/m^3). Tämä on suoraan aksiaalinen rasitus F_A (294 N), jonka laakeri b kantaa.

Laakerin kestoiän laskenta tehdään kaavalla 3 (Koneenosien suunnittelu, 451).

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 * n} \left(\frac{C}{P} \right)^p \quad (3)$$

L_{10h} on nimellinen kestoikä tunteina

C on dynaaminen kantavuusluku

P on laakerin ekvivalenttikuormitus

p on kuulalaakereille 3 ja rullalaakereille 10/3.

Mikäli laskettu laakerikuormitus F on suunnaltaan ja suuruudeltaan vakio, niin $P = F$ (Koneenosien suunnittelu, 451).

Valitaan vaadituiksi käyttötunneiksi 10 000 h, koska käyttötunnit vuodessa jäävät alle tuhannen. Laakeri b:ksi valitaan yhdistetty rulla- ja kuulalaakeri (kuviot 15, 16), koska laakerilla on myös aksiaalista rasitusta. Rullalaakeri ottaa vastaan radiaalisen rasituksen ja kuulalaakeri aksiaalisen.

Laakeri b:n vaaditun dynaamisen kantavuusluvun laskenta rullalaakerille.

$$10000 h = \frac{10^6}{60 * 3600} \left(\frac{C}{2172 N} \right)^{10/3} \Rightarrow C = 21736 N, 21.7 kN$$

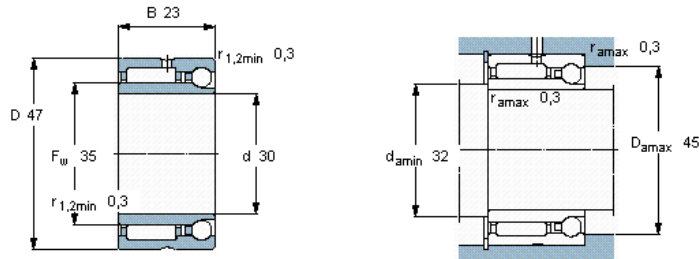
Laakeri b:n aksiaalinen C , vaihdetaan eksponentiksi 3.

$$10000 h = \frac{10^6}{60 * 3600} \left(\frac{C}{294 N} \right)^3 \Rightarrow C = 3800 N$$

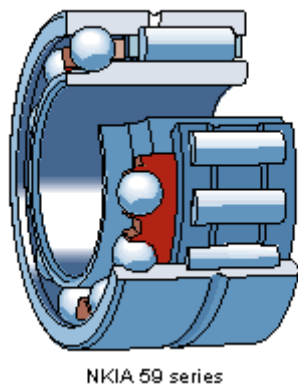
Laakerit olisi hyvä olla tiivistettyjä, sillä käytettäessä voitelua, saattaa sitä joutua hihnapyörille aiheuttaen luistoa ja voimansiirron ennenaikaista kulumista. Jos laakerit ovat avonaisia, täytyy laakeripesät suojata erillisillä tiivisteillä, mikä taas aiheuttaa rakenteen korkeuden kasvun. Laakereiden suojaus on muutoinkin varmistettava, sillä työskentelyolosuhteet ovat likaiset.

Valitaan laakeri SKF:n taulukosta kohdasta Combined needle roller bearings. Laakerista on kaksi vaihtoehtoa 30 mm akselikoolle. Valitaan näistä sopivampi

Combined needle roller bearings, needle roller/angular contact ball bearings, axial load, single direction												
Product information										Tolerances, see also text		
										Radial internal clearance, see also text		
										Recommended fits		
										Shaft and housing tolerances		
Principal dimensions			Basic load ratings				Fatigue load limits		Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	radial dynamic C	static C ₀	axial dynamic C	static C ₀	radial P _u	axial P _u	Reference speed	Limiting speed		
mm			kN				kN		r/min		kg	-
30	47	23	25,5	39	4,54	6,32	4,65	0,268	11000	13000	0,15	NKIA 5906



Kuvio 16. Laakeri b. (SKF, [Viitattu 29.4.2012].)



NKIA 59 series

Kuvio 17. Laakeri b. (SKF, [Viitattu 29.4.2012].)

Laakeri b on avoin, jolloin se täytyy tiivistää omaan pesäänsä. Laakeri tarvitsee myös erillisen voitelun. Voitelun vuoksi tiivistys on aiheellinen, jottei rasva pääse hihnapyörien ja hihnojen väliin.

Laakeri a vastaanottaa ainoastaan säteittäiskuormaa ja lasketaan kuulalaakerin eksponentilla.

$$10000 h = \frac{10^6}{60 * 3600} \left(\frac{C}{2172 N} \right)^3 \Rightarrow C = 28076 N, 28 kN$$

Valitaan laakeri SKF 6306. (Kuvio 18.)

Deep groove ball bearings, single row, seal on both sides							Tolerances, see also text		
Product information							Radial internal clearance, see also text		
							Recommended fits		
							Shaft and housing tolerances		
Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit P_U	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic	static		Reference speed	Limiting speed		
mm			kN	C_0	kN	r/min		kg	* - SKF Explorer bearing
30	72	19	29,6	16	0,67	-	6300	0,35	6306-2RS1 *

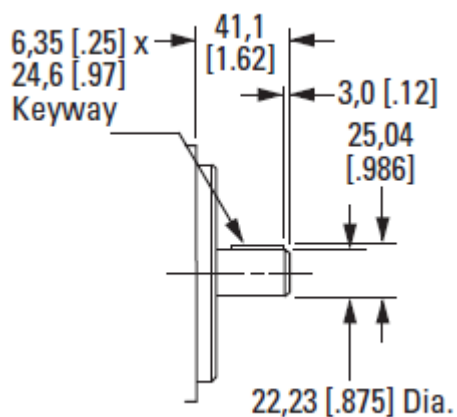
Calculation factors
 k_r 0,03
 f_0 13

Kuvio 18. Laakeri a. (SKF, [Viitattu 29.4.2012].)

Vertaillaan eri vaihtoehtoja a laakeriksi, koska kuulalaakerilla ulkohalkaisija on suuri. Vaihtoehtoina kävisivät viistokuulalaakeri ja rullalaakeri. Näillä molemmilla ulkohalkaisija on 10 mm pienempi, mutta muuten samoilla mitoilla. Valitaan kuitenkin kuulalaakeri, koska hinta tällä on yli puolet halvempi.

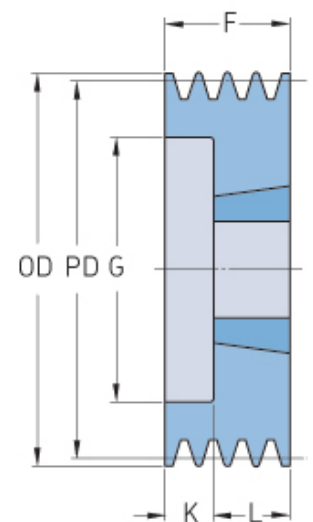
Voimansiirtoon tulevat osat.

Hihnapyöräksi valittiin PHP 2SPZ112TB (Kuvio 20), ja kartioholkiksi PHF TB1610X30MM (Kuvio 21). Moottorin akseliin sopiva kartioholkki on PHF TB1610X0.875. Tämä on tuumamittallinen (Kuvio 19) johtuen moottorin valmistusmaasta. Stantardoiduissa hihnapyörissä ja kartioholkeissa on se etu, että hihnapyörän vaihtuessa toiseen käy sama kartioholkki useaan eri hihnapyörään. Lopullisessa valinnassa päädyttiin suurempihalkaisijaiseen hihnapyörään, koska kokonaiskorkeus on näin ollen merkittävästi pienempi. Hihna lasketulla akselivälillä on QuadPower II PB - XPZ.



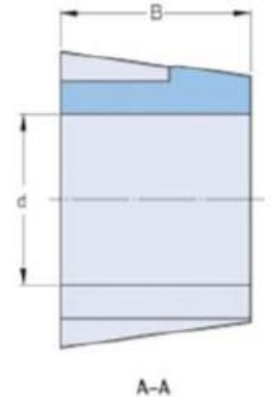
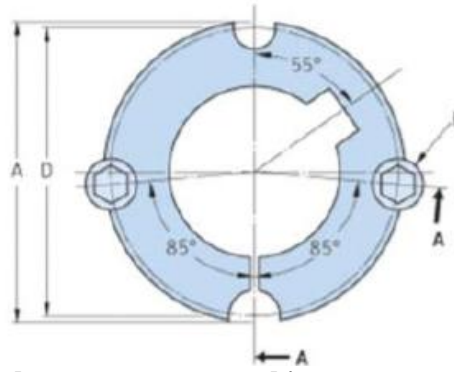
Kuvio 19. Eaton 74118 Hydraulimoottorin akseli. (Eaton 741xx piston motor 2006, 11.)

Jakohalkaisija (mm)	112
Ulkohalkaisija (mm)	116
Hihnapyörän tyyppi	6
Holkin numero	1610
Reiän pienin halkaisija (mm)	14
Reiän suurin halkaisija (mm)	42
F	28
E	-
G	84
K	3
L	25
M	-
H	-
Massa (lbs.)	1.3



Kuvio 20. Hihnapyörä. (SKF, [Viitattu 17.4.2012].)

Holkit & navat	
Metrimittaiset	
Holkin numero	TB1610
d = Reän läpimitta (mm)	30
Kilauran leveys (mm)	8
Kilauran syvyys (mm)	3.3
A (mm)	57.2
B (mm)	25.4
D (mm)	54
E (mm)	-
F (mm)	9.525 x 15.875
Massa (kg)	0.28



Kuvio 21. Kartioholkki. (SKF, [Viitattu 17.4.2012].)

7 HYDRAULIIKKA

Kuten jo aiemmin on todettu, laite toimii täysin traktorin omalla hydraulipumpulla, joten ulkoista pumppua ei tarvita. Laitteeseen täytyy rakentaa ohjauspaneeli, jonka voi tuoda traktorin ohjaamoon. Laitteeseen tulee esiohjattuja venttiileitä teräpään kallistuskulman ohjaukseen ja sivusiirtoon. Yksi linja varataan voimansiirron hydraulimoottorille.

Traktorin keulassa on 2/2 hydraulilohko, kun yksi linja varataan moottorille, on toinen linja jaettava erillisellä venttiilipöydällä kahdeksi. Venttiilipöytään tulee kaksi kappaletta sähköohjattuja jousikeskitteisiä 4/3 suuntaventtiileitä. Solenoidien ohjaus täytyy tuoda ohjaamoon sijoitettavaan ohjauspaneeliin.

Hydraulimoottorille tulevaa virtausta rajoitetaan virransäätöventtiilillä. Traktorin pumppu tuottaa 110 l/min, kun moottorin kierrosnopeus 3000 r/min saavutetaan jo virtauksella 60 l/min. Moottorille tulevaa hydraulipainetta ei tarvitse rajoittaa.

Taulukko 4. Moottorin spesifikaatio. (Eaton 741xx piston motor. 2006, 4.)

SPECIFICATIONS	MODEL 74111/74119	MODEL 74118/74148
Maximum Displacement	12,3 cm ³ /r [0.75 in ³ /r]	20,3 cm ³ /r [1.24 in ³ /r]
Maximum Rated Speed	4500 RPM	3600 RPM
Continuous Rated Pressure †	210 bar [3000 lbf/in ²]	210 bar [3000 lbf/in ²]
Maximum Rated Pressure ††	345 bar [5000 lbf/in ²]	345 bar [5000 lbf/in ²]
Maximum Intermittent Pressure †††	370 bar [5400 lbf/in ²]	370 bar [5400 lbf/in ²]
Input Flow at Rated Speed and Pressure	64 l/min [16.9 GPM]	79 l/min [20.8 GPM]
Output Power at Rated Speed and Pressure	13,8 kW [18.5 hp]	23,2 kW [31.1 hp]
Output Torque at Rated Speed and Pressure	29 N•m [260 lbf•in]	62 N•m [550 lbf•in]
Continuous Allowable Case Pressure	1,7 bar [25 lbf/in ²]	1,7 bar [25 lbf/in ²]
Continuous Inlet Temperature	107°C [225°F]	107°C [225°F]
Weight/Single Motor (approximate)	4,9 kg [11 lbs]	4,9 kg [11 lbs]

Sivusiirron ja kallistussylintereiden liikkeitä täytyy saada rauhallisiksi, koska työskentelytila on hyvin rajattu. Luonnollisestikaan ei ole toivottua, että laitetta kolhitaan kaiteisiin tai muihin kohteisiin. Virransäätöventtiili täytyy asentaa näidenkin toimilaitteiden linjaan, ja koska sylinterit ovat erikokoiset, täytyy säätö asentaa molemmille erikseen. Laskettavilla sylintereillä maksimi työskentelypaine on 170 bar, joten linjaan täytyy asentaa myös paineenrajoitusventtiili.

Sylintereiden valinta. Sylinterin liikenopeus riippuu siihen tuodusta tilavuusvirrasta ja männän tehollisesta pinta-alasta. Tarkastellaan Pmcpolarteknik:n myymää MTS 32.16 sylinteriä, jossa männän halkaisija on 32 mm ja varren halkaisija 16 mm. Tilavuusvirta saadaan laskettua kaavalla 4. (Koneenosien suunnittelu, 700.) Laskennassa sylinterin liikenopeudeksi valitaan 0,1 m/s ja lasketaan molemmilla männän pinta-aloilla. Kaavasta saatu tulos ilmoitetaan m³/s. Kun tulos kerrotaan 60 000 saadaan l/min.

Teräpään kallistussylinterin laskenta.

$$Q = \eta_{vs} vA \quad (4)$$

Q on tarvittava tilavuusvirta (m³/s)

η_{vs} on volumetrinen hyötysuhde (0,9 -1)

v on männän nopeus (m/s)

A on männän pinta-ala (m²)

Suurempi männän pinta-ala:

$$Q = 1 * 0,1 \text{ m/s} * 0,000804 \text{ m}^2 = 4,8 \text{ l/min}$$

Pienempi pinta-ala:

$$Q = 1 * 0,1 \text{ m/s} * 0,000603 \text{ m}^2 = 3,6 \text{ l/min}$$

Sivusiirron sylinterin laskenta tehdään MTS 40.20 sylinterin mukaan. Sylinterin liikenopeudeksi valitaan myös 0,1 m/s.

Suurempi pinta-ala:

$$Q = 1 * 0,1 \text{ m/s} * 0,001257 \text{ m}^2 = 7,5 \text{ l/min}$$

Pienempi pinta-ala:

$$Q = 1 * 0,1 \text{ m/s} * 0,000942 \text{ m}^2 = 5,7 \text{ l/min}$$

Sylintereiden iskunpituusvaihtoehdot taulukossa 5.

Taulukko 5. Sylinterien iskunpituudet. (MTS sylinterit, [Viitattu 29.4.2012], 4.)

Malli	MTS 32.16 PAP	MTS 40.20 PAP	MTS 50.25 PAP	MTS 60.30 PAP	MTS 63.36 PAP	MTS 80.50 PAP
Isku, mm	50	50	50	50	50	
	100	100	100	100	100	100
	150	150	150	150	150	150
	200	200	200	200	200	200
	250	250	250	250	250	250
	300	300	300	300	300	300
	350	350	350	350	350	350
	400	400	400	400	400	400
		450	450	450	450	450
		500	500	500	500	500
		550	550	550	550	550
		600	600	600	600	600
		650	650	650	650	650
		700	700	700	700	700

8 POHDINTA

Tässä työssä tuotekehitystiimi oli hiukan vajavainen koostuen ainoastaan työn tilaajasta ja työn tekijästä. Palavereita ei juurikaan pidetty johtuen pitkästä välimatkasta. Palaverit on pidetty lähinnä puhelimen välityksellä ja kesällä 2011 töiden lomassa. Tuotekehityksessä on hyvin harvinaista, että lähdetään kehittämään tuotetta tyhjästä. Työ olisikin voinut olla aivan toisenlainen, jos laite olisi suunniteltu yritykselle, joka valmistaa tuotteita asiakkaille. Toisaalta tämä työ olisi voinut tällöin jäädä tekemättä liian kalliina ja epävarmana projektina.

Laitteeseen valittu hydraulikkamoottori on tehoiltaan sellainen, että laite ei hyydy paksummassakaan heinikossa. Kuten kuvioista 2 on nähtävissä, voi viimeistely joskus jäädä tekemättä kokonaan ja tarvitaan järeämpiä laitteita. Valittua moottoria pienempi oli teholtaan 13 kW, mikä voi käydä pieneksi kuvion 2 kaltaisessa tilanteessa. Lopullisen moottorivalinnan onnistumisen näkeekin vasta käytännössä. Jos moottorin voi vaihtaa pienemmäksi, voi samalla muunkin voimansiirron komponentteja uudistaa.

Työn edetessä tuli vastaan asioita, joiden huomattiin jääneen liian vähälle huomiolle tai huomioimatta kokonaan. Nämä asiat kuitenkin vaikuttivat suuresti jo tehtyyn suunnitelmaan. Työtä tehdessä täytyikin yksinkertaistaa joitakin asioita, jotta pääsimme etenemään. Kuten tuotekehityksessä on mainittu, tuote ei ole koskaan valmis, vaan kehitys jatkuu koko tuotteen elinkaaren ajan. Työssä ei ollut tarkoituskaan suunnitella jokaista yksityiskohtaa tarkoin. Yksityiskohtaiset suunnitelmat olisivat olleetkin erittäin haastavia toteuttaa johtuen pohjatuotteen puutteesta.

Mielestäni työssä on kuitenkin onnistuttu laatimaan käyttökelpoinen konsepti, jonka pohjalta voidaan suunnitella tarkat yksityiskohdat ja valmistaa prototyyppi urakoitsijalle koekäyttöön. Prototyyppiä testattaessa paljastunevat lopullisesti kohteet, joihin täytyy kiinnittää huomiota.

LÄHTEET

Airila, J., Ekman, K., Hautala, P., Kivioja, S., Kleimola, M., Martikka, H., Miettinen, J., Niemi, E., Ranta, A., Rinkinen, J., Salonen, P., Verho, A., Vilenius, M & Välimaa, V. 1995. Koneenosien suunnittelu. Juva: WSOY.

Asfalttipojat. [Ei päiväystä]. Päällysteen paksuus. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.3.2012]. Saatavana: <http://www.asfalttipojat.fi/extranet.html>

Bauer, H., Crepin, J. Dietsche, K-H. & Dinkler, F. 2003. Bosch autoteknillinen taskukirja. Suomentaja Boström, B., Haapaniemi, E., Isonokari, A., Korhonen, M., Laine, O., Lehtinen, A., Lehtomäki, J., Lehtonen, T., Louhos, P., Melin, M., Nieminen, K., Nuutio, E., Paananen, M., Saarialho, A. & Ziessler, A. Jyväskylä: Autoalan Koulutuskeskus Oy.

Eaton 741xx piston motors. 2006. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 27.4.2012]. Saatavana:http://www.pmcpolarteknik.com/files/brochures/e/eaton_741xx_piston_motor_EN.pdf.

INO viimeistelijä. 2011. [Verkkosivu]. [Viitattu 29.3.2012]. Saatavana: <http://www.inobrezice.com/eng/hydraulic-side-mounted-rotary-cutter.html>.

Karhunen, J., Lassila, V., Pyy, S., Ranta, A., Räsänen, S., Saikkonen, M. & Suosara, E. 2006. Lujuusoppi. 10. Muuttumaton painos. Helsinki: Otatieto.

Krone terälaput. [Ei päiväystä]. [Verkkosivu]. [Viitattu 1.4.2012]. Saatavana: http://www.grene.com/shop/action/product_15000_15_300001_3144598__4100001G5000001G22211_Ter%C3%A4lappu+Krone.

Liikennevirasto. 2010. Toimintalinjat 2. [Verkkojulkaisu]. Tampere: Liikennevirasto. [viitattu 22.3.2012]. Saatavana: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/livi-toimintalinjat_2_2010_ympariston_ja%20varusteiden_kunnossapito.pdf.

MTS Sylinterit. [Ei päiväystä]. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 29.4.2012]. Saatavana: http://www.pmcpolarteknik.com/files/brochures/j/jkv_mts.pdf

Nevaranta, J. 2011. Tuotekehitys opiskelijamateriaali. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö. Julkaisematon.

Nygaard, C. [xxxx@xxx.dk]. 30.3.2012 Viimeistelyleikkuri. CMN Maskintec A/S. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Juho Liuska. [Viitattu 31.3.2012].

- Päiviö, O. 2011. Kaiteenalusleikkuri. Kaiteen alle koneellisesti – Raivaussaha joutaa naulakkoon. [Verkkolehtiartikkeli]. [Viitattu 28.3.2012]. Saatavana: http://www.autokanta.com/koneporssi/tekniikka_ja_koeajot/koneet/taajama-ja_vihertyokoneet/?x132918=4772399.
- Ruukki suojakaiteet. [Ei päiväystä]. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 20.3.2012]. Saatavana: <http://www.ruukki.com/~media/Finland/Files/Infra/Ruukki-Suojakaiteet.pdf>.
- SFS-EN 1317-5+A1. 2008. Kaiteet ja törmäysvaatimukset. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.
- SFS 5269. 1989. Valaisinpylväät. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.
- SKF. [Ei päiväystä]. Rolling bearings. [Verkkosivu]. [Viitattu 29.4.2012]. Saatavana: <http://www.skf.com/portal/skf/home/products?lang=en&maincatalogue=1&newlink=1>.
- SKF. [Ei päiväystä]. Voimansiirtotuotteet. [Verkkosivu]. [Viitattu 17.4.2012]. Saatavana: <http://www.skfptp.com/default.aspx?lng=19>.
- Tiehallinto. 2000. Viherhoito tieympäristössä. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tiehallinto. [Viitattu 10.3.2012]. Saatavana: http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2230055-v-viherhoito_tieymparistossa.pdf.
- Tiehallinto. 2004. Liikennemerkkien rakenne ja pystytys. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tiehallinto. [Viitattu 21.3.2012]. Saatavana: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000004-v-04liikmerkypystjarak.pdf>.
- Tiehallinto. 2006. Tiekaiteet. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tiehallinto. [Viitattu 20.3.2012]. Saatavana: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200041-v-06tiekaiteet.pdf>.

LIITTEET

LIITE 1. Hihnalaskenta 1

LIITE 2. Hihnalaskenta 2

LIITE 3. Leikkuupään toiminnan selvitys

LIITE 4. Piirroksia 1

LIITE 5. Piirroksia 2

LIITE 1. Hihnalaskenta 1



Industrial Belt Design - Drive Detail Report

Design Flex® Pro by the Gates Corporation

Designed For:		Provided By: Juho Liuska - korpintaival 19 A seinäjoki, 60100 Suomi juho.liuska@seamk.fi 044225746 Phone	
Application: Viimeistely leikkuri			
INPUT			
Drive Information		DriveR	DriveN
Speed Ratio: 1,00		RPM: 3600,0	3600,0 +0%/-44%
Input Load: 23,2 kW, Efficiency: 92,00 %		Maximum Rim Speed: 33 m/s	33 m/s
Service Factor: 1,1		Max Top Width: 40 mm	40 mm
Design Power: 25,52 kW (8000 h)		Bushings Checked: TL	
Center Distance: 300 mm +/-10%		Belts Checked: QuadPower II PB	
		Single Belts, PowerBand, Electric Motor, VFD / Soft Star	
SELECTED DRIVE			
Belt Type: QuadPower II PB - XPZ	Belt	DriveR	DriveN
PowerBand	3		
Total # of Strands/Ribs:			
Speed Ratio: 1.0	Part No: 1-XPZ850/3	3 SPZ 85	3 SPZ 85
dN RPM: 3600,0	Product No: 9401-08503		
Rated Load: 25,79 kW	Top Width: -	37,11 mm	37,11 mm
Belt Pull: 2172 N	Weight: 270 g	-	-
Center Distance: 291,5 mm	Rim/Belt Speed: 16,0 m/s	16,0 m/s	16,0 m/s
Install/Take-Up Range: 276,5 mm to 316,5 mm	RPM: 1130,9	3600,0	3600,0
	Bushing Part No: -	1610	1610
	Bore: -	12,7 mm - 42,0 mm	12,7 mm - 42,0 mm
	Pitch Diameter: -	85,00 mm	85,00 mm
TENSION			
	New Belt	Used Belt	
Rib/Strand Deflection Distance:	5,83 mm	5,83 mm	
Rib/Strand Deflection Force:	43 to 46 N	37 to 40 N	
Sonic Tension Meter			
Belt Frequency:	128 to 133 Hz	119 to 123 Hz	
505C/507C Model STM Settings: Weight: 92,13 g/m, Width: 3 mm/#R, Span: 291 mm			
NOTES			
<ul style="list-style-type: none"> - This report: (1) only applies to Gates' products; (2) contains confidential information; (3) may only be disclosed to support the sale or maintenance of our products; and (4) is not a guarantee of performance. - Buyer has sole responsibility for the selection and testing of products for any intended use which may not include flight-related aircraft applications. 			

LIITE 2. Hihnalaskenta 2



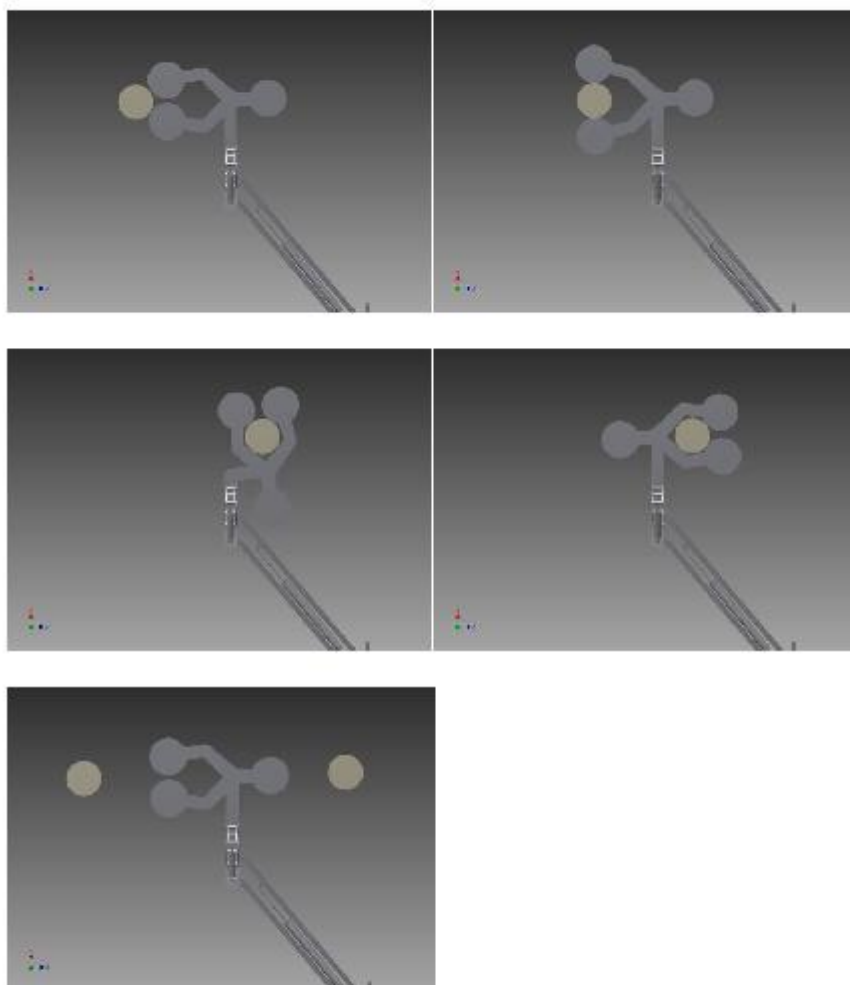
Industrial Belt Design - Drive Detail Report

Design Flex® Pro by the Gates Corporation

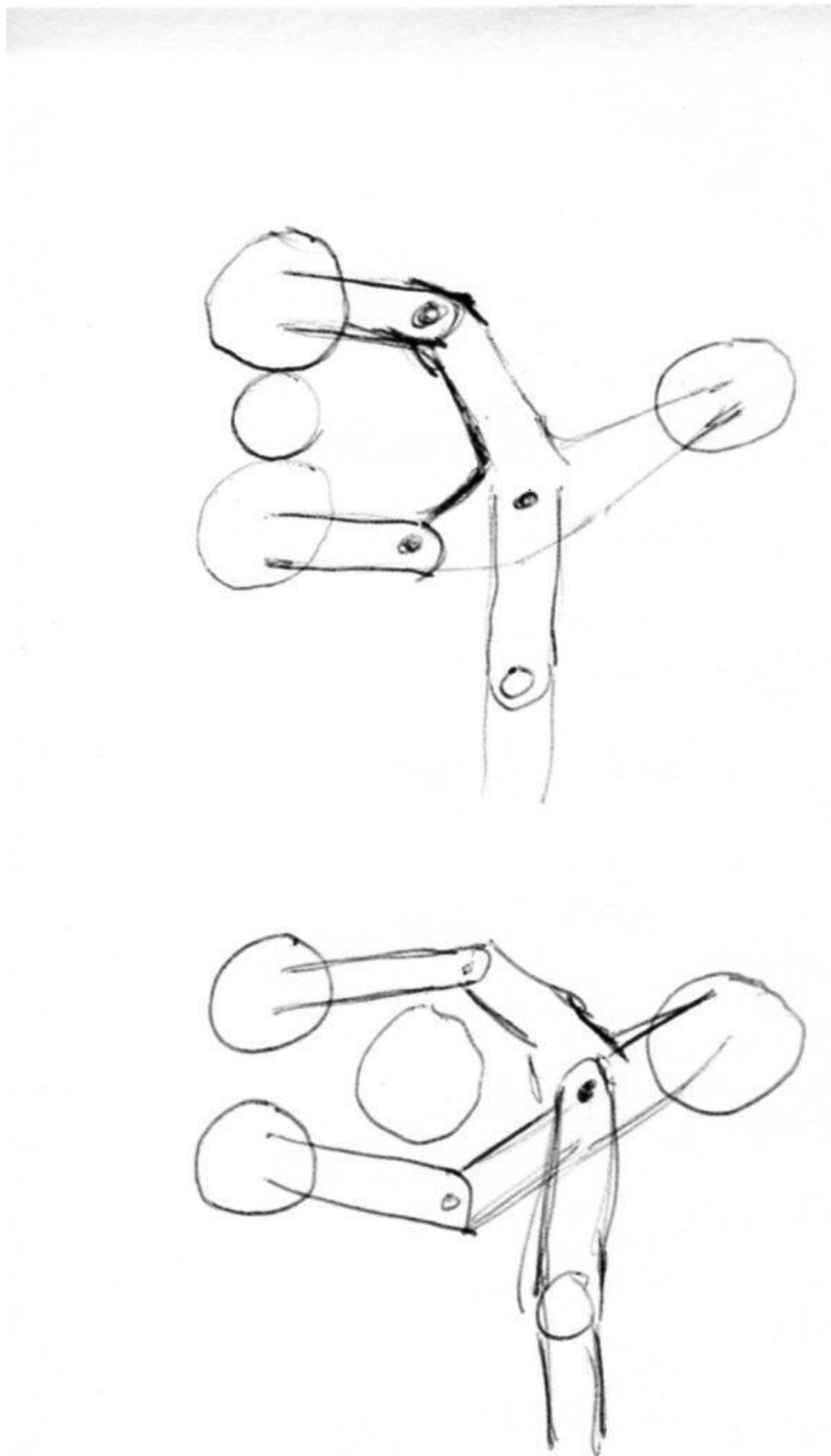
Designed For: Application: Viimeistely leikkuri	Provided By: Juho Liuska - korpintaival 19 A seinäjoki, 60100 Suomi juho.liuska@seamk.fi 044225746 Phone																																																							
INPUT <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Drive Information</th> <th style="text-align: left;">RPM:</th> <th style="text-align: left;">DriveR</th> <th style="text-align: left;">DriveN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Speed Ratio: 1,00</td> <td>3600,0</td> <td>3600,0</td> <td>3600,0 +0%/-44%</td> </tr> <tr> <td>Input Load: 23,2 kW, Efficiency: 92,00 %</td> <td>Maximum Rim Speed: 33 m/s</td> <td>33 m/s</td> <td>33 m/s</td> </tr> <tr> <td>Service Factor: 1,1</td> <td>Max Top Width: 40 mm</td> <td>40 mm</td> <td>40 mm</td> </tr> <tr> <td>Design Power: 25,52 kW (8000 h)</td> <td>Bushings Checked: TL</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Center Distance: 300 mm +/-10%</td> <td>Belts Checked: QuadPower II PB</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Single Belts, PowerBand, Electric Motor, VFD / Soft Star</td> </tr> </tbody> </table>		Drive Information	RPM:	DriveR	DriveN	Speed Ratio: 1,00	3600,0	3600,0	3600,0 +0%/-44%	Input Load: 23,2 kW, Efficiency: 92,00 %	Maximum Rim Speed: 33 m/s	33 m/s	33 m/s	Service Factor: 1,1	Max Top Width: 40 mm	40 mm	40 mm	Design Power: 25,52 kW (8000 h)	Bushings Checked: TL			Center Distance: 300 mm +/-10%	Belts Checked: QuadPower II PB				Single Belts, PowerBand, Electric Motor, VFD / Soft Star																													
Drive Information	RPM:	DriveR	DriveN																																																					
Speed Ratio: 1,00	3600,0	3600,0	3600,0 +0%/-44%																																																					
Input Load: 23,2 kW, Efficiency: 92,00 %	Maximum Rim Speed: 33 m/s	33 m/s	33 m/s																																																					
Service Factor: 1,1	Max Top Width: 40 mm	40 mm	40 mm																																																					
Design Power: 25,52 kW (8000 h)	Bushings Checked: TL																																																							
Center Distance: 300 mm +/-10%	Belts Checked: QuadPower II PB																																																							
	Single Belts, PowerBand, Electric Motor, VFD / Soft Star																																																							
SELECTED DRIVE <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Belt Type:</th> <th style="text-align: left;">QuadPower II PB - XPZ</th> <th style="text-align: left;">Belt</th> <th style="text-align: left;">DriveR</th> <th style="text-align: left;">DriveN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PowerBand</td> <td>Total # of Strands/Ribs:</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Speed Ratio: 1,0</td> <td>Part No:</td> <td>1-XPZ950/2</td> <td>2 SPZ 112</td> <td>2 SPZ 112</td> </tr> <tr> <td>dN RPM: 3600,0</td> <td>Product No:</td> <td>9401-09502</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rated Load: 25,86 kW</td> <td>Top Width:</td> <td>-</td> <td>27,11 mm</td> <td>27,11 mm</td> </tr> <tr> <td>Belt Pull: 1649 N</td> <td>Weight:</td> <td>201 g</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Center Distance: 299,1 mm</td> <td>Rim/Belt Speed:</td> <td>21,1 m/s</td> <td>21,1 m/s</td> <td>21,1 m/s</td> </tr> <tr> <td>Install/Take-Up Range: 284,1 mm to 324,1 mm</td> <td>RPM:</td> <td>1333,3</td> <td>3600,0</td> <td>3600,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bushing Part No:</td> <td>-</td> <td>1610</td> <td>1610</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bore:</td> <td>-</td> <td>12,7 mm - 42,0 mm</td> <td>12,7 mm - 42,0 mm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pitch Diameter:</td> <td>-</td> <td>112,0 mm</td> <td>112,0 mm</td> </tr> </tbody> </table>		Belt Type:	QuadPower II PB - XPZ	Belt	DriveR	DriveN	PowerBand	Total # of Strands/Ribs:	2			Speed Ratio: 1,0	Part No:	1-XPZ950/2	2 SPZ 112	2 SPZ 112	dN RPM: 3600,0	Product No:	9401-09502			Rated Load: 25,86 kW	Top Width:	-	27,11 mm	27,11 mm	Belt Pull: 1649 N	Weight:	201 g	-	-	Center Distance: 299,1 mm	Rim/Belt Speed:	21,1 m/s	21,1 m/s	21,1 m/s	Install/Take-Up Range: 284,1 mm to 324,1 mm	RPM:	1333,3	3600,0	3600,0		Bushing Part No:	-	1610	1610		Bore:	-	12,7 mm - 42,0 mm	12,7 mm - 42,0 mm		Pitch Diameter:	-	112,0 mm	112,0 mm
Belt Type:	QuadPower II PB - XPZ	Belt	DriveR	DriveN																																																				
PowerBand	Total # of Strands/Ribs:	2																																																						
Speed Ratio: 1,0	Part No:	1-XPZ950/2	2 SPZ 112	2 SPZ 112																																																				
dN RPM: 3600,0	Product No:	9401-09502																																																						
Rated Load: 25,86 kW	Top Width:	-	27,11 mm	27,11 mm																																																				
Belt Pull: 1649 N	Weight:	201 g	-	-																																																				
Center Distance: 299,1 mm	Rim/Belt Speed:	21,1 m/s	21,1 m/s	21,1 m/s																																																				
Install/Take-Up Range: 284,1 mm to 324,1 mm	RPM:	1333,3	3600,0	3600,0																																																				
	Bushing Part No:	-	1610	1610																																																				
	Bore:	-	12,7 mm - 42,0 mm	12,7 mm - 42,0 mm																																																				
	Pitch Diameter:	-	112,0 mm	112,0 mm																																																				
TENSION <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: left;">New Belt</th> <th style="text-align: left;">Used Belt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rib/Strand Deflection Distance:</td> <td>5,98 mm</td> <td>5,98 mm</td> </tr> <tr> <td>Rib/Strand Deflection Force:</td> <td>50 to 53 N</td> <td>43 to 46 N</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Sonic Tension Meter</td> </tr> <tr> <td>Belt Frequency:</td> <td>135 to 140 Hz</td> <td>125 to 130 Hz</td> </tr> <tr> <td colspan="3">505C/507C Model STM Settings: Weight: 92,13 g/m, Width: 2 mm/#R, Span: 299 mm</td> </tr> </tbody> </table>			New Belt	Used Belt	Rib/Strand Deflection Distance:	5,98 mm	5,98 mm	Rib/Strand Deflection Force:	50 to 53 N	43 to 46 N	Sonic Tension Meter			Belt Frequency:	135 to 140 Hz	125 to 130 Hz	505C/507C Model STM Settings: Weight: 92,13 g/m, Width: 2 mm/#R, Span: 299 mm																																							
	New Belt	Used Belt																																																						
Rib/Strand Deflection Distance:	5,98 mm	5,98 mm																																																						
Rib/Strand Deflection Force:	50 to 53 N	43 to 46 N																																																						
Sonic Tension Meter																																																								
Belt Frequency:	135 to 140 Hz	125 to 130 Hz																																																						
505C/507C Model STM Settings: Weight: 92,13 g/m, Width: 2 mm/#R, Span: 299 mm																																																								
NOTES <ul style="list-style-type: none"> - This report: (1) only applies to Gates' products; (2) contains confidential information; (3) may only be disclosed to support the sale or maintenance of our products; and (4) is not a guarantee of performance. - Buyer has sole responsibility for the selection and testing of products for any intended use which may not include flight-related aircraft applications. 																																																								

LIITE 3. Leikkuupään toiminnan selvitys

Toiminnan selvennys kuvien avulla.



LIITE 4. Piirroksia 1



LIITE 5. Piirroksia 2

