



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KÄÄNTYVÄSIIPINEN JYRSIN- JA PALATURVEKÄÄNTÄJÄ

Tytti Soininen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys

SOININEN, TYTTI:
Kääntyväsiipinen jyrsin- ja palaturvekääntäjä

Opinnäytetyö 41 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Toukokuu 2016

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin turpeen tuottamiseen, suunniteltiin uusi laite sekä tuotettiin laitteesta työkuvat. Työn tavoitteena oli kehittää traktorilla vedettävä turvekääntäjä, jolla mahdollistetaan sekä jyrsin- että palaturpeen kääntäminen samalla laitteella. Laitteella tulee pystyä kääntämään eri levyisiä suoalueita ja sitä voidaan kuljettaa tiellä traktorin perässä. Turvekääntäjässä käytettiin mahdollisuuksien mukaan vanhojen laitteiden komponentteja, kuten turpeenikäntölusikoita ja palankääntöpiikkejä.

Opinnäytetyön tuloksena suunniteltiin laite, jossa yhdistyvät jyrsin- ja palaturvekääntäjät. Laitteen muotoiluun otettiin vahvasti vaikutteita lentokoneista. Laitteessa on runko ja siinä kiinni lentokoneen siipiä muistuttavat siivet. Siipiin suunniteltiin moduulit, joihin voidaan tarvittaessa vaihtaa joko lusikat tai palankääntöpiikit. Moduulit kääntyvät siipien kääntyessä niin, että ne osoittavat aina taaksepäin. Tämän ansiosta voidaan kääntää eri levyisiä suopalstoja ja kuljetuksen aikana lusikat tai piikit ovat vähemmän alttiita vaurioille.

Laitteita valmistetaan alkukesästä 2016 kaksi kappaletta koekäyttöä varten. Laitteita testataan turvesoilla loppukesästä ja tulosten perusteella kääntäjää tullaan jatkokehittämään palautteen perusteella.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering
Product development

TYTTI SOININEN

Milled- and sod peat harrow with swivelling wings

Bachelor's thesis 41 pages, appendices 4 pages
August 2015

The purpose of this Bachelor's thesis was to explore peat production, design a new peat harrow and produce 3D models and drawings. The aim was to design a single peat harrow that can be used to turn both milled and sod peat, and also turn peat bogs of different strip width. The aim was also to be able to transport the machine on public roads by pulling it by tractor. Existing components of previous machines, such as peat harrowing spoons and spikes, will be used in the new harrow if possible.

The result of this thesis is a peat harrow, that combines milled peat and sod peat harrows, was developed. The harrow was designed to resemble an airplane. The harrow has a body and wings that resemble an airplane wings. The wings have modules which can be changed between milled peat spoons and sod peat spikes. The modules swivel with the wings so that they always point to back. Swiveling wings combined with swiveling modules makes it possible to turn peat with different width of swamps and transport the machine on public road.

During summer of 2016 two of these harrows will be manufactured and tested. After getting the results from testing the development continues based on the feedback received from the users.

Key words: peat, harrow, designing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	JYRSIN- JA PALATURVETUOTANTO.....	7
2.1	Turvesuon valmistelu tuotantoon.....	7
2.2	Jyrsinturve.....	8
2.3	Palaturve	10
2.4	Kääntäminen	11
2.4.1	Jyrsinturpeen kääntäminen.....	11
2.4.2	Palaturpeen kääntäminen	11
2.5	Karheaminen.....	12
2.6	Kuormaus ja aumaus.....	13
3	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	16
3.1	Kääntäjän ääriimitat	16
3.2	Siipien liikeradat	17
3.3	Jyrsinturvelusikat ja palankääntöpiikit	17
3.4	Keskirungon rakenne	18
3.5	Siiven rakenne.....	18
3.6	Kääntäjän korkeudensäätö	19
4	NYKYISET RATKAISUT VASTAAVISSA LAITTEISSA	20
4.1	Jyrsinturpeen lusikkakääntäjä JLK – 19M.....	20
4.2	Sammakkokääntäjä JLK-19S.....	22
4.3	Palaturvekääntäjä PPK – 19.....	22
5	KÄÄNTÄJÄN SUUNNITTELU	24
5.1	Runko.....	24
5.2	Siiven runko	25
5.2.1	Siiven kuormitusanalysointi.....	26
5.3	Lusikat ja palankääntöpiikit.....	28
5.4	Siipien liike	30
5.5	Korkeudensäätö	31
5.6	Lopullinen kääntäjä.....	33
6	POHDINTA.....	35
	LÄHTEET	37
	LIITTEET	
	Liite 1. ANSYS analyysin tuloksia	38
	Liite 2. Kokoonpanopiirustukset	40

ERITYISSANASTO

Jyrsinturve	Suon pinnasta jyrsitty noin 3-5 cm turvekerros, jota käännelään turvekääntäjällä suon pinnalla turpeen kuivumiseksi.
Palaturve	Suomassa, joka on puristettu palaturpeeksi kuivumaan suon pinnalle.
Auma	Kumpumainen, pitkä, ylöspäin kapeneva turvekasa, jossa turve säilytetään ennen kuin se kuljetetaan pois turvesuolta.
Jyrsös	Suon pinnasta irrotettu ohut turvekerros.
Karheaminen	Turpeen kerääminen keskelle sarkaa noin 40 - 150 cm korkeaksi ja 80 cm leveäksi penkereeksi.
Sarka	18 metriä leveä suoalue, jonka reunoilla on suota kuivattavat sarkaojat.
Sarkaoja	Sarkojen välissä olevat kuivatusojat, jotka sijaitsevat toisistaan 20 metrin päässä ojan keskeltä ojan keskelle.
Raekoko	Suosta irrotetun suomassan hiukkasten läpimitta.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Peatmax Oy:lle syksyn 2015 ja kevään 2016 aikana. Työn tarkoituksena on suunnitella uudenlainen traktorilla vedettävä kääntyväsiipinen jyrsin- ja palaturvekääntäjä.

Turvekääntäjillä käännellään turvetta turvesuolla, jotta turpeen kuivuminen edistyy. Kääntäjät ovat rakenteeltaan pitkän mallisia ja yksinkertaisia. Laitteiden on kestettävä turvesoiden vaihtelevia pinnanmuotoja, soilla olevien kivien ja kantojen iskuja sekä vaihtelevia sääolosuhteita. Rakenteen on oltava jäykkä, mutta samalla myös kevyt ja sen on joustettava oikeista kohdista, jotta laite ei rikkoontuisi käytössä.

Turvepalstan leveys on tyypillisesti noin 18 metriä ja turvetta kääntävät laitteet ovat saman levyisiä. Laitteiden siirtäminen palstalta tai suolta toiselle on ollut haastavaa, sillä kääntäjiä on jouduttu erilaisilla järjestelmillä nostelemaan, muokkaamaan tai kuljettamaan lavetilla jotta siirtäminen olisi mahdollista.

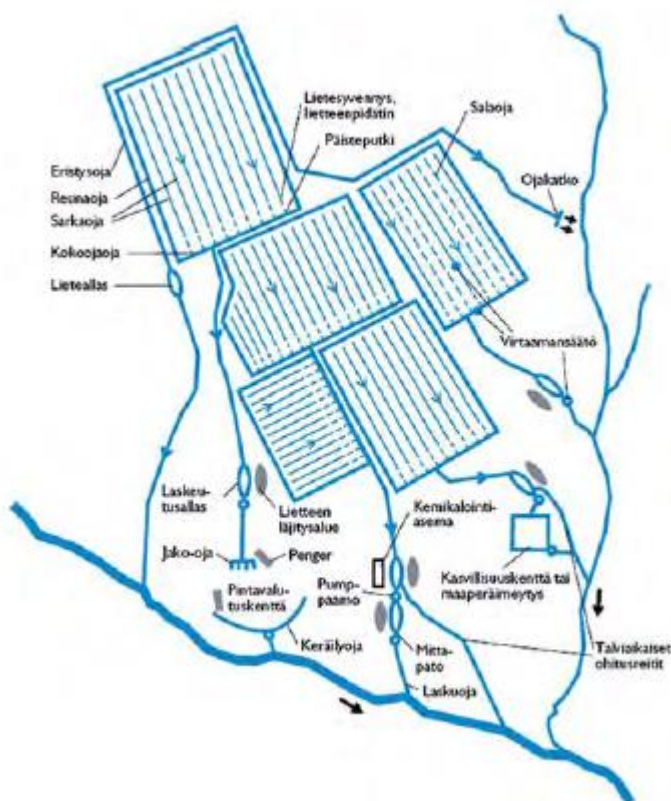
Tarkoituksena on selvittää parhaat ratkaisut turvekääntäjän eri osiin, jotta saadaan aikaiseksi laite, jossa yhdistyy jyrsin- ja palaturvekääntäjien ominaisuudet. Samalla mahdollistetaan siipien kääntymisellä kapeampien suopalstojen kääntäminen sekä laitteen kuljettaminen maantiellä traktorin perässä.

2 JYRSIN- JA PALATURVETUOTANTO

2.1 Turvesuon valmistelu tuotantoon

Suon valmistelu tuotantoon aloitetaan puuston poistamisella. Suomessa poistaminen tehdään tyypillisesti talvella, sillä jäätyneenä suo kantaa tarvittavan kaluston. (Alakangas, Juntunen, Hölttä, Vesisenaho, Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

Turvetuotannon mahdollistamiseksi, suon pinta on kuivatettava ja pohjaveden pinta on saatava laskemaan. Yleinen keino suon kuivatukseen on ojitus. Suo jaetaan 18 metrin levyisiksi sarkoiksi, joiden reunoilla on sarkaojat. Sarkaojien lisäksi soiden ympärillä on ojaverkosto. Se koostuu erilaisista ojista, joilla jokaisella on oma tehtävänsä vedenpoistossa (Kuva 1). (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)



KUVA 1. Periaatepiirros turvetuotantoalueen kuivatus- ja vesiensuojelujärjestelmästä (Lähde: Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus)

Ojat kaivetaan kaivinkoneella, traktorikaivurilla tai ruuvityyppisellä ojajyrsimellä. Märkillä suoalueilla käytetään hyväksi talviaikaa ojien kaivamiseksi, jolloin suo on jäässä. Ojat kaivetaan laskusuuntaa vastaan, jotta vesi pääsee valumaan alaspäin. Ojia joudutaan

muokkaamaan ja puhdistamaan useaan kertaan turvesuon tuotantoaikana. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

Seuraavaksi suoalueelta poistetaan kannot. Kannot ja pienet risut hajotetaan turpeen sekaan kunnostus- ja syväjyrsinnällä. Suurempien kantojen poistoon tarvitaan kaivinkoneeseen liitetty kantokoukku. Irrotetut kannot kuljetetaan varastoon, josta ne käytetään energiantuotantoon. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

Kantojen ja risujen poiston jälkeen sarka muotoillaan ja tasoitetaan siten, että keskiosa on 23–30 cm reunoja ylempänä. Pituussuunnassa saran pinta tehdään mahdollisimman tasaiseksi ja pinta sileäksi. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

Kenttiä muokataan ja kunnossapidetään tuotantoalueella jatkuvasti esimerkiksi tasoittamalla kentän pintaa. Näin turpeen saanto sekä laatu pysyvät mahdollisimman hyvinä. Kentän pinta on pidettävä tasaisena, jotta turpeen kääntäminen ja karheaminen saadaan tehtyä mahdollisimman tasaisesti. Tasaisella kentällä turve kuivuu tasaisemmin ja nopeammin, kun vesi pääsee valumaan kentältä ojiin eikä jää seisomaan kentälle syntyneisiin koloihin. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

2.2 Jyrsinturve

Turvesuon valmistuttua tuotantoa varten, aloitetaan turpeen tuottaminen. Yli 90 prosenttia energiaturpeen tuotannosta on jyrsinpolttoturvetta. Jyrsinturpeen tuotannon ensimmäinen vaihe on jyrsintä. Jyrsinnässä suosta irrotetaan raemainen ohut, muutaman senttimetrin paksuinen kerros. Jyrsintään on kaksi tapaa. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

Tuotantojyrsimellä (Kuva 2) suon pinnasta leikataan kerros, jonka kone heittää kentän pinnalle kuivumaan. Jyrsimessä on rumpu, jossa on kiinni suon pintaa leikkaavia teriä. Tuotantojyrsin sopii myös epätasaisemmalle maastolle, ja sillä on kentän pintaa tasoittavia ominaisuuksia. (Peatmax Oy)



KUVA 2. Tuotantojyrsin JTJ-9 (Peatmax Oy)

Toinen tapa irrottaa kerros kentän pinnasta on käyttää passiivijyrsintä (Kuva 3). Tällöin traktorin perässä vedettävällä laitteella kentän pinnasta leikataan ohut kerros kuivumaan suon pinnalle. Passiivijyrsimen rajoitteena on, että kentän on oltava tasainen ja kannoton. Hyvänä puolena on se, että passiivijyrsin tasoittaa kentän pintaa samalla kun se leikkaa irti turvekerroksen. (Peatmax Oy)



KUVA 3. Passiivijyrsin (Peatmax Oy)

2.3 Palaturve

Palaturpeen valmistuksessa kenttään jyrsitään kiekkokoneella noin puoli metriä syvä ura. Urasta irrotettu turvemassa puristetaan suuttimen läpi paloiksi kentän pinnalle kuivumaan. Puristettu turve tulee ulos suuttimista ja katkeaa palasiksi painovoiman vaikutuksesta. Palat voivat olla joko suoria (kuva 4) tai laineikkaita (kuva 5) riippuen valmistustavasta. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)



KUVA 4. Palaturpeen valmistusta (Laura Vertainen)



KUVA 5. Laineturpeen valmistusta (Mari Juntunen)

2.4 Kääntäminen

2.4.1 Jyrsinturpeen kääntäminen

Jyrsinturpeen käsittelyssä kentän pinnasta irrotettua jyrsöstä käännellään useaan kertaan. Kääntämisellä edistetään ja nopeutetaan turpeen kuivumista. Kuivuessaan turpeen pintaan muodostuu eristävä kerros, joka hidastaa turpeen kuivumista. Turpeen kääntäminen poistaa eristävän kerroksen ja pienentää turpeen raekokoja. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

Turve käännetään (kuva 6) ensimmäisen kerran, kun sen sisältämästä vedestä on haihtunut noin puolet. Turve käännetään tyypillisesti kahteen kertaan, joskus turpeen vaatiessa kolmeen kertaan. Useammilla kääntämiskerroilla ei ole havaittu olevan hyötyä, ellei sääolosuhteet ole huonot. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)



KUVA 6. Jyrsinturpeen kääntämistä (Peatmax Oy)

2.4.2 Palaturpeen kääntäminen

Palaturpeen kääntämisellä halutaan edistää turpeen kuivumista, kunnes sen kosteusprosentti on noin 35 %. Palaturve kutistuu kuivuessaan ja sen pintaan tulee kuiva kerros. Kerros hidastaa turpeen kuivumista, ja tämä vuoksi turvepaloja pitää käänellä maata vasten oleva puoli ylöspäin. Kääntäminen tehdään ensimmäisen kerran kun palojen kosteus on noin 65 %. Kääntäminen on tehtävä varovasti, sillä palat ovat tässä vaiheessa vielä

hauraita. Kääntämisessä tulee aina hävikkiä ja puristetusta palaturpeesta saadaankin lopulta vain 30-50 % kerättyä talteen. Toisella kääntökerralla, noin 55 % kosteudessa, palat ovat jo huomattavasti kestävämpiä ja kääntämisessä ei tarvitse olla enää niin varovainen. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

Palaturpeen asettelulla kentälle on suuri merkitys sen kuivumisen edistämiseksi. Mitä nopeammin turve kuivuu, sitä kestävämpi siitä yleensä tulee. Myös raekoko ja suomassan maatumisaste ovat olennaisia tekijöitä lopullisen turpeen laadulle. Mitä pienempi raekoko, sitä tiiviimpi palasta muodostuu. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

Palaturpeen valmistuksessa kentän tasaisuudella on tärkeä merkitys. Palat kuivuvat tasaisella alustalla huomattavasti paremmin kuin epätasaisella. Tällöin myös hävikki on pienempi. Suopalstaa pyritään usein tasoittamaan satokausien tai jopa satojen välillä. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

2.5 Karheaminen

Kun turve on kuivunut tarpeeksi, se kootaan kentän keskelle pitkittäiseksi karheeksi. Jyrsinturpeen karheaminen tehdään tyypillisesti viivotinkarheejalla (kuva 7), joka kiinnitetään traktorin etupuolelle. Samanaikaisesti traktorin takaosaan kiinnitetään jyrsiä, jolla jyrsitään suon pinnasta uusi kerros kuivumaan samalla, kun vanha karhetaan keskelle. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)



KUVA 7. Viivotinkarheaja (Peatmax Oy)

Palaturpeen karheamiseen Peatmaxilla on oma laitteensa. Nostolaitteinen palaturpeenkarheja nostaa palat maasta, seuloo niistä hienoaineksen ja kuljettaa ne laitteen sivusta keskelle kenttää karheelle. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

Karheelle voidaan kerätä useampia satoja ennen kuin ne kerätään pois ja viedään aumaan. Tätä kutsutaan monisatomenetelmäksi. Mekaanisella kokoojavaunulla karheelta voidaan kerätä 1-2 satokertaa. Haku-menetelmässä karheella voi olla jopa 5-6 satokertaa, jotka kerätään hinnakuormaajalla. Jos käytössä on imuvaunu, jysinturvetta ei karheta lainkaan vaan se kerätään suoraan kentältä kuivumisen jälkeen. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

2.6 Kuormaus ja aumaus

Jysinturve kuormataan perinteisesti kolmella tavalla riippuen tuotantomenetelmästä ja suosta. Nämä mainittiin edellisen kappaleen lopussa. Haku-menetelmässä turve kerätään hihnakuljettimella toisen traktorin kuljetettavaksi pois (kuva 8). (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)



KUVA 8. Jysinturpeen kuormaamista (Peatmax Oy)

Karhe kerätään tuotantoalueelta kokoojavaunulla. Kerääminen voidaan tehdä joko siten, että etukarheejalla kootaan karhe samaan aikaan, kun se kerätään vaunuun. Vaihtoehtoisesti karhe voidaan koota etukäteen. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

Imuvaunulla kerätessä turve kerätään suoraan suon pinnasta pneumaattisesti ilmavirran avulla imemällä. Imuvaunumenetelmällä saadaan aikaiseksi erittäin korkealaatuista jyrshinturvetta, sillä kerätyssä turpeessa on hyvin vähän epäpuhtauksia kuten kiviä tai karkeaa puuainesta. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

Palaturpeen kuormaus tehdään samalla tavalla kuin jyrshinturpeen. Perinteisesti kuivataan yksi sato sopivaan kosteuteen ja kerätään pois. Karhemenetelmässä palat kuivataan noin 55 - 60 % kosteuteen, jonka jälkeen ne kerätään karheelle kuivumaan loppuun. Kun karhe on kuivunut, se kerätään pois palaturvekuormaajalla (Kuva 9). (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)



KUVA 9. Palaturpeen keräämistä (Peatmax Oy)

Kerätty turve kuljetetaan suon laidalle aumoihin hyvien kuljetusyhteyksien varrelle. Aumaaminen on erittäin tärkeä osa turpeen valmistusta, jotta turpeen laatu pysyy korkeana. Jyrshinturve voidaan kaataa auman viereen, josta se pusketaan puskutraktorilla tai rinnekoneella aumaan. Vaihtoehtoisesti voidaan ajaa suoraan auman päälle ja purkaa kuorma ajaessa auman päällä. Turve pyritään saamaan mahdollisimman tiiviisti aumaan, jotta ilma ei läpäise turvetta. Talveksi auma peitetään muovilla. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)

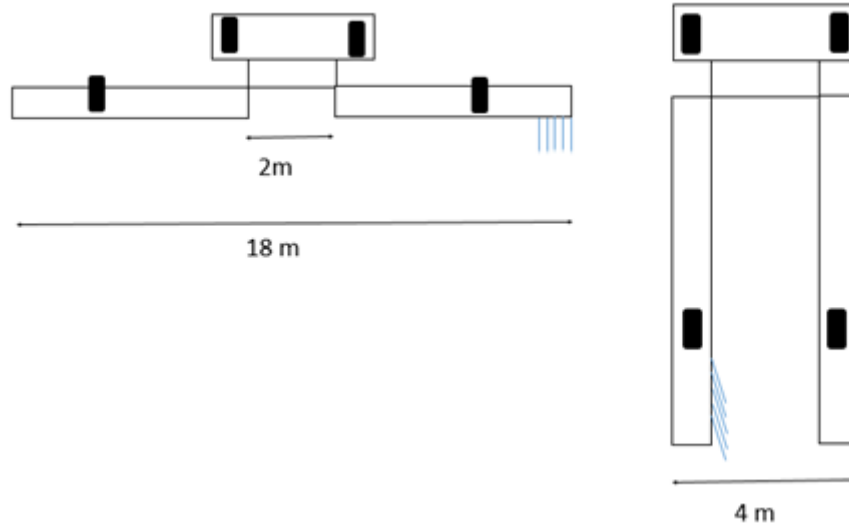
Palaturve aumataan Suomessa pääosin kaivinkoneella (kuva 10). Tästä johtuen aumat ovat tyypillisesti pitkiä, tasakorkeita ja kolmionmallisia poikkileikkauksiltaan. Auma pyritään saamaan muodoltaan mahdollisimman korkeaksi, jotta pintakerros jättää alleen mahdollisimman suuren määrän turvetta. Tämä johtuu siitä, että tyypillisesti pintakerros kastuu ja jäätyy syksyn ja talven aikana käyttökelvottomaksi. Jäätyneen turpeen määrä pyritään minimoimaan muotoilemalla aumat optimaalisen mallisiksi. (Energiaturpeen tuotantotekniikka, 2011)



KUVA 10. Seulomattoman palaturpeen aumausta (Mari Juntunen)

3 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

3.1 Kääntäjän ääriimitat



KUVA 11. Periaatekuva kääntäjän äärimitoista

Ensimmäinen vaatimus kääntäjän äärimitoille on, että sitä voidaan vetää traktorin perässä maantiellä. Vaatimuksena on pitää kääntäjä noin 4 m levyisenä silloin kun siivet ovat kuljetusasennossa takana (Kuva 11). Tieliikennelain 30§ mukaan yli 4 m leveitä laitteita saa kuljettaa maantiellä ainoastaan, jos laite ei rajoita liikkumista. Työkone ei saa vaarantaa muuta liikennettä ja ylileveyden poistamiseksi on tehtävä kaikki kohtuudella vaadittavat toimenpiteet. (Finlex 1992)

Suomessa turvesoiden ojat sijaitsevat tyypillisesti 20 m päässä toisistaan ja turvesuon palstan leveys on noin 18m. Tästä johtuen myös kääntäjän tulee olla noin 18 m leveä silloin, kun siivet ovat levällään (Kuva 11).

3.2 Siipien liikeradat

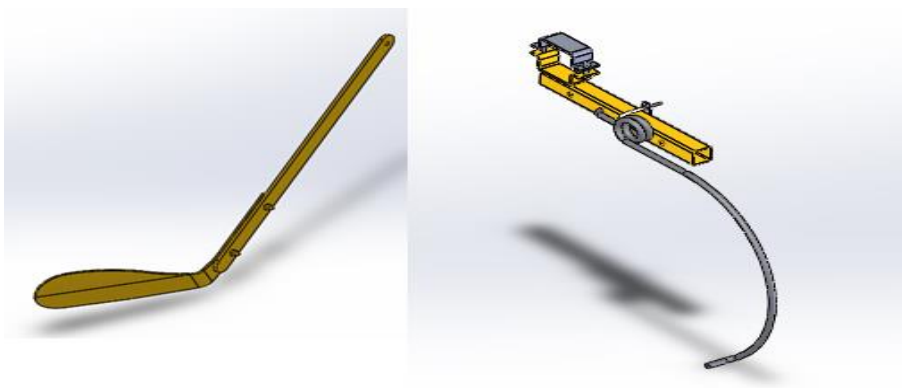
Siipien pitää päästä liikkumaan monessa suunnassa. Turvesuo on ympäristönä haastava, sillä maaston epätasaisuus rasittaa koneita monella eri tavalla. Kun turvesuosta on kerätty useampia satoja, suon pinnan muoto muuttuu kaarevaksi. Kaarevuus johtuu siitä, että suolta kerätään usein useampia satoja kerrallaan ja tällöin keskellä kenttää on karhe. Karheen kohdalta ei poistu tällöin suoainesta ja kenttä muuttuu näin vähitellen kaarevaksi. Lisäksi soilla on kiviä ja kantoja, joiden vuoksi laitteen siivet tai runko saattavat nousta toisiinsa nähden. Tästä johtuen siipien pitää liikkua pystysuunnassa vapaasti.

Siiven pystysuuntainen liike on tärkeä myös kääntäjän ollessa kuljetuksessa. Kuljetusasennossa kääntäjän pituus on noin 10 m. Suolta tielle nouseminen sekä teiden epätasaisuus voisi aiheuttaa laitteeseen vaurioita, jos rakenne ei taipuisi joltakin kohdalta.

Vaatussiipien liikkeelle on myös se, että ne liikkuvat vaakasuunnassa 90° käyttöasennosta kuljetusasentoon. Liikerata on rajattava tälle välille, ettei siipi kolhiintuisi runkoon. Siipien ja rungon välille on kehitettävä kestävä ristikkorakenne, joka mahdollistaa siiville tarvittavat liikeradat.

3.3 Jyrsinturvelusikat ja palankääntöpiikit

Aikaisemmin on valmistettu kahta eri laitetta jyrsinturpeen ja palaturpeen kääntämiseen. Suunniteltavassa laitteessa yhdistetään nämä kaksi laitetta niin, että laitteeseen tulee sekä jyrsinturpeen kääntölusikat, että palaturpeen kääntöpiikit (kuva 12)



KUVA 12. Lusikka ja palankääntöpiikki

Lusikoita ja piikkejä ei suunnitella uudelleen, vaan käytetään samoja osia, jotka ovat käytössä nykyisissä laitteissa.

Suurin muutos aikaisempiin laitteisiin verrattuna on, että lusikoita ja palankääntöpiikkejä pystytään hallitsemaan. Lusikoiden on liikuttava samassa suhteessa siipien kanssa. Siipien kääntö mahdollistaa kapeampien palstojen kääntämisen, joten lusikoiden tai piikkien on osoitettava aina taaksepäin siipien asennosta riippumatta. Lisäksi kuljetusasennossa taaksepäin osoittavat lusikat tai piikit ovat vähemmän alttiita vaurioille, jos ne osuvat tien pintaan.

3.4 Keskirungon rakenne

Rungon keskiosassa tulisi olla noin kaksi metriä vapaata tilaa. Renkaat on saatava tarpeeksi etäälle toisistaan, jotta rungon ali mahtuu kulkemaan palstan keskelle kerättävä karhe. Rungon kokonaisleveys saa olla korkeintaan neljä metriä.

Rungon korkeuteen ei ollut erityisiä vaatimuksia. Korkeutta rajoittaa ulkonäkösyiden lisäksi kuitenkin lusikoiden ja piikkien korkeudet. Näiden kiinnityskohtien tulee olla maasta noin puolen metrin korkeudella.

3.5 Siiven rakenne

Lähtökohtana on, että siivet rakennetaan 40*40*4 mm putkipalkista. Rakenne on huomattavasti kevyempi, kuin aikaisempien laitteiden rakenteet, sillä palkkikoko on ollut aikaisemmin suurempi. Siiven muodolle ei asetettu tässä vaiheessa erityisehtoja.

Kuten rungon, myös siiven korkeuteen ei ollut erityisiä vaatimuksia, mutta myös siivissä lusikoiden ja piikkien kiinnityskorkeus vaikuttaa suunnitteluun. Lusikoiden ja piikkien kiinnityskohdan tulee olla maasta noin 500 mm. Siipien ja rungon tulisi olla lähes samalla korkeudella toisiinsa nähden.

3.6 Kääntäjän korkeudensäätö

Kääntäjän korkeutta on pystyttävä säätämään, jotta kuljetus olisi mahdollista. Lusikoiden tai piikkien on oltava irti maasta kuljetuksen aikana. Tästä johtuen runkoon ja siipiin on tultava korkeudensäätö.

Tarkoituksena on, että runkoa ja siipiä voidaan säätää erikseen. Siipien korkeudensäätö tulee olemaan yhdistettynä renkaisiin. Renkaiden tukirakenne täytyy suunnitella siten, että korkeudensäätö on mahdollista yhdistää siihen.

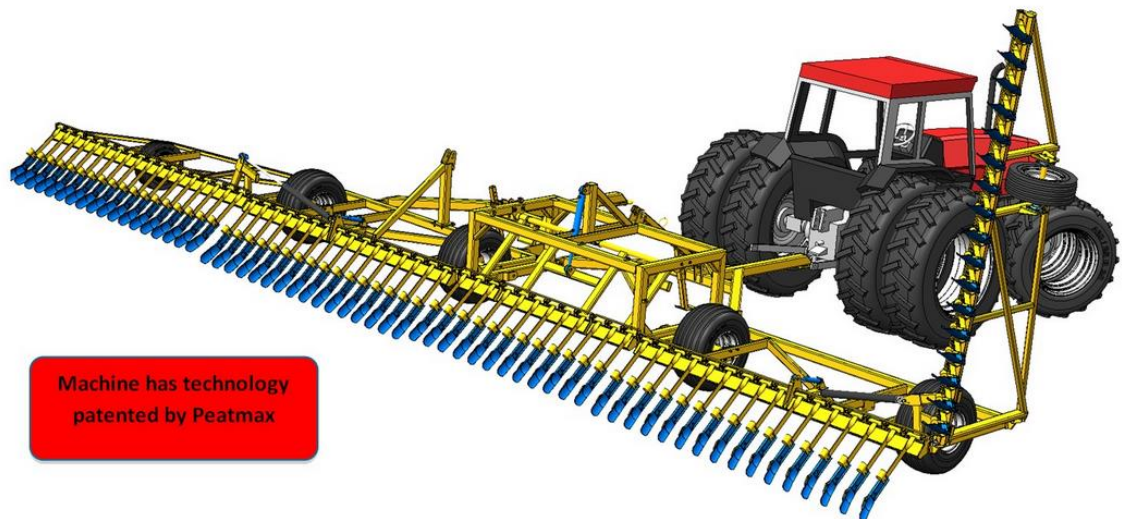
Rungon korkeudensäätö määräytyy pitkälti sen mukaan, miten rungon renkaat suunnitellaan kiinni runkoon. Mahdollisia tapoja ovat rungon nostaminen aisasta käsin tai säätö voidaan liittää rungon renkaiden kiinnitykseen.

4 NYKYISET RATKAISUT VASTAAVISSA LAITTEISSA

Peatmax valmistaa erikseen lusikkakääntäjiä jyrsinturpeelle sekä palakääntäjiä palaturpeelle. Molemmista laitteista otetaan ideoita uuden laitteen suunnitteluun. Lisäksi käytetään olemassa olevien laitteiden komponentteja mahdollisuuksien mukaan.

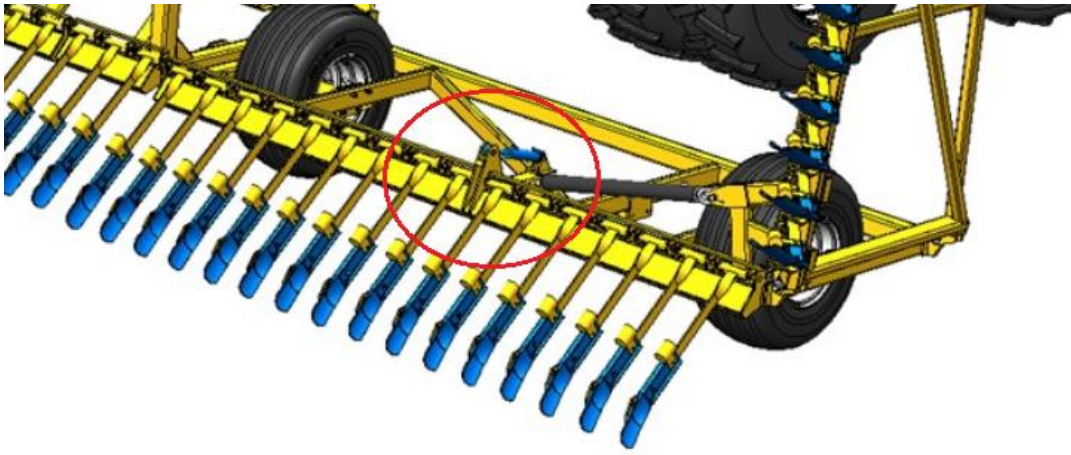
4.1 Jyrsinturpeen lusikkakääntäjä JLK – 19M

Lusikkakääntäjää kuljetetaan pidempiä matkoja ainoastaan trailerilla, koska sitä ei saa 12 metriä kapeammaksi. Kavennus tehdään nostamalla kääntäjän siiven uloin osa ylös sylinterin avulla (Kuva 13). Kavennuksen ansiosta laitetta pystytään siirtämään pieniä matkoja traktorin perässä vetäen ilman, että tarvitaan erillistä kujetuskalustoa.



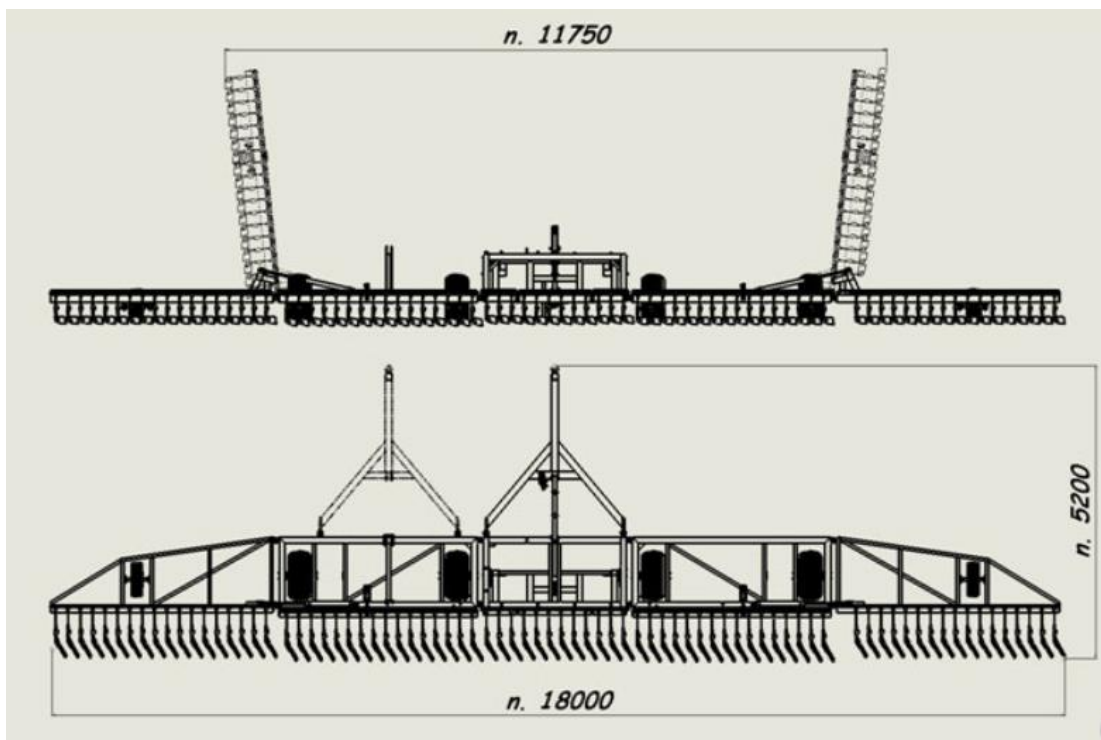
KUVA 13. Lusikkakääntäjä JLK – 19M (Lähde: Peatmax)

Lusikkakääntäjässä ei ole lainkaan korkeudensäätöä. Lusikat saadaan sylinterien avulla nostettua ilmaan. Siivissä ja rungossa on erikseen toimivat sylinterit, jotta pelkät keskilusikat saadaan nostetuksi ylös silloin kun keskellä on karhe (Kuva 6)



KUVA 14. Nostosylinteri (Kuva: Peatmax)

JLK-19M:ssä on mahdollisuus kääntää turvetta vain toiselta puolelta siirtämällä vetoaisa toisiin kiinnikkeisiin kuvan 15 alemman kuvannon mukaisesti ja nostamalla kärki ylös sylinterillä (Kuva 14). Suunniteltavaan laitteeseen harkitaan myös tätä mahdollisuutta. Kääntyvien siipien vuoksi ei voida kuitenkaan käyttää JLK-19M:n ratkaisua, joten suunnitellaan mahdollisesti vaihtoehtoinen ratkaisu.

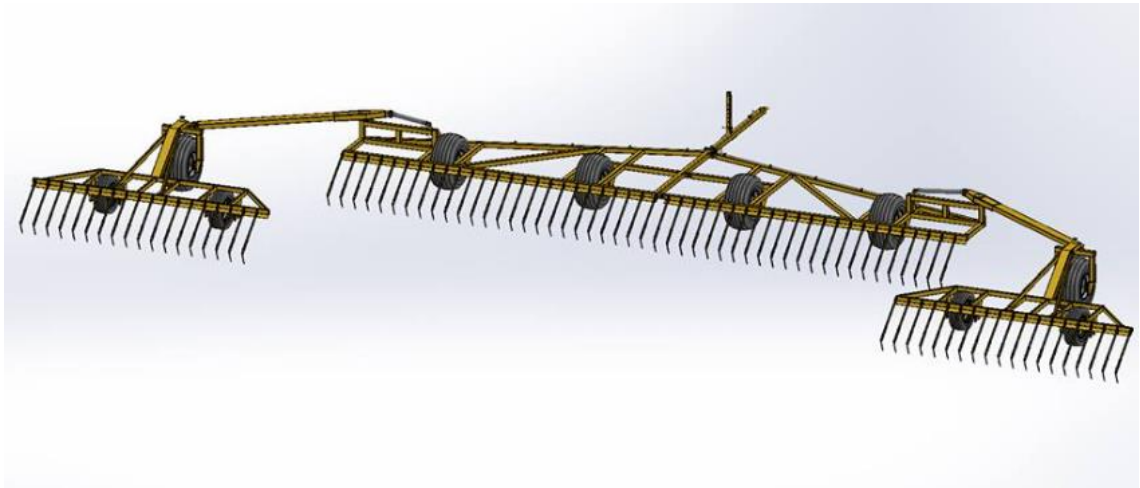


KUVA 15. JLK-19M mittoja (Lähde: Peatmax)

Suunniteltavan laitteen runkoon ja siipiin käytettävää putkipalkkien kokoa kevennetään aikaisempiin laitteisiin verrattuna huomattavasti. Rakenne tulee suunnitella niin, että pienemmällä palkkikoolla se kestää rasitusta. Lusikkakääntäjä on valmistettu pääosin 120*60*5 mm palkista ja siipien rakenne on pitkälti kaksikulotteinen.

4.2 Sammakkokääntäjä JLK-19S

Jyrsinturpeen kääntöön on myös toisenlainen kääntäjä. Sammakkokääntäjä (kuva 16) on rakenteeltaan täysin erilainen kuin suunniteltava laite. Sammakkokääntäjässä ei ole lainkaan siipimäistä rakennetta, kuten JLK – 19M:ssä tai PPK-19:ssa, vaan keskirungossa on kiinni ”satelliitit”, joita kääntämällä taaksepäin voidaan kääntää eri levyisiä suopalstoja.



KUVA 16. Sammakkokääntäjä (Peatmax Oy)

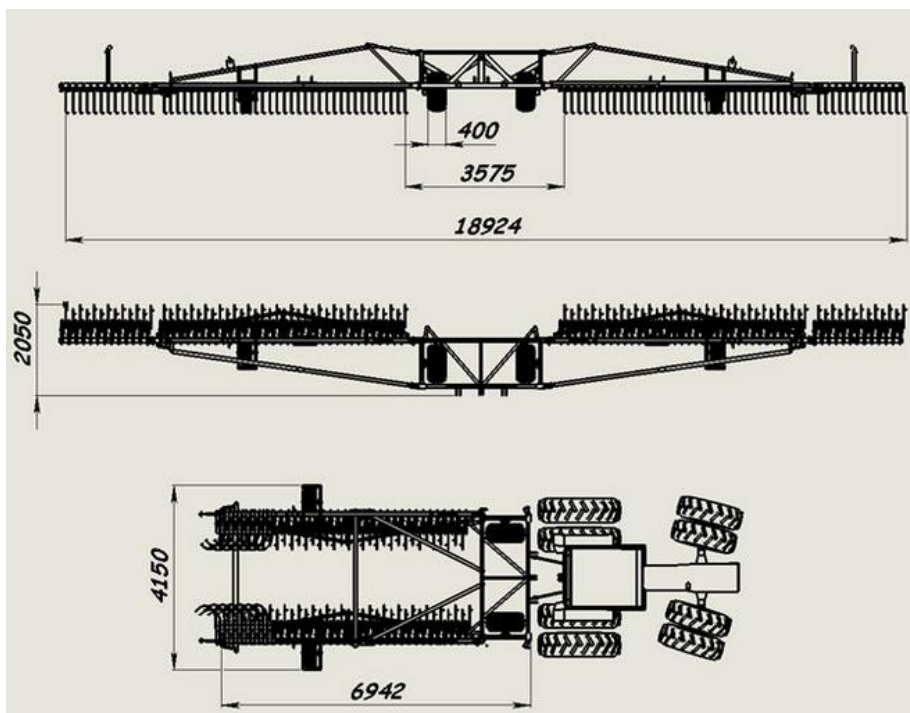
JLK – 19S:ssä ei ole myöskään minkäänlaista korkeudensäätöä. Laitteen kuljettaminen maantiellä on mahdollista ainoastaan purkamalla laite ja kuljettamalla sitä erillisellä kuljetuskalustolla.

4.3 Palaturvekääntäjä PPK – 19

Palaturvekääntäjässä (Kuva 17) on samoja ominaisuuksia, joita suunniteltavalta laitteelta halutaan. Siivet kääntyvät kuljetusasentoon ja sitä pystytään vetämään traktorin perässä maantiellä. Suunniteltavan laitteen JLK-19M:n äärimitat tulevat olemaan lähellä PPK-19:n mittoja (kuva 18). Poikkeuksena tulee olemaan se, että JLK-19P:ssä ei tule olemaan nostettavia kärkiä (Kuva 18, alin kuvanto), joten kuljetusasennossa laite tulee olemaan pitempi.



KUVA 17. PPK – 19 (Peatmax Oy)



KUVA 18. PPK – 19:n äärimitat (Peatmax Oy)

PPK – 19:ssa on korkeudensäätö. Sen renkaita voidaan laskea runkoon ja siipiin nähden, jolloin runko nousee. Renkaissa on kahdet sisäkkäiset putkipalkit, joissa on reiät. Runkoa ja siipiä nostetaan ja korkeutta säädetään pykälittäin ja haluttu korkeus valitaan asettamalla tappi putkipalkkien reikiin.

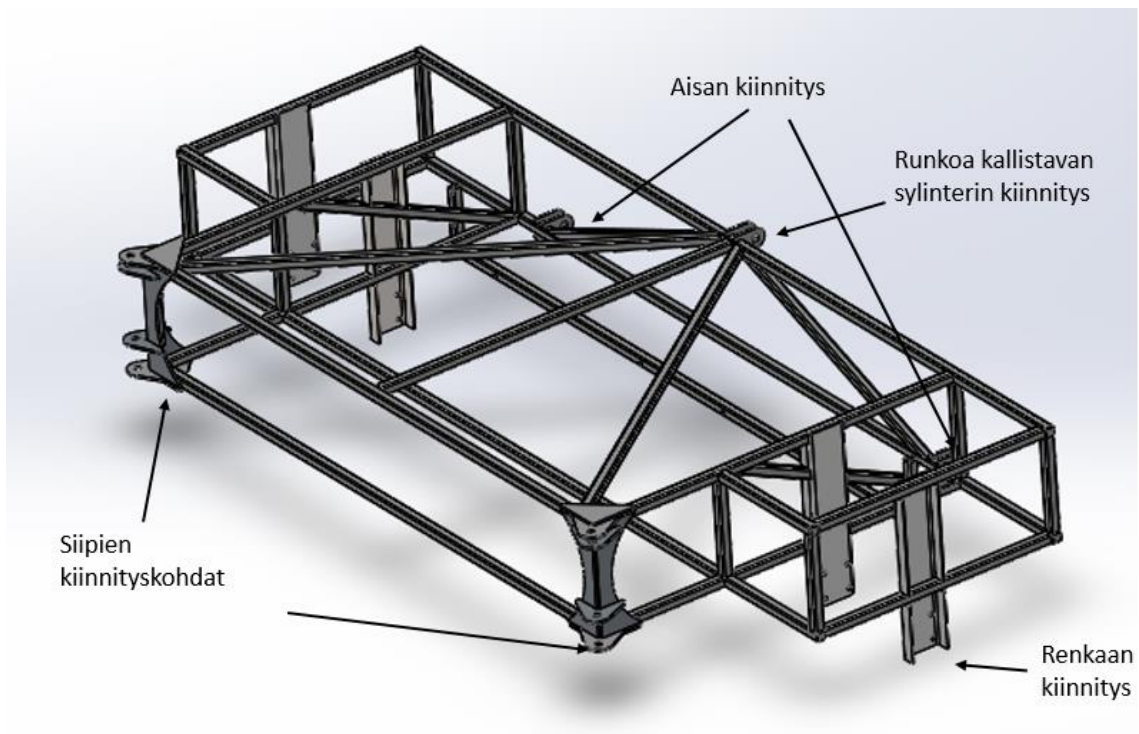
Vaikka PPK – 19 siivet saadaan liikutettua kapeampaan ajoon ja kuljetusasentoon, piikit pysyvät paikallaan. Näin ollen kapeampi ajo voidaan tehdä ainoastaan nostamalla siipien kärjet ylös. Suunniteltava laite eroaa tästä sekä JLK – 19M:stä eniten juuri lusikoiden ja piikkien ohjattavuudessa.

5 KÄÄNTÄJÄN SUUNNITTELU

5.1 Runko

Rungon muoto vakiintui heti alkuunsa T:n malliseksi. Muodon hyötynä on se, että renkaat saadaan tarpeeksi etäälle toisistaan, jotta karhe mahtuu kulkemaan niiden välistä. Runko tehdään 40*40*4 mm putkipalkista (kuva 19) ja rakenteeseen lisättiin vinotukia tuomaan lisää lujuutta.

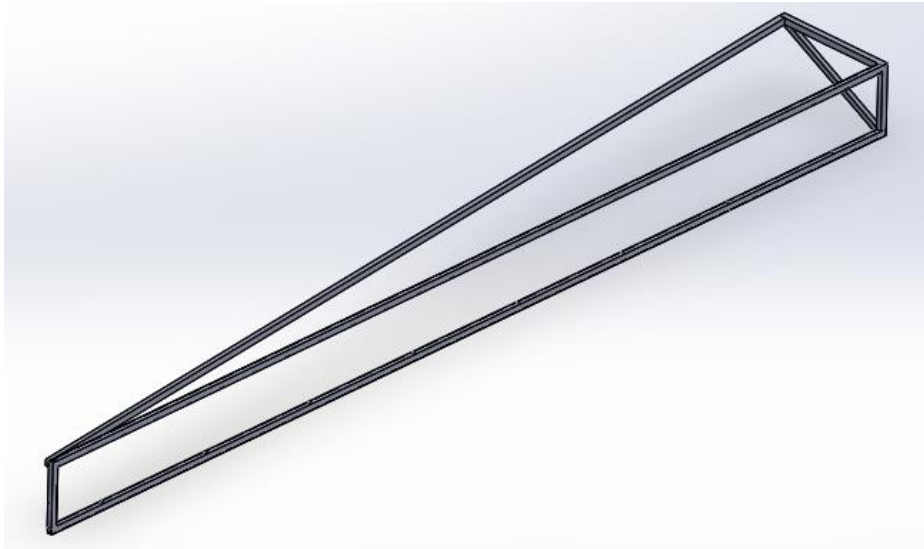
Siivet kiinnittyvät rungon takareunan korvakkeisiin. Kulmat on vahvistettu kuvan mukaisesti, jotta rakenne kestää siipien kiinnityksen aiheuttamat rasitukset. Rungon etuosan yläpalkin korvakkeeseen kiinnittyy runkoa kallistava sylinteri (lisää kappaleessa 5.5). Tämä kohta on vahvasti tuettuna, koska kallistuksessa siihen kohdistuu suuri rasitus. Etulaidan alapalkin kahteen korvakkeeseen kiinnittyy aisa.



KUVA 19. Kääntäjän runko

5.2 Siiven runko

Siipien muoto erosi jo alkuunsa aikaisempien laitteiden siivistä. Ensimmäinen vaihtoehto oli tehdä siiven muodosta kännykkämaston kaltainen. Siipi on tyvestään kolmion mallinen ja se kapenee kärkeä kohti (kuva 20). Siiven takareunan suunniteltiin aluksi olevan suora, jotta siihen kiinnittyvät lusikat ovat samalla tasolla toisiinsa nähden. Kolmion mallia muutettiin useaan kertaan optimaalisen muodon aikaansaamiseksi. Siipi tulisi olemaan 8 m pitkä ja noin metrin leveä leveimmältä kohdalta.



KUVA 20. siiven palkkirakenne

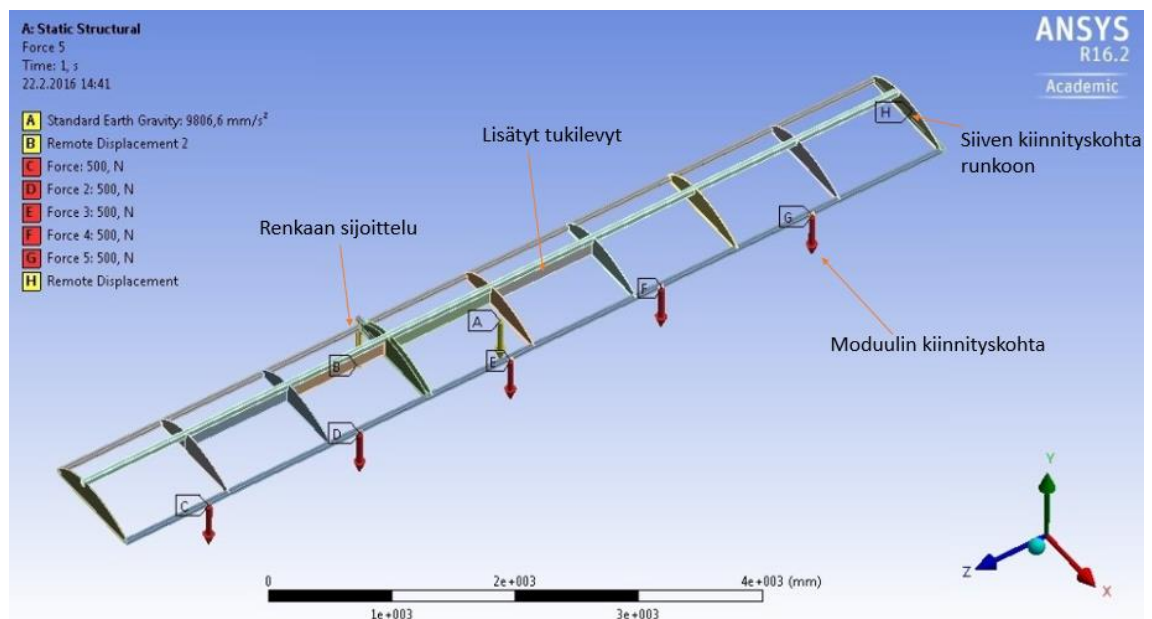
Siipien muodolla on olennainen merkitys siipien mukana kääntyvien lusikoiden suunnittelussa. Lusikoiden ja palakääntöpiikkien rakenteiden suunnittelua tehtiin samanaikaisesti siipien suunnittelun kanssa. Lisäksi olennainen osa siipien rakennetta oli renkaiden sijoittelu. Kaikki tämä oli otettava samanaikaisesti huomioon suunnittelussa.

Toisena vaihtoehtona siiven muodolle otettiin vahvasti vaikutteita lentokoneen siivestä. Siipi muodostuu kolmesta suorasta putkipalkista, joiden välissä on kaarevat metallilevyt. Kaksi palkkia on siiven alareunassa metrin päässä toisistaan ja kolmas näiden välissä joi-takin kymmeniä senttimetrejä ylempänä. Metallilevyjä tulisi noin kahdeksan koko siiven matkalle. Siiven päälle tulisi ohut metallilevy, joka hitsataan kiinni kaariin, sekä pitkit-täisiin putkipalkkeihin.

Näistä kahdesta vaihtoehdosta jälkimmäinen todettiin toimivammaksi ratkaisuksi. Moduulien (aiheesta tarkemmin kappaleessa 5.2) paino olisi itsessään rasittanut yksinkertaista palkkirakennetta niin, että takapalkin profiilia olisi jouduttu kasvattamaan. Lentokoneen siipiä muistuttavat siivet ovat jäykemmät eivätkä taivu moduulien vaikutuksesta niin paljoa. Lisäksi jälkimmäisen rakenteen valintaan vaikutti vahvasti miellyttävämpi ulkonäkö.

5.2.1 Siiven kuormitusanalysointi

Siivelle tulee enemmän painoa, kuin yksinkertaiselle putkipalkkikehikolle, joten sen kestävydestä tehtiin laskelmia ANSYS – ohjelmistolla. Moduulien kääntösäteen vuoksi siiven rengas sijoitettiin siiven etupuolelle, eli traktorin puolelle. Tämä huomioitiin laskelmia tehdessä, jotta saatiin tarkempi kuva siitä, miten renkaan sijainti vaikuttaa rakenteen taipumiseen.



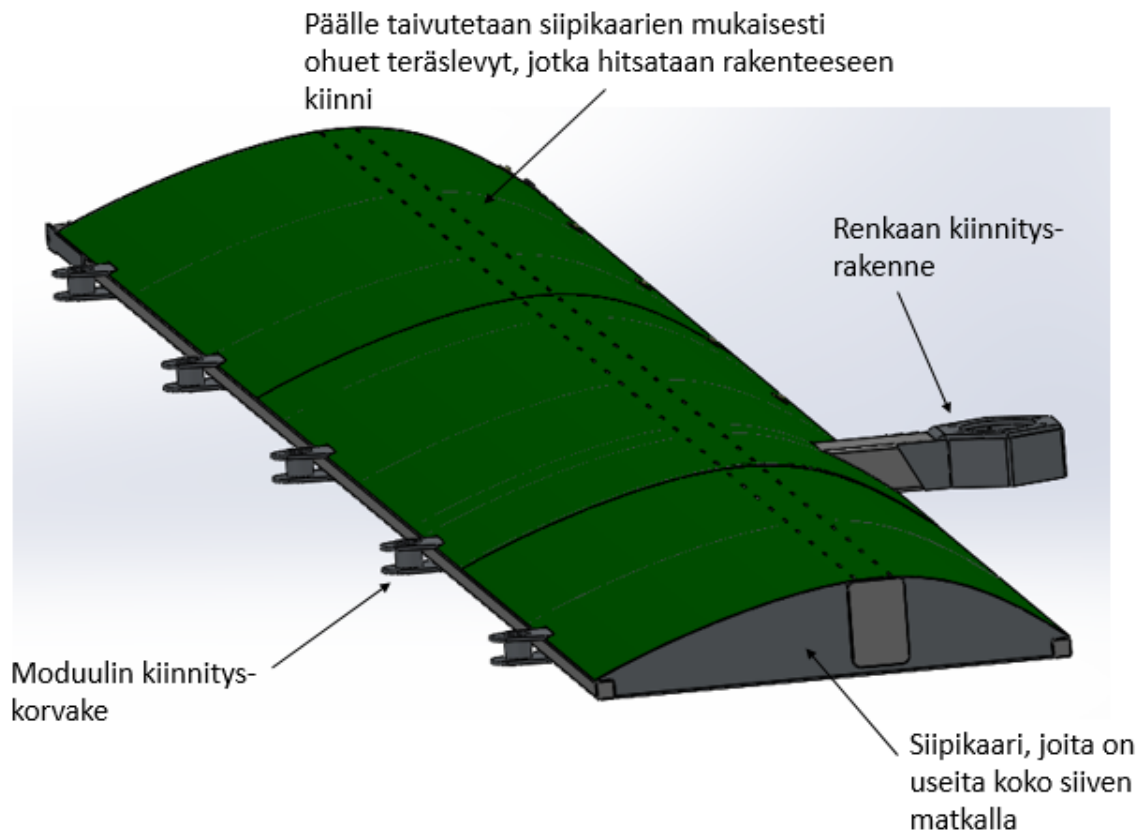
KUVA 21. Siiven kuormitusanalyysin voimat ja tuennat

Rakennetta kuormitettiin ohjelmiston simuloimalla painovoimalla sekä myöhemmin siiven kärkeen asetetuilla painoilla. Laskelmat jouduttiin tekemään kevennetyllä rakenteella, sillä suuremmissa rakenteissa ohjelman lisenssi loppui kesken. Siipi oli tuettuna niin, että renkaan rakenteen kohdalta rakenteella oli pystysuuntainen tuki. Tämä simuloi renkaan tuoma tukea rakenteelle. Siipi tuettiin toisesta päästään täysin niin, ettei se pääs-

tyt liikkumaan lainkaan. Tämä simuloi siiven kiinnitystä keskirunkoon. Lisäksi moduuleille laskettiin massa ja jokaisen moduulin kohdalle asetettiin laskelmien mukainen paino. Rakenteen tuennat ja rasitukset ovat kuvassa 21.

Liitteessä 2 on kuvat ANSYS ohjelmistolla saaduista tuloksista. Tuloksien mukaan rakenne taipuu jo pelkän painovoiman vaikutuksesta. Rakenteeseen lisättiin heti alkuvaiheessa lisätuet keskimmäisen palkin alle, koska taipumaa oli liikaa. Taipuminen väheni levyjen vaikutuksesta, mutta muodonmuutoksia oli silti huomattavasti. Liitteessä 2.2 on asetettu kokeeksi vasemman alareunan kärkeen 200 kg lisäpaino. Rakenne alkoi taipumaan tässä vaiheessa jo selkeästi.

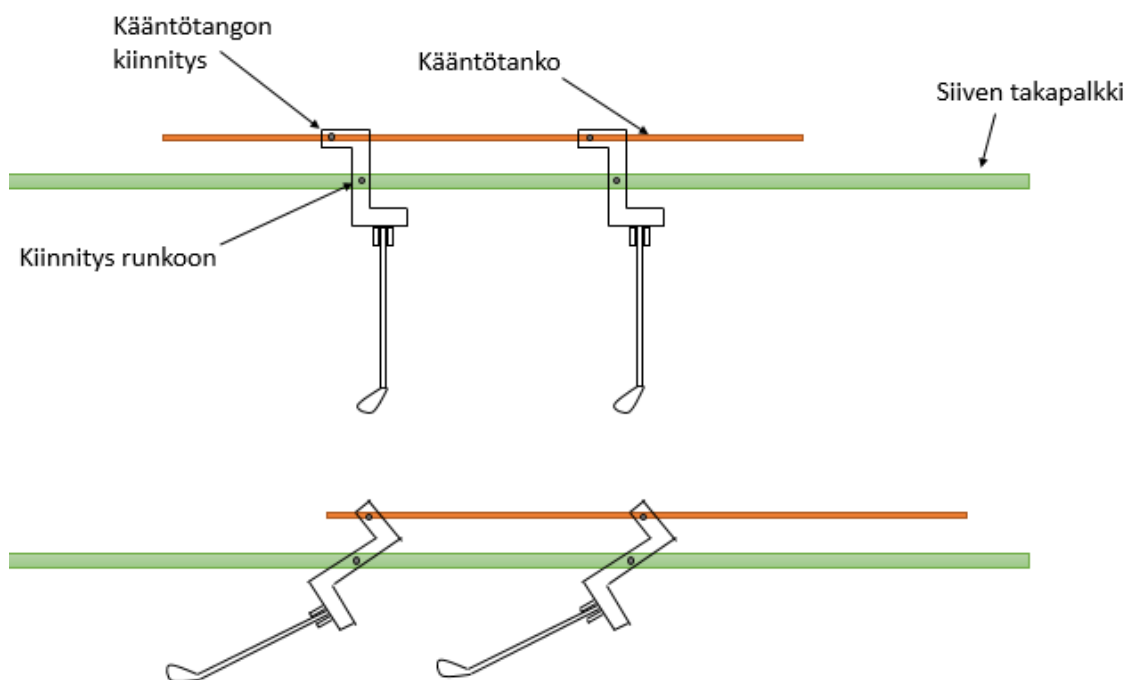
Tulosten perusteella haluttiin minimoida siiven taipumisen mahdollisuus. Ylimmäisen palkin alapuolelle asetetut tukilevyt estivät rakenteen taipumista. Rakenteen kestävydestä haluttiin varmuus, joten keskimmäinen 40*40*4 mm putkipalkki korvattiin 120*180*4 mm palkilla. Kuvassa 22 on lopullisen mallinen siipi.



KUVA 22. Siiven rakenne

5.3 Lusikat ja palankääntöpiikit

Lusikat sijoittuvat siiven takareunaan. Ensimmäisenä vaihtoehtona oli sijoittaa jokainen lusikka erikseen. Lusikat ovat kuvan 23 mukaisissa lattarauodoissa kiinni. Lattaraudat kiinnittyvät toisesta päästään kääntötankoon. Kääntötanko on kiinni rungossa joustavalla rakenteella. Siiven kääntyessä taaksepäin tanko vetää lusikoita samassa suhteessa siipien kanssa. Näin lusikat osoittavat aina taaksepäin riippumatta siitä missä asennossa siivet ovat. Tässä vaihtoehdossa lusikat olisi yksinkertaisinta nostaa JLK-19M mukaisella nostotangolla.

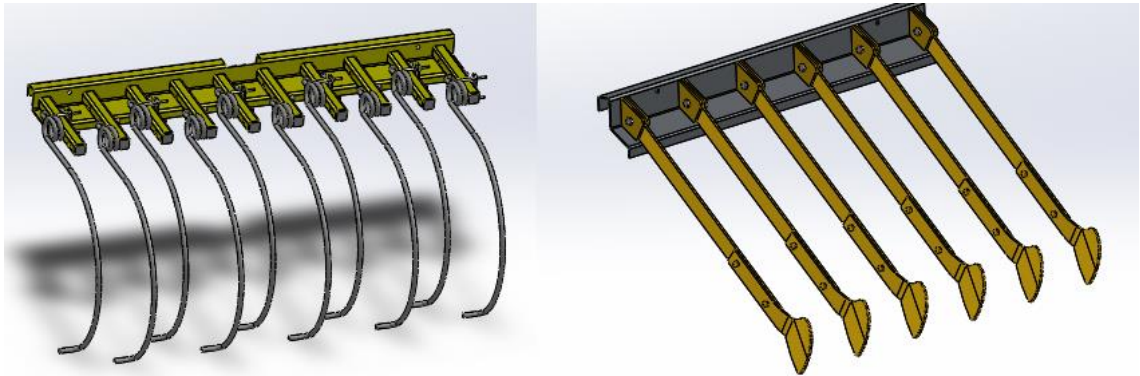


KUVA 23. Lusikoiden kääntömekanismi

Toisena vaihtoehtona suunniteltiin lusikoiden kiinnitystä moduuleihin. Yhdessä moduulissa olisi 5-7 lusikkaa riippuen moduulin leveydestä. Moduuli olisi kiinni rungossa olevan korvakkeen läpi menevällä tangolla. Tangon päähän kiinnittyisi lattarauta. Lattaraudan toiseen päähän kiinnitetään kääntötanko, joka on joustavalla rakenteella kiinni rungossa. Tässä vaihtoehdossa lusikoiden nosto on tehtävä siiven renkaan avulla.

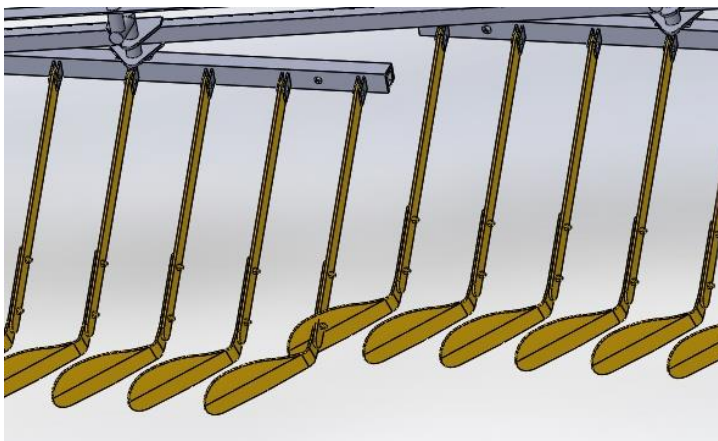
Näistä vaihtoehdoista valittiin jälkimmäinen rakenne. Moduulien avulla lusikat saadaan kuljetusasennossa täysin taaksepäin. Moduulien etuna oli myös se, että siiven runkoon

pystytään kiinnittämään erillinen moduulirunko, jonka päälle moduulit asetetaan. Erillisen rungon ansiosta pystyttiin suunnittelemaan erilliset moduulit lusikoille ja palankääntöpiikeille (Kuva 24).



KUVA 24. Piikki- ja lusikkamoduulit

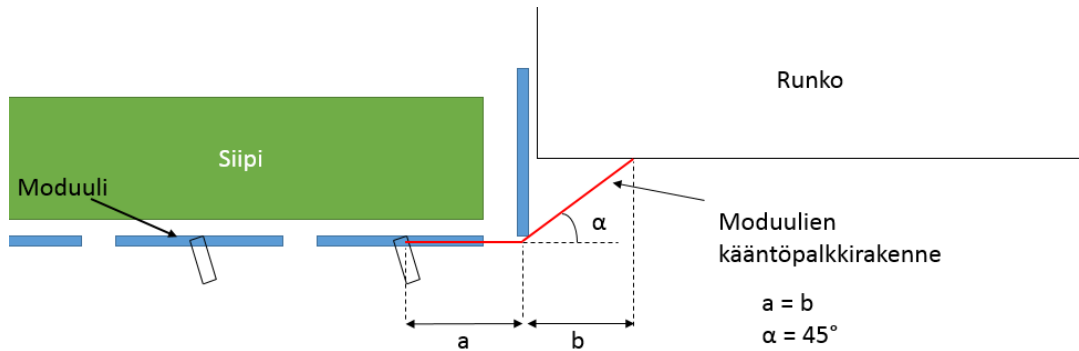
Moduulien väliseksi etäisyydeksi valittiin 1600 mm, koska se jakaantuu tasaisesti 8 metrin matkalle. Toisena vaihtoehtona olivat 1000 mm välein olevat moduulit, mutta SolidWorksilla tehdyissä testauksissa todettiin, että kapeammassa rakenteessa lusikat törmäsivät toisiinsa moduulien kääntyessä (Kuva 25). Moduulin leveyden kasvaessa lusikat alkoivat väistää toisiaan enemmän ja yhteentörmäyksiltä vältyttiin.



KUVA 25. Moduulien lusikoiden yhteentörmäys

Moduulien kääntö tapahtuu kääntöpalkin avulla. Palkki on kiinni moduulien runkojen yläpäässä olevan kääntövarren päässä. Runkoa lähimpänä olevaan moduuliin tulee lisäksi erillinen palkki, joka on kuvan 26 osoittamalla tavalla kiinni rungossa. Moduulissa kiinni olevan kääntöpalkin etäisyys kääntökolmion keskeltä tulee olla sama, kuin 45° kulmassa

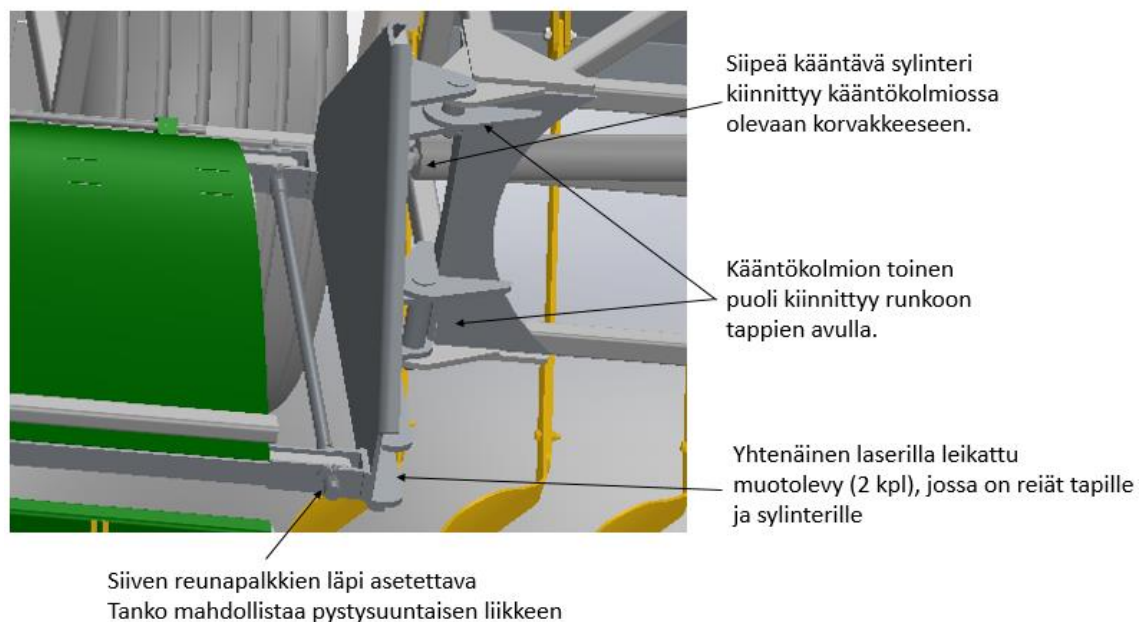
olevan, runkoon kiinnittyvän palkin etäisyys kääntökolmiosta. Näin moduulit kääntyvät samassa kulmassa siipien kanssa ja osoittavat aina taaksepäin.



KUVA 26. Kääntörakenteen toimintamekanismi

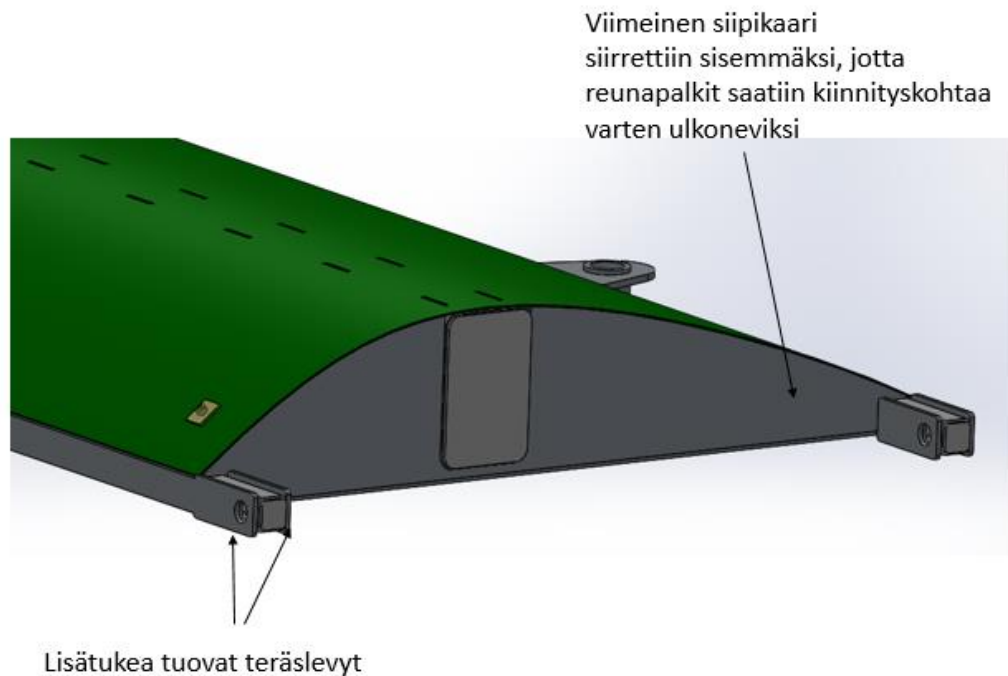
5.4 Siipien liike

Siiven kääntäminen tapahtuu sylinterin avulla. Siiven ja rungon väliin piti suunnitella kestävä ristiniel, joka mahdollisti liikkeen vaaka- ja pystysuunnassa. Nivelen tulee olla tarpeeksi vahva, koska sen on kannateltava suurta painoa ja kestävä siiven kääntämisen aiheuttamia voimia.



KUVA 27. Kääntökolmio

Ristiniveleksi suunniteltiin ”kääntökolmio” (Kuva 27). Kolmion siiven puolella on kahdet korvakkeet, jotka kiinnittyvät siiven reunimmaisiiin palkkeihin akselin avulla. Rungon puolelle suunniteltiin ylös korvakkeet ja alas muotolevyt. Muotolevyissä on reiät keskellä kääntöakselin kohdalla sekä etureunassa kääntösyylinteriä varten. Muotolevyillä haettiin lisätukea kääntökolmiolle, jotta se kestää kääntämisen aiheuttamia voimia. Runkoa vahvistettiin teräslevyillä kulmasta, johon kääntökolmio kiinnittyy. Siipikaari siirrettiin 120 mm sisemmäksi, jotta reunimmaisiiet palkit saatiin siivestä ulommaksi kääntörakennetta varten. Palkkeja vahvistetaan molemmin puolin hitsatuilla levyillä. Levyjen ja palkkien läpi porataan 25 mm reiät, joiden läpi tulee akseli. (Kuva 28)



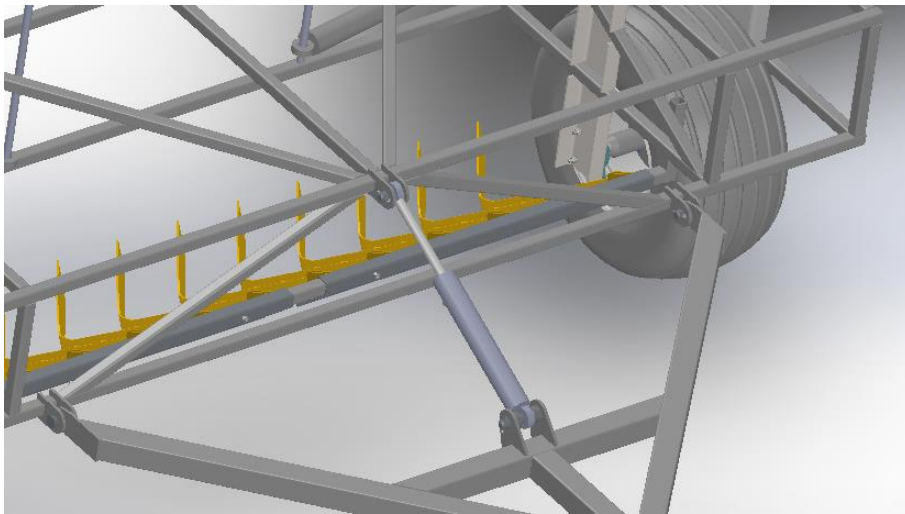
KUVA 28. Kääntörakenne siivessä

5.5 Korkeudensäätö

Runkoon ja siipiin tulee erikseen korkeudensäädöt. Rungon korkeudensäädölle oli kaksi vaihtoehtoa. Toinen oli se, että korkeutta säädettäisiin renkaista. Renkaat olisivat puolittain toispuolisilla akseleilla kiinni rakenteessa, joka yhdistäisi ne toisiinsa rungon yläosan kautta. Kiertäminen yläkautta olisi tehtävä, koska karheen kulkiessa rungon alla suora

läpiakseli ottaisi karheeseen kiinni. Tässä kiertävässä rakenteessa olisi sylinteri, joka painaa rakennetta alas ja renkaat painuisivat alaspäin runkoon nähden.

Toinen vaihtoehto oli kallistaa runkoa sylinterin avulla. Aisassa olisi kiinni sylinteri, joka vetäisi rungon yläpalkista alaspäin (kuva 29) Tällöin rungon takaosa nousisi ylöspäin. Todettiin että rungon kallistaminen nostaa siipien kiinnityskohtaa tarpeeksi, että runkoa lähellä olevat lusikat nousevat ilmaan. Sylinterin kiinnityskohta tuettiin vahvasti, jotta se kestää sylinterin vedon.

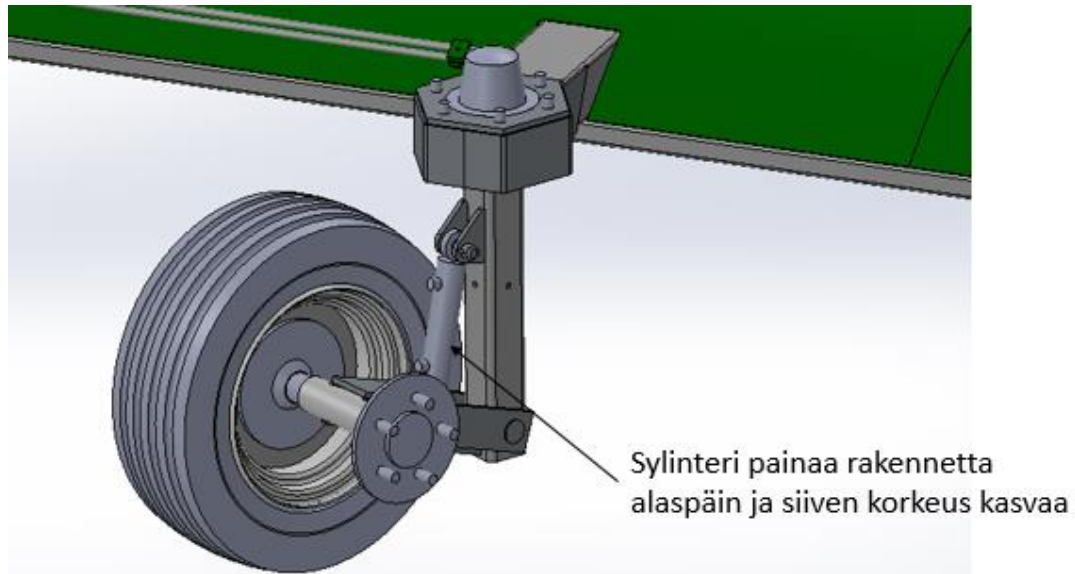


KUVA 29. Runkoa kallistava sylinteri

Siipien korkeudensäätö tulee renkasiin. Yhtenä vaihtoehtona oli, että rengas integroidaan yhteen moduuliin. Tällöin sen suunta olisi aina taaksepäin samoin kuin moduulien. Kahden lusikan väliä levennettäisiin siten, että niiden väliin mahtuu rengas. Ongelmaksi havaittiin, että siipien kääntyessä kuljetusasentoon, moduulien kääntyessä taaksepäin käännöksen loppuosa raahaisi renkaita sivuttain. Myös kuljetuksessa tulisi ongelma. Tiukemmissä käännöksissä takimmaiseta renkaat raahautuisivat sivuttain, koska kummatkaan laitteen renkaista eivät käänny.

Toisena vaihtoehtona, joka valittiin lopulliseen rakenteeseen, oli sijoittaa rengas siiven etupuolelle. Renkaiden tulisi olla tarpeeksi etäällä siivestä, jotta ne eivät törmää siiven alle kääntyviin moduuleihin. Siivestä tuodaan ulkopuolelle 100 mm * 150 mm profiilista putkipalkki. Palkkiin tulee tukirakenne, johon asennetaan napa. Napa-akselin ympärille hitsataan 80*80 mm putkipalkki, johon kiinnitetään rengasrakenne. Putkipalkkiin tulee

korvakkeet, joihin kiinnitetään sylinteri. Sylinteri painaa rengasrakennetta alaspäin ja näin rakenteeseen saadaan korkeudensäätö (kuva 30).



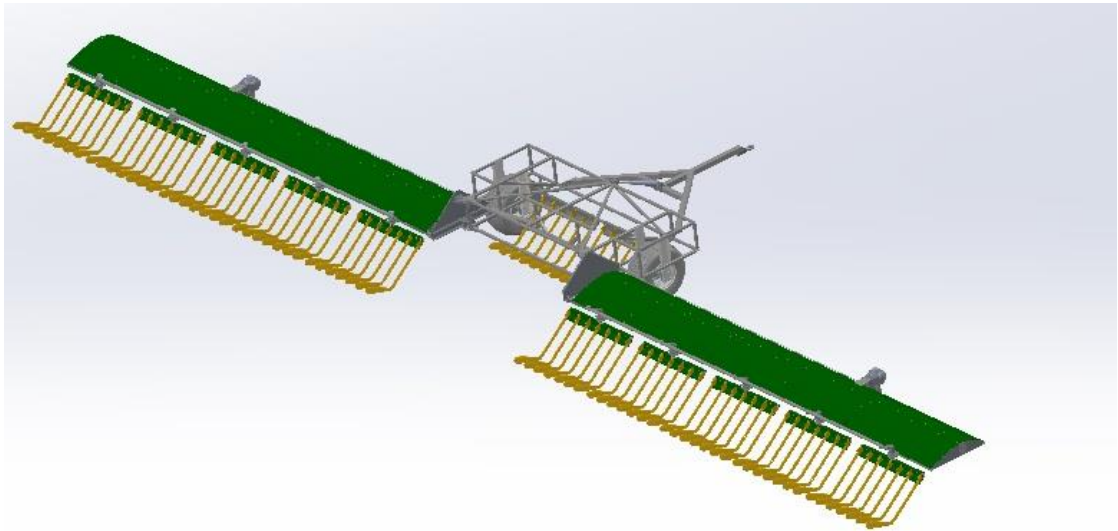
KUVA 30. Rengasrakenne ja korkeudensäätö (toinen rengas piilotettu näkyvyyden parantamiseksi)

Renkaita päädyttiin laittamaan kaksi vierekkäin kantavuuden parantamiseksi sekä renkaan rauhoittamiseksi. Rauhoittamisella tarkoitetaan renkaan tasaisempaa seuraamista esimerkiksi kuljetuksessa, ettei rengas lähde tekemään sivuttaisliikettä niin herkästi. Lisäksi renkaan ympäri pyöriminen on estettävä, jotta sylinterin hydrauliletkut eivät kierry akselin ympärille ja vaurioidu.

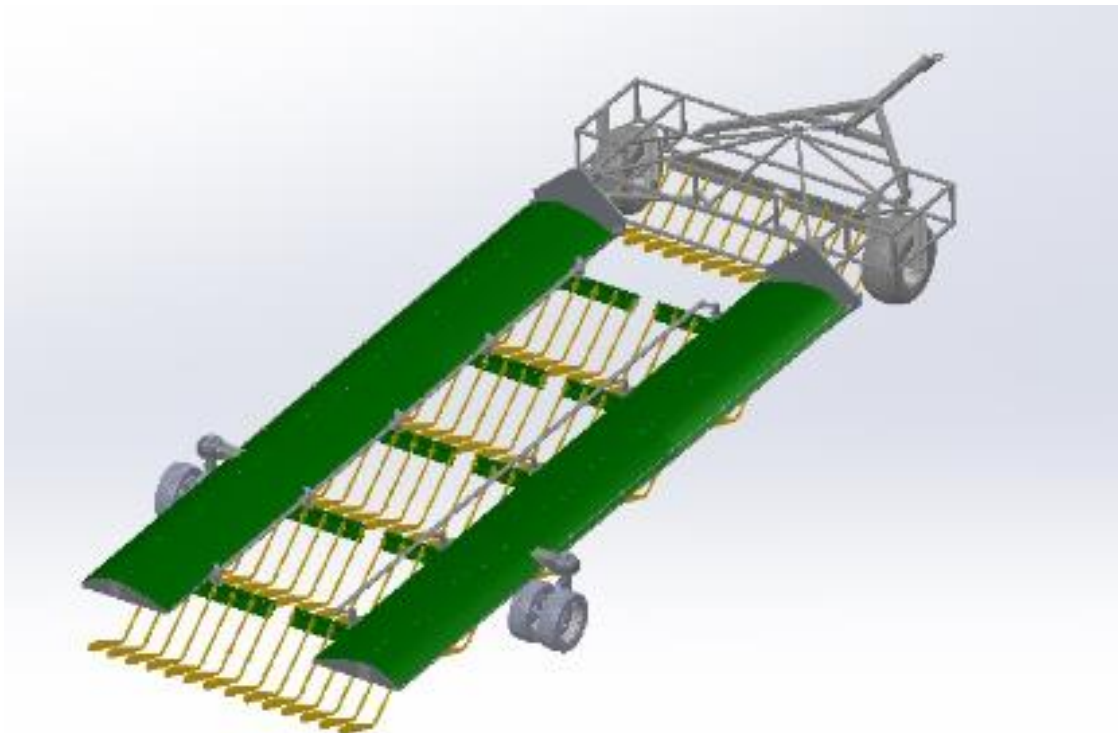
5.6 Lopullinen kääntäjä

Liitteessä 3 on yksinkertaistetut työkuvat lopullisesta kokoonpanosta. Yksittäisten osien piirustuksia ei tässä raportissa esitellä. Kuvissa 31 ja 32 on 3D mallit koko rakenteesta. Kuvissa ei ole aivan viimeisimmät piirustukset, sillä työskentely kuvien parissa jatkui vielä opinnäytetyön päättymisen jälkeen. Kuvista puuttuvat mm. hydrauliputket ja letkut.

Kääntäjän leveys työasennossa on 18977 mm, joka on lähellä PPK – 19 äärimittaa.. Kuljetusasennossa alkuperäinen tavoite ei täytynyt. Leveys ylittää toivotun 4000 mm leveyden 433 mm, kun mitataan renkaan tukirakenteen päistä. Kuljetusasennon pituudelle ei ollut vaatimuksia. Pituudeksi tuli aisan päästä viimeisten lusikoiden kärkeen 12535 mm. Korkeus on 1070 mm.



KUVA 31. Kääntäjä työasennossa



KUVA 32. Kääntäjä kuljetusasennossa

6 POHDINTA

Suunnittelun aikana kohdattiin useita haasteita, joiden johdosta suunnittelussa jouduttiin palaamaan alkutekijöihin. Rakennetta jouduttiin muokkaamaan useaan kertaan, kun huomattiin epäkohtia. Kaikkia muutoksia ja vaihtoehtoja ei esitelty tässä raportissa, sillä joi-takin suunnitteluvaiheessa hylättyjä osia ei dokumentoitu lainkaan. Haasteista huolimatta suunnittelun lopputuloksena saatiin suunniteltua turvekääntäjä, joka vastaa erinomaisesti asetettuja tavoitteita.

Suunnittelun aikana rakenne mallinnettiin muutamaan kertaan uudelleen. Suunnittelun alkuvaiheessa rakenteesta käytettiin väliaikaisia malleja, joilla rakenteen toimintoja tes-tattiin. Suunnittelussa olisi voinut tehdä jo alkuunsa sellaiset 3D mallit, joita olisi ainoas-taan muokattu suunnittelun edetessä. Tämä olisi vähentänyt loppupään työmäärää, kun rakenteen lopulliset 3D mallit ja piirustukset tehtiin. Näin laite olisi voitu saada valmis-tukseen jo hieman aiemmin.

Siipien liikkuvuus saatiin tavoitteen mukaiseksi. Siivet liikkuvat ylös-alas runkoon näh-den tuoden rakenteeseen halutun joustavuuden. Siivet mukailevat paremmin maaston muotoja. Siipien ja rungon välinen kääntökolmio mahdollistaa lisäksi siipien kääntämisen taaksepäin kapeampaa ajoa tai kuljetusta varten.

Lopullinen kuljetusleveys ylittää hieman tieliikennelain ohjeistaman 4 m leveyden. Tätä ylitystä ei saatu poistettua kohtuullisilla keinoilla. Moduulien välinen etäisyys on oltava 1,6 metriä lusikoiden törmäämisen vuoksi, jonka seurauksena siipien välinen etäisyys kuljetusasennossa on oltava aiottua suurempi. Lisäksi moduulien kääntyessä siiven alle, renkaille on jätettävä tila jotta ne eivät törmää moduuleihin. Vaikka asetettu tavoite ei täysin toteutunut, kuljetusleveydessä päästiin kuitenkin sellaiseen leveyteen, että laitetta voidaan kuljettaa tieliikenteessä.

Lusikoiden ja palankääntöpiikkien toiminta saatiin tavoitteen mukaisiksi moduulien avulla. Moduulien toiminta kenttäolosuhteissa on yksi epävarma tekijä. Testauksien tu-loksena tullaan näkemään kuinka rakenne kestää esimerkiksi piikin tarttumisen kantoon. Jos palaturpeen käännössä moduulin reunimmainen piikki tarttuu kantoon, se alkaa vään-tää moduulia vinoon kääntäjän edetessä. Nähtäväksi jää, kestäkö rakenne vetää piikin irti kannosta vai hajoaako jotain.

Kevennetyn putkipalkkikoon kestävyys selviää lopullisesti vasta, kun kääntäjiä päästään testaamaan suo-olosuhteissa. Runkoa saatetaan joutua vahvistamaan vielä lisää. Siipien rakenne vahvistui suunnittelussa niin paljon, että uskon niiden kestävän vaaditun rasituksen. Laitetta valmistettaessa voidaan lisäksi huomata epäkohtia, joita ei ole osattu ottaa huomioon suunnittelussa. Niitä voidaan korjata vielä valmistusvaiheessa, koska kyseessä on prototyyppi.

Tässä vaiheessa suunnittelua voidaan vain jäädä odottamaan testauksien tuloksia, jotta päästään tekemään jatkokehitystä kääntäjiin. Laitteen jatkosuunnittelu tapahtuu mahdollisesti syksyn ja talven 2016 – 2017 aikana koeajoissa saatujen tulosten pohjalta.

LÄHTEET

Alakangas, Hölttä, Juntunen, Vesisenaho. 2011. Energiaturpeen tuotantotekniikka. koulutusainisto. Jyväskylä.

Tieliikennelaki. 17.12.1992/1715

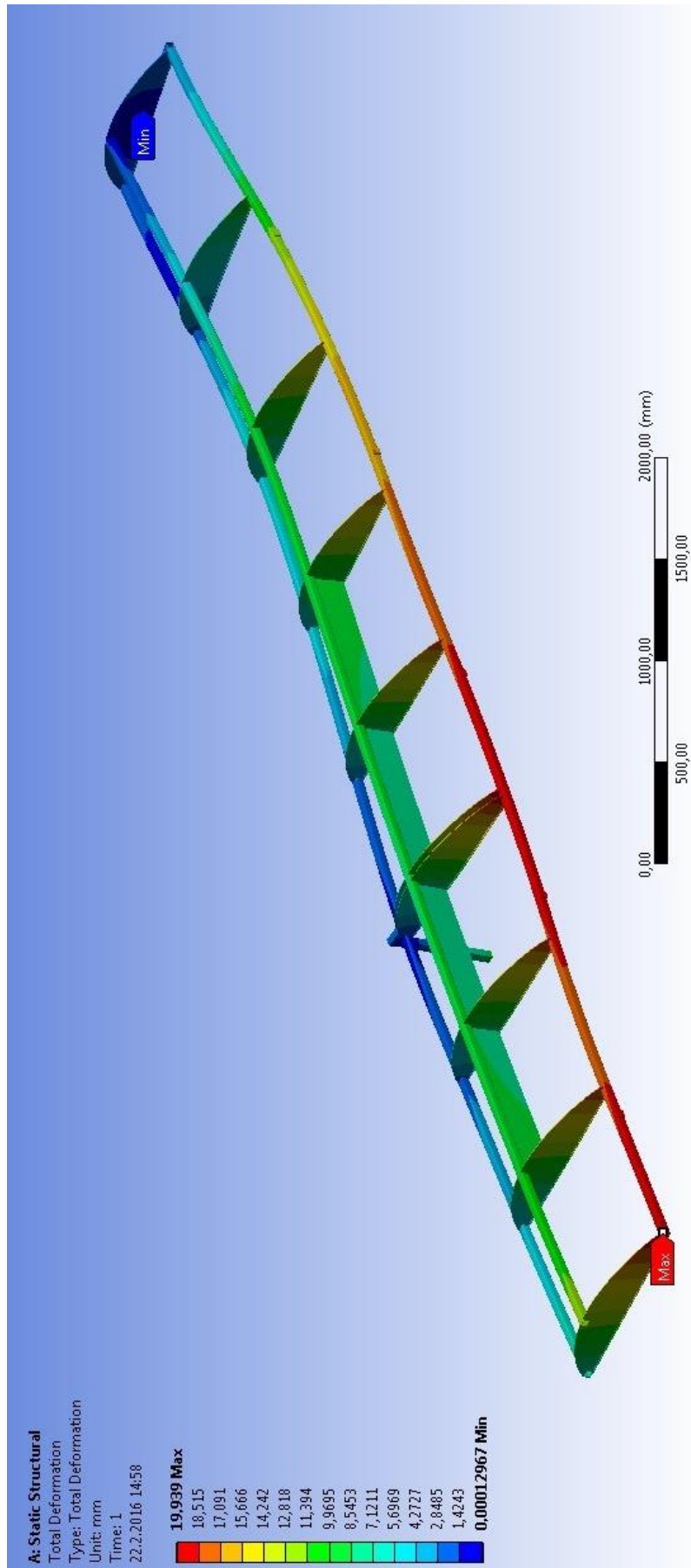
www.peatmax.com

<http://www.tejuka-lehti.fi/etusivu/416663.html>

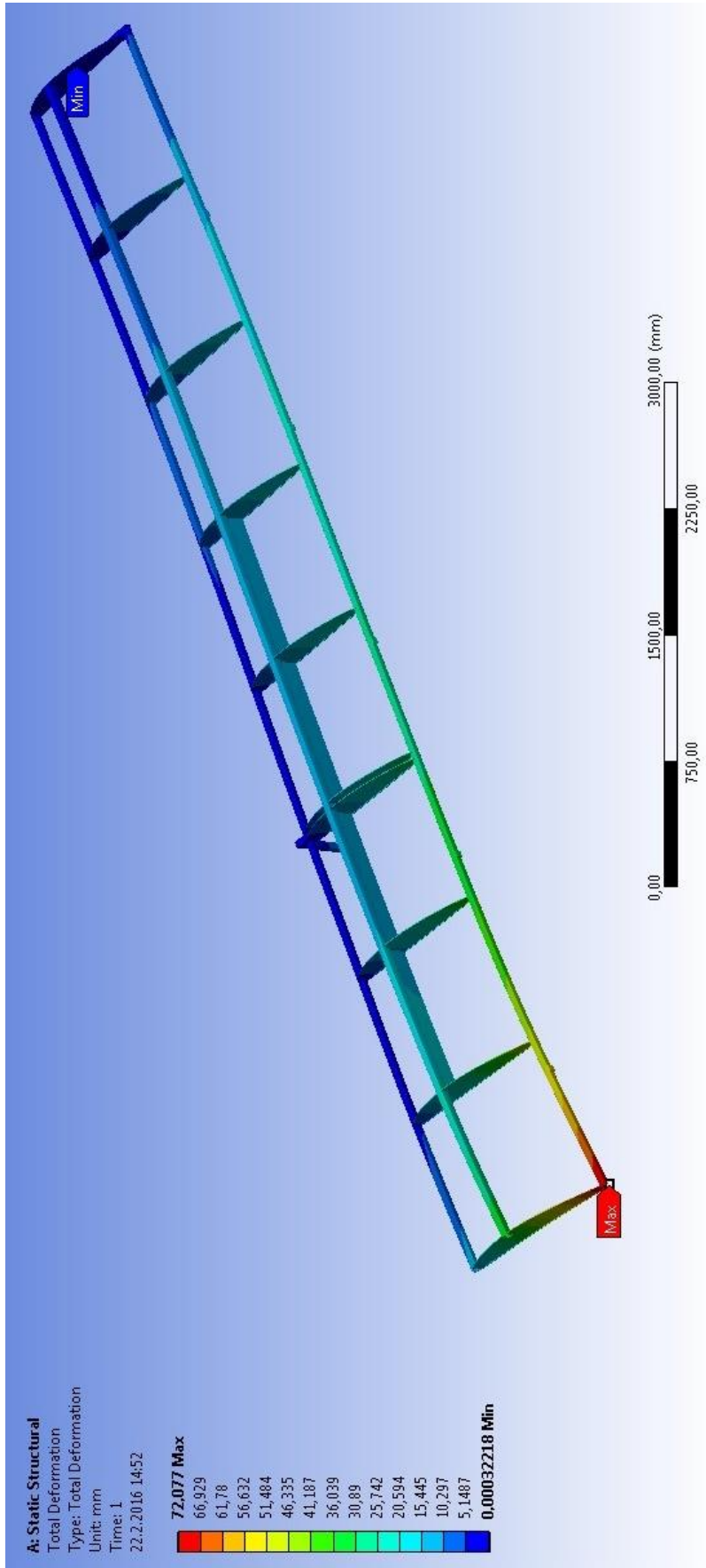
LIITTEET

Liite 1. ANSYS analyysin tuloksia

1(2)

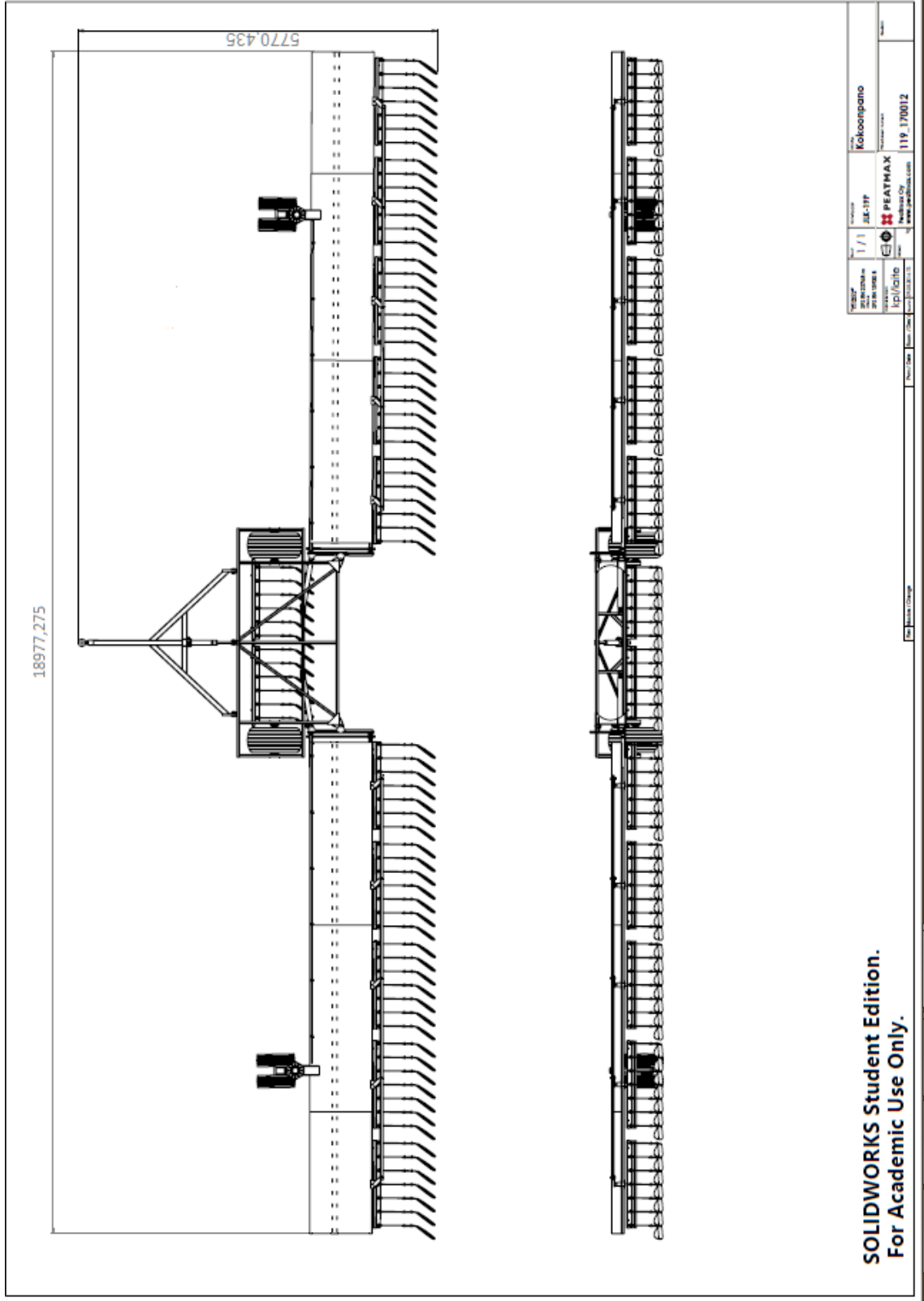


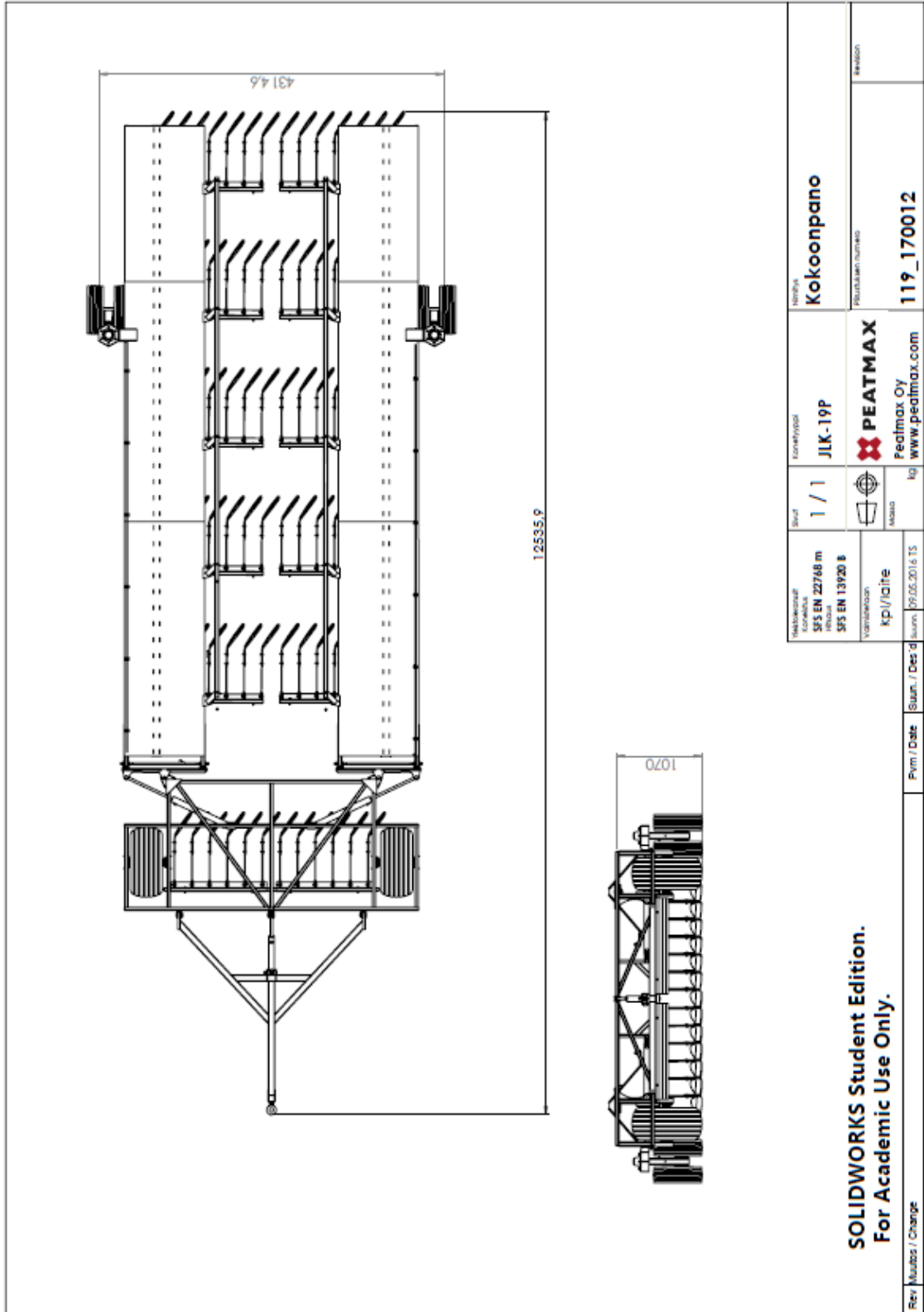
2(2)



Liite 2. Kokoonpanopiirustukset

1(2)





**SOLIDWORKS Student Edition.
For Academic Use Only.**

Maksimikokoruu Korkeus SFS EN 22748 m Hätkä SFS EN 13920 B Väntömomentti Kp/Jaite	Suut 1 / 1	Konekryppä JLK-19P	Nimi Kokoonpano
Suut Kuva	Konekryppä Kuva	PEATMAX Peatmax Oy www.peatmax.com	Puhelin 119_170012
Suun. / Des.d Pvm / Date	Suun. / Des.d Pvm / Date	Suun. / Des.d Pvm / Date	Suun. / Des.d Pvm / Date
Rev / Muutos / Change	Suun. / Des.d Pvm / Date	Suun. / Des.d Pvm / Date	Suun. / Des.d Pvm / Date