

Harri Jaakkola

PORRASANNOSTELIJAN JA RANKAPÖYDÄN SUUNNITTELU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2015

## PORRASANNOSTELIJAN JA RANKAPÖYDÄN SUUNNITTELU

Jaakkola, Harri  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Maaliskuu 2015  
Ohjaaja: Santanen, Teemu  
Sivumäärä: 41  
Liitteitä: 1

Asiasanat: porrasannostelija, kuljetin, nostin

---

Opinnäytetyössä on tarkoitus suunnitella rankakuljetin, joka siirtää pinotut puut kohti klapikonetta ja nostaa tämän jälkeen yhden rangan kerrallaan klapikoneen omalle syöttökuljettimelle. Työssä tarkastellaan eri kuljettimia ja päätetään miten kuljetin voitaisiin toteuttaa, sekä lasketaan erilaisia lujuuslaskelmia, sille kuinka paljon kuljetin kestää kuormaa päällensä. Tämän lisäksi valitaan tarvittavat komponentit kuljettimelle.

## DESIGNING A LOG CONVEYOR

Jaakkola, Harri

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

March 2015

Supervisor: Santanen, Teemu

Number of pages: 41

Appendices: 1

Keywords: step dispenser, conveyor, lifter

---

The purpose of this thesis was to design a log conveyor that moves stacked logs to firewood machine and lifts one log at a time to firewood machines own feed conveyor. The thesis also compare different type of conveyors and it's also decided how the conveyor should be constructed. There are also FEM- calculations for different parts of the conveyor. In addition, the necessary components are selected for the conveyor.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	LÄHTÖTILANNE .....	7
3	RANKAKULJETTIMEN KÄYTTÖTARKOITUS JA VAATIMUKSET .....	8
3.1	Käyttötarkoitus.....	8
3.2	Vaatimukset .....	8
4	KULJETIN VAIHTOEHTOJA.....	9
4.1	Hihnakuljettimet .....	9
4.2	Ketjukuljettimet .....	11
4.3	Porrasannostelija.....	12
5	KONETURVALLISUUS.....	14
5.1	Koneen valmistajan tehtävät .....	15
5.1.1	Koneen riskin arviointi .....	15
5.1.2	Koneen suunnittelu ja rakentaminen olennaisten turvallisuusvaatimusten mukaan .....	16
5.1.3	Koneen ohjeet .....	18
5.1.4	Merkinnät .....	19
5.1.5	Tekninen tiedosto .....	20
5.1.6	Vaatimustenmukaisuusvakuutus .....	21
5.1.7	CE-merkintä .....	21
6	VALMISTETTAVUUS .....	22
6.1	Uusi tuote .....	22
6.2	Suunnittelu valmistuksen aikana.....	23
6.3	Valmistettavuuden arviointi.....	24
7	RAKENTEIDEN JA TOIMINTOJEN VALINTA.....	25
7.1	Rakenteet.....	25
7.2	Rakenteiden väsyminen ja mahdollinen korjaus.....	25
7.3	Toiminnot.....	26
8	KULJETTIMEN SUUNNITTELU .....	27
8.1	Yksittäisten osien lujuustarkastelut.....	28
8.1.1	Liukulaakerin lujuus .....	28
8.1.2	Sisäosan lujuus .....	29
8.1.3	Ulkokyljen lujuus .....	29
8.1.4	Sylinterin alakannakkeen lujuus porrasannostelijassa.....	30
8.1.5	Takanostimen yläosan lujuus .....	30

8.1.6	Takanostimen sylinterin alakannake .....	31
8.2	Lujuuksien analysointi .....	31
8.3	Kokoonpanojen lujuudet, useammilla voimilla .....	32
8.3.1	Porrasannostelija.....	32
8.3.2	Takanostin .....	33
8.3.3	Etuosa .....	33
9	HYDRAULIIKKA .....	34
9.1	Hydraulisyylinterit .....	35
9.2	Hydrauliikkaletkut .....	36
9.3	Ohjausventtiilit.....	36
9.4	Hydraulimoottori.....	37
10	KUSTANNUKSET .....	37
10.1	Teräksen hintaan vaikuttavat tekijät .....	37
10.2	Arvioidut kustannukset .....	39
11	YHTEENVETO .....	39
	LÄHTEET .....	41
	LIITTEET	Piirustukset

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on rankakuljettimen suunnittelu. Kuljetin suunnitellaan Maatalousyhtymä Jaakkolalle. Kuljetin suunnitellaan itse, koska jo markkinoilla myynnissä olevat kuljettimet eivät vastaa tarkoitukseltaan täysin sitä, mitä yhtymä tarvitsee.

Tarkoituksena oli suunnitella kuljetin, joka kuljettaa rangat kohti klapikonetta. Rankakuljettimelle on tarvetta, koska tällä hetkellä työ tehdään pääasiassa käsityönä, ja suurien polttopuumäärien prosessointi on vaivalloista. Klapikoneella on oma puun syöttökuljetin, johon rankakuljettimen olisi tuotava nämä rangat. Rankakuljettimelle asetetaan myös muita vaatimuksia, joihin markkinoilla jo olevat tuotteet eivät täysin vastaa.

Työstä valmistui Solidworks-malli ja siihen liittyvät lujuuslaskennat, sekä piirustukset. Työn edetessä kävi selväksi, että koneen toiminnan varmistaminen tulee vaatimaan jonkinasteisen prototyypin valmistamista.

## 2 LÄHTÖTILANNE

Maatalousyhtymässä polttopuut on valmistettu klapikoneella jo useampana vuotena. Työ on kuitenkin fyysisesti raskasta, erityisesti alkuvaiheessa, jolloin 3-5m pitkät rangat/tukit pitäisi saada nostettua klapikoneelle.

Tähän työvaiheeseen toivotaan jonkinlaista ratkaisua. Koska tällä hetkellä mitään erityisiä apuvälineitä ei ole, niin monia eri vaihtoehtoja on pohdittu. Helpointa olisi ostaa esimerkiksi valmis tukkipöytä, jossa on kuljetin. Nämä pöydät ovat kuitenkin suhteellisen kalliita, ja vaativat useimmiten jonkun laitteen, jolla puut nostetaan pöydälle. Tällainen apuväline olisi esim. tukkikärry, jossa olisi oma tukkikoura. Yhtymä ei kuitenkaan halua investoida molempiin.

Ratkaisuksi päätettiin alkaa suunnitella omaa rankakuljetinta, jolla puut saataisiin nostettua klapikoneen omalle syöttökuljettimelle. Yhtymällä on käytössään traktorikäyttöinen juontokoura. Juontokouran avulla puita saadaan nostettua kuljettimelle, mutta nostokorkeus on hyvin rajallinen, verrattuna esimerkiksi tukkikouraan. Suunnittelussa pitääkin ottaa huomioon ratkaisu, jolla voidaan nostaa puita mahdollisimman matalalta.

### 3 RANKAKULJETTIMEN KÄYTTÖTARKOITUS JA VAATIMUKSET

Kuljettimelle on asetettu tiettyjä ehtoja, joiden rajoissa konetta aletaan suunnittelemaan. Nämä ehdot on otettava huomioon koko suunnittelun ajan. Seuraavassa käydään tarkemmin läpi näitä vaatimuksia, sekä koneen käyttötarkoitusta.

#### 3.1 Käyttötarkoitus

Kuljetinta tullaan käyttämään pääasiassa 3m pitkien rankojen kuljettamiseen. Toisaalta puita voidaan myös säilyttää kuljettimen päällä ennen kuin ne prosessoidaan klapeiksi. Kuljettimen tulee pystyä siirtämään isojakin määriä rankoja kerrallaan.

#### 3.2 Vaatimukset

Kuljettimelle on asetettu vaatimuksia, jotka sen pitää täyttää:

- mahdollista rakentaa itse (halutaan yksinkertainen rakenne)
- Noin 5 m pitkä (5 m matkalle saadaan riittävästi nostettua puita, noin viisi kiintokuutiota)
- kestettävä 5000 kg kuorma (on arvioitu, että 5 m matkalle saadaan pinottua kaikkiaan noin 5000 kg rankoja)
- pystyttävä liikuttelemaan 5000kg kuormaa
- syöttö klapikoneelle (pystyttävä nostamaan puut klapikoneen syöttökuljettimelle)
- puun halkaisija enintään 28cm (klapikoneeseen ei mahdu halkaisijaltaan isompia puita läpi)
- mahdollisimman matala (jotta saataisiin lastattua kuljettimelle mahdollisimman paljon puita)



- nopea



Kuva 1. Juontokouralla puut voidaan nostaa halutunlaiseen pinnoon.

## 4 KULJETIN VAIHTOEHTOJA

Kuljettimen valintaan on monia eri vaihtoehtoja, tarkastellaan tässä muutamia rankakuljettimelle sopivimpia vaihtoehtoja.

### 4.1 Hihnakuuljettimet

Hihnakuuljettimella jokin kappale tai tavara liikkuu yhtenäisen hinnan päällä, joka samalla on kuljettimen pääosa. Hihna on saatettu tilata ilman päätä, tai se on yhdistetty kuumavulkanoimalla, liimalla tai jollain mekaanisella liitoksella. Hihnaa

liikuttaa normaalisti vetorulla, jota pyöritetään esimerkiksi sähkömoottorilla. Kuljettimissa, jotka kuljettavat painavia taakkoja, käytetään myös hydraulimoottoreita. Tämä toimii ilman ongelmia myös ylikuormitustilanteissa. Hihnakuljettimia on monenlaisia, niin kestävyydeltään kuin rakenteeltaan. Hihnakuljettimen kestävyys vaikuttaa kuljettimen rungon ja liukualustan rakenne. Hihnakuljettimia käytetään yksin tai osana suurempaa kuljetinjärjestelmää.

Hihnamateriaali, joka yleisimmin on muovia tai kumiseosta, on saatavilla eri kitkakertoimilla. Vastaava hihnakuljetin löytyy myös klapikoneesta, jossa on oma vetävä syöttökuljetin. Korkeakitkainen pinta on tarkoitettu käytettäväksi kallistettujen kuljettimien kanssa, joiden kallistuskulmaksi suositellaan korkeintaan noin 20°. Suuremmalla kallistuskulmalla suositellaan käytettäväksi kohokkeilla varustettuja hihnoja. Normaalikitkainen hihna on tarkoitettu täysin vaakatasossa tapahtuvaan kuljetukseen. Pienikitkainen hihna on tarkoitettu käytettäväksi siirtimen kohdalla, joka työntää kappaleen pois hihnalta. Hihnoja valmistetaan myös haponkestävästä tai ruostumattomasta teräksestä. Näitä käytetään lähinnä elintarviketeollisuudessa ja kun ympäröivä lämpötila on korkea. Lasinjäähdytys-, keramiikka- ja päästöuneissa käytetään teräksistä verkkohihnaa. Siirrettäessä raemaista tavaraa puhdistetaan hihna pääterullan kohdalla auralla tai kaapimella. Auraa voidaan myös käyttää tuotteiden jakamiseen hihnalla esimerkiksi pakkaamista varten. Kuljettimen hihnaa yleensä pystytään kiristämään ja säätämään, sillä hihna venyy ajan mittaan. Hihna voi myös liikkua helposti sivusuunnassa ja tuhota hihnan reunat, niiden osuessa kuljettimen kaiteisiin, jotka ovat kuljettimen rungossa kiinni. Hihnan sivuttaissuunnassa siirtyminen voi johtua esimerkiksi vinoon asennetusta telasta tai sivuttaiskuormasta, joka tapahtuu, kun esimerkiksi kappale tulee kuljettimelle risteävältä kuljettimelta. \1\

Liukualustaisessa hihnakuljettimessa hihna kulkee tasaisen liukualustan päällä. Tämän tyyppisessä hihnakuljettimessa kitkahäviöt ovat suuria isosta hihnan ja liukualustan välisestä kosketuspinta-alasta johtuen. \1\



Kuva 2. Palax klapikoneen hihnakuuljetin, joka on rullien tukema. (kuva: palax.fi)

Lattahihnan käyttökohteita voivat olla sahat, höylät ja puhaltimet. Lattahihnan eri tuotesarjoilla on erilaisia ominaisuuksia jakäyttökohteita. Ne voivat olla tarkoitettu raskaaseen iskukäyttöön, suurille tehoille, pieniin käyttöihin tai ne voivat taata tasaisen käynnin sormiliitoksen ansiosta. \2\

#### 4.2 Ketjukuljettimet

Ketjukuljettimessa on siirtävänä osana yksi tai useampi ketju. Kuljetinketjun tulee kestää voimakasta kulumista sekä kovia iskumaisia kuormia. Ketjuun voidaan kiinnittää kuljettava elin, jolloin puhutaan kolakuljettimesta. Kolakuljettimessa ketjussa on kiinnityskorvakkeita, jolla kuljettava elin kiinnittyy ketjuun. Ketjukuljettimia käytetään useissa kohteissa. Sahoilla tukkejasiirretään ketjuun kiinnitetyillä piikeillä. Ketjukuljetinta riippukuljettimena käytettäessä esimerkiksi maalattavia tuotteita ripustetaan ketjussa kiinni oleviin koukkuihin. Ketjukuljetinta käytetään myös rullaportaissa, jossa askelmat kiinnitetään kahteen vetävään ketjuun ja askelmien asentoa ohjataan johteilla. \3\



Kuva 3. Palax klapikoneen poistokuljetin, joka on toteutettu ketjukuljettimella. (kuva: palax.fi)

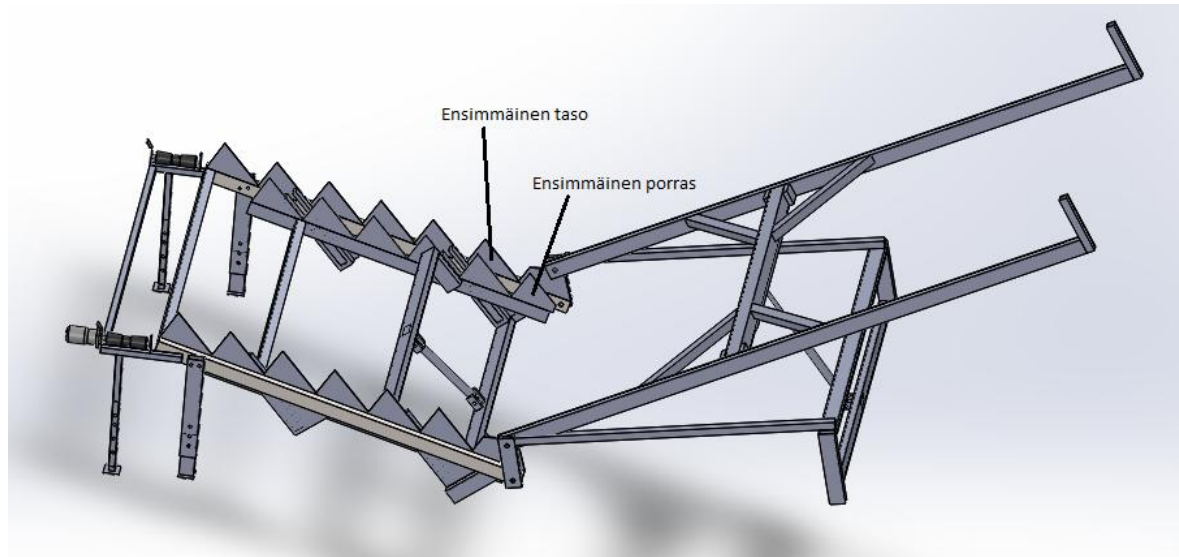
Ketjukuljetinta käytetään myös lavojen kuljetukseen, lavan jalasten ollessa poikittain siirtosuuntaan. Ketjukuljetin voidaan tehdä rullakuljettimen kanssa risteäväksi niin, että ketjukuljettimen ketjut ovat rullakuljettimen rullien välissä. Ketjujen noustessa rullien yläpuolelle ketjut kuljettavat lavaa ja ketjujen laskiessa rullien alapuolelle lava laskeutuu rullien päälle. Varastokuljetinjärjestelmissä käytetään usein tällaisia sivuun siirtoja pääkuljettimelta. \4\

### 4.3 Porrasannostelija

Porrasannostelijaa voidaan pitää nostimena yhtäläillä, kuten ketjukuljetinta. Ideana on saada nostettua tiettyjä kappaleita ylöspäin. Ketjukuljettimessa noston suorittavat ketjut ja porrasannostelijassa portaat. Tässä työssä suunnitellulla porrasannostelijalla on tarkoitus nostaa puita, tai toisin sanoen rankoja kohti klapikoneen syöttökuljetinta.

Porrasannostelijoita on käytössä esimerkiksi sahoilla, jossa sahatavara kuljetetaan haluttuun paikkaan.

Porrasannostelijan voi toteuttaa useammallakin eri tavalla, mutta käytännössä toiminta perustuu sisäkkäin liikkuviin osiin. Annostelija nostaa esimerkiksi hydraulikalla, aina yhden tai useamman kappaleen kohti seuraavaa tasoa, tai porrasta. Hydraulikka on hyvä valinta tähän käyttötarkoitukseen, koska sillä voidaan nostaa suhteellisen suuriakin kuormia. Tämän lisäksi toteutus ei ole kovin vaikea. Hydraulisyylinterit voivat nostaa aina esimerkiksi yhtä porrasta kerrallaan, tai sitten vaihtoehtoisesti useampaa porrasta. Tällöin kuljetettavan tavaran liike perustuu hydraulisyylinterin edestakaiseen liikkeeseen. Yksi esimerkki noston toteutukseen voisi olla seuraavanlainen: hydraulisyylinteri nostaa ensimmäistä porrasta ja siinä olevaa tukkia kohti ensimmäistä tasoa, johon se myös jää. Seuraavaksi nostetaan tukkia kohti toista tasoa. Tätä jatketaan kunnes tukki on halutulla korkeudella.



Kuva 4. Kuvassa on nimetty porrasannostelijan ensimmäinen porttas ja ensimmäinen taso.

Takanostin pudottaa tukin ensimmäiselle portaalle (tukki lepää molemmin puolin annostelijan ensimmäisiä portaita). Ensimmäinen porttas kuljettaa tukkia kohti

ensimmäistä tasoa, jonka jälkeen hydraulisylinterin palatessa lähtöasentoonsa tukki jää ensimmäiselle tasolle. Seuraavalla hydraulisylinterin nostolla se nousee jälleen kohti toista tasoa. Lopulta se päättyy porrasannostelijalta etuosalle. Kuljettimen eri osat on esitetty tarkemmin työn suunnitteluosiossa.

## 5 KONETURVALLISUUS

Koneturvallisuuden huomiointi, niin omaan käyttöön kuin teolliseen sarjatuotantoon tuleville tuotteille, on erityisen tärkeää. Euroopan talousalueella koneita koskevat tekniset vaatimukset ja vaatimustenmukaisuuden osoittamismenettelyt määritellään konedirektiivissä. Valmistajan on noudatettava uutta konedirektiiviä vastaavia kansallisia säädöksiä. Suomessa uutta konedirektiiviä vastaa valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta, ns. koneasetus. Tässä kappaleessa esitellään tärkeimmät tehtävät, joilla kone saadaan määräysten mukaiseksi. Kun kone on suunniteltu ja rakennettu olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti, laadittu tekninen tiedosto, tehty vaatimustenmukaisuusvakuutus ja kiinnitetty CE-merkintä, voidaan kone saattaa markkinoille.

Koneasetus koskee sitä osapuolta, joka saattaa koneen markkinoille. Yleensä tämä on koneen valmistaja tai tämän Euroopan talousalueelle sijoittautunut valtuutettu edustaja, esim. maahantuojaja tai jälleenmyyjä. Asetusta sovelletaan jokaiseen uuteen koneeseen. Asetus koskee niin Euroopan talousalueelle vietäviä, kotimarkkinoille kuin omaan käyttöön valmistettuja koneita. Se koskee sekä sarjavalmistettuja että yksittäin valmistettuja koneita ja lähes kaikkia koneita olkoonpa kysymys pienestä käsikäyttöisestä koneesta tai suuresta konelinjasta. Esimerkiksi suunniteltaessa ja rakennettaessa konelinja erillisistä koneista, koneenosista tai osittain valmiista koneista, konelinjan toimittaja vastaa koko konelinjan vaatimustenmukaisuudesta. Kun konelinjalla on useita toimittajia, on tarkoituksenmukaista sopia, kuka ottaa kokonaisvastuun. Jos koneen käyttäjä itse rakentaa konelinjan eri valmistajien koneista, koneenosista tai osittain valmiista koneista, vastaa hän kokonaisuudesta. Koneasetus sisältää myös osittain valmiita koneita koskevia vaatimuksia. Osittain

valmiilla koneilla tarkoitetaan yhdistelmää, joka on melkein kuin kone, mutta joka ei sellaisenaan pysty suorittamaan erityistä toimintoa. Osittain valmis kone on tarkoitettu liitettäväksi toisiin koneisiin tai muihin osittain valmiisiin koneisiin tai laitteisiin. Kokonaisuudesta muodostuu koneasetuksen mukainen konelinja. \5\

## 5.1 Koneen valmistajan tehtävät

- Arvioida riskit
- Selvittää konetta koskevat turvallisuusvaatimukset
- Suunnitella ja rakentaa kone olennaisten turvallisuusvaatimusten mukaisesti
- Laatia käyttöohjeet ja tehdä koneeseen tarvittavat merkinnät
- Laatia tekninen tiedosto
- Tehdä vaatimustenmukaisuusvakuutus
- Kiinnittää koneeseen CE-merkintä

\5\

### 5.1.1 Koneen riskin arviointi

Koneen suunnittelija laatii vaaratekijäluettelon ottamalla huomioon

- koneen valmistuksen
- koneen kuljetuksen, kokoonpanon ja asennuksen
- koneen käyttöönoton
- koneen tarkoitetun käytön, myös ennakoitavissa olevan väärinkäytön
- koneen käytöstä poiston, purkamisen ja hävittämisen
- koneen käyttötoiminnot ja tehtävät, joita koneen kanssa vuorovaikutuksessa olevien on tarkoitus suorittaa
- muut ennakoitavissa olevat tilanteet ja tapahtumat, joissa voi esiintyä vaaratekijöitä.

Koneen vaaratekijät arvioidaan ja ne poistetaan tai niiden aiheuttamaa riskiä

vähennetään niin paljon kuin mahdollista ottamalla huomioon koneasetuksen olennaiset turvallisuusvaatimukset ja käyttämällä apuna yhdenmukaistettuja standardeja. Vaaratekijöiden tunnistaminen ja riskien arviointi voidaan tehdä käyttäen apuna standardeja, SFS- EN ISO 14121, SFS-EN ISO 12100 osat 1 ja 2, sekä konekohtaisia standardeja. Riskin arviointi tehdään jokaiselle vaaratekijälle esim. standardien SFS-EN ISO 12100-1 kohdan 5 tai SFS- EN ISO 14121 avulla.

Riskit arvioidaan ottamalla huomioon vamman tai terveyshaitan esiintymistodennäköisyys ja ennakoitavissa olevan vamman tai terveyshaitan vakavuus. Riskeihin vaikuttavat tekniset ja inhimilliset tekijät tunnistetaan ja analysoidaan. Riskin arvioinnin perusteella suunnitellaan turvallisuustoimenpiteet. Tavoitteena on saada kone turvalliseksi ottaen koneen suunnittelussa, rakenteessa ja käyttöohjeissa huomioon koneen ennakoitu käyttö koko sen elinkaaren aikana.

\5\

#### 5.1.2 Koneen suunnittelu ja rakentaminen olennaisten turvallisuusvaatimusten mukaan

Olennaiset turvallisuusvaatimukset on esitetty koneasetuksessa. Turvallisuusvaatimuksia tulkittaessa voidaan käyttää apuna yhdenmukaistettuja standardeja, mutta valmistaja ei kuitenkaan ole velvollinen noudattamaan niitä. Jos koneen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan kaikilta osin yhdenmukaistettuja standardeja, koneen oletetaan täyttävän olennaiset turvallisuusvaatimukset. Jos valmistaja poikkeaa yhdenmukaistettujen standardien vaatimuksesta, valmistaja joutuu osoittamaan, että vastaava turvallisuustaso on saavutettu. Yhdenmukaistettuja konekohtaisia standardeja on monille eri konetyypeille.

Tämä kohta voidaan jakaa kolmeen eri vaiheeseen:

Vaihe 1: Vaarat poistetaan tai niitä vähennetään suunnittelemalla ja rakentamalla kone turvalliseksi

- valitaan sellaisenaan turvallista teknologiaa tai prosesseja



- kone suunnitellaan luontaisesti turvallisesti esim. rakentamalla voimansiirtolaitteet koneen rungon sisään
- noudatetaan koneen suunnitteluun ja koneenrakennukseen kuuluvia ammattisääntöjä (esim. laskentamenetelmät)
- otetaan huomioon ergonomiset periaatteet
- sovelletaan turvallisuusperiaatteita ohjausjärjestelmiä suunniteltaessa
- mekanisoidaan tai automatisoidaan käsin tehtäviä työvaiheita
- estetään koneen käyttö epätavallisella tavalla, jos tällaisesta käytöstä voi aiheutua riskejä

Vaihe 2: Vaarat poistetaan suojausteknisillä toimenpiteillä

Suojausteknisiä toimenpiteitä eli suojuksia ja turvalaitteita on käytettävä suojaamaan henkilöitä sellaisilta vaaratekijöiltä, joita ei voida poistaa tai riittävästi rajoittaa suunnittelun avulla. Suojusten ja turvalaitteiden valinta perustuu koneelle tehtyyn riskin arviointiin. Suojusten ja turvalaitteiden yleiset rakennevaatimukset on esitetty standardissa SFS-EN ISO 12100. Jos konetyypistä on olemassa yhdenmukaistettu standardi, siinä on kuvattu yksityiskohtaisesti käytettävissä oleva turvallisuustekniikka.

Vaihe 3: Käyttö- ja huolto-ohjeet, merkinnät sekä muut varotoimenpiteet

Jos toteutetuista suojaustoimenpiteistä huolimatta jää jäljelle vaaratekijöitä, niistä on ilmoitettava koneen vastaanottajalle. Tarpeen vaatiessa on ilmoitettava erikoiskoulutuksen tarve ja määriteltävä henkilönsuojainten tarve. Ohjeissa on myös varoitettava riittävästi mahdollisista vaaroista, jos konetta käytetään muulla kuin ohjeissa kuvatulla tavalla.

Suunnittelijan on selvitettävä myös lisävarotoimenpiteiden tarve:

- varotoimenpiteet hätätilanteiden varalle, esim. loukkuun jääneiden henkilöiden

- poistuminen ja pelastaminen
- koneen huollettavuuden varmistaminen
- luotettava erottaminen energiansyötöstä ja energian purkaminen
- turvallinen pääsy käyttö- ja huoltokohteisiin
- koneen ja koneen osien vakavuuden varmistaminen
- vianetsintä- ja korjausjärjestelmät.

\5\

### 5.1.3 Koneen ohjeet

Koneen mukana on toimitettava ohjeet, joiden vähimmäissisältö on esitetty koneasetuksessa. Ohjeiden sisältöä suunniteltaessa on otettava huomioon, onko kone tarkoitettu pääasiassa ammattikäyttöön vai kuluttajien käyttöön. Koneen valmistajan on ratkaistava ohjeiden sisältö jo suunnittelun alkuvaiheessa arvioidessaan koneeseen liittyviä vaaroja sekä pohtiessaan koneen käyttötarkoitusta ja ennakoitavissa olevia vääriä käyttötapoja. Koneen mukana on oltava ohjeet suomen ja ruotsin kielellä ja muualle Euroopan talousalueelle vietäessä ko. maan virallisella kielellä. Koneen valmistajan palveluksessa olevien asiantuntijoiden tarvitsemat ohjeet, esim. asennus- ja huolto-ohjeet, voivat olla ko. asiantuntijoiden ymmärtämällä kielellä.

Osittain valmiin koneen valmistajan on toimitettava sen mukana kokoonpanoohjeet, joissa on kuvaus siitä, miten osittain valmis kone voidaan liittää lopulliseen koneeseen niin, ettei turvallisuutta ja terveyttä vaaranneta. Osittain valmiin koneen ohjeiden on oltava lopullisen koneen valmistajan hyväksymällä yhteisön virallisella kielellä.

Koneen turvallisuusohjeiden tulee sisältää:

- koneen asentaminen käyttökuntoon
- koneen turvallinen käyttö
- käsittely- ja kuljetusohjeet
- koneen paikalleen asentaminen
- kokoonpano, purkaminen
- kunnossapito (säätö, huolto, korjaukset)

- tarkastusohjeet
- perehdyttämisohjeet
- tarpeen vaatiessa olennaiset tiedot sellaista työkaluista, jotka voidaan asettaa koneeseen
- tarvittaessa koneen kielletyt käyttötavat.

\5\

#### 5.1.4 Merkinnät

Jokaisessa koneessa on oltava näkyvällä ja pysyvällä tavalla seuraavat vähimmäistiedot:

- valmistajan toiminimi ja osoite sekä valtuutetun edustajan tiedot
- koneen nimi
- CE-merkintä
- sarja- tai tyyppimerkintä
- mahdollinen sarjanumero
- rakennusvuosi.

Koneen tyylistä riippuen seuraavat lisämerkinnät saattavat olla tarpeen:

- varoitustekstit ja -merkinnät
- koneen massa
- liikkuvien tai pyörivien koneenosien suurimmat sallitut nopeudet
- opastus esim. henkilösuojainten käytöstä
- huoltoa, käyttöä ja säätöä koskevat kilvet.

Koneen liikkumisesta aiheutuvat vaarat edellyttävät myös lisämerkintöjen tekoa:

- nimellisteho kilowatteina
- tavallisimman kokoonpanon paino
- suurin sallittu kiinnityskoukun vetokuormitus

- suurin sallittu pystysuora kuormitus kiinnityskoukussa.

Lisäksi ketjujen ja köysien, nostoapuvälineiden, nostolaitteiden sekä kiinteiden tasojen välillä liikkuvien koneiden merkinnöille on asetettu lisävaatimuksia. Konekohtaisissa ns. C-tyypin standardeissa on tarkempia ohjeita tarvittavista merkinnöistä. \5\

### 5.1.5 Tekninen tiedosto

Valmistajan on laadittava tekninen tiedosto. Teknisen tiedoston avulla valmistaja voi tarvittaessa osoittaa koneen vaatimustenmukaisuuden.

Tekninen tiedosto on säilytettävä ja sen on oltava kansallisen viranomaisen saatavissa vähintään 10 vuoden ajan koneen valmistuspäivästä tai, jos on kyse sarjavalmistuksesta, viimeksi valmistetun koneyksilön valmistuspäivästä. Liitteen IV koneiden teknisen tiedoston säilytysaika on 15 vuotta. Valvontaviranomaiset yksilöivät tapauskohtaisesti sen osan tiedostosta, jonka he haluavat tarkastaa.

Tekninen tiedosto on laadittava vähintään yhdellä Euroopan talousalueen valtion virallisella kielellä. Sarjavalmisteteisten koneiden osalta on valmistajan ilmoitettava ne toimenpiteet, joiden avulla on varmistettu, että kaikki koneet ovat turvallisuustasoltaan samanlaisia.

Teknisen tiedoston tulee sisältää mm. seuraavat tiedot:

- yleispiirustus sekä ohjauspiirikaavio
- täydelliset piirustukset sekä laskelmat ja testaustulokset jne.
- kuvaus riskin arviointia koskevista menetelmistä koneen aiheuttamien vaarojen estämiseksi
- luettelo konetta koskevista olennaisista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista
- kuvaus suojaustoimenpiteistä, jotka on toteutettu tunnistettujen vaarojen poistamiseksi ja riskien pienentämiseksi
- maininta jäännösriskeistä
- tarvittaessa tekniset selosteet, joista ilmenevät valmistajan tai valmistajan

tai tämän valtuutetun edustajan valitseman laitoksen tekemien testien tulokset

- käyttöohjeen kopio
- selvitys laadun tasaisuudesta (sarjavalmistetut koneet).

\5\

#### 5.1.6 Vaatimustenmukaisuusvakuutus

Valmistajan tai tämän valtuuttaman ETA-alueella toimipaikkaansa pitävän edustajan on laadittava koneesta vaatimustenmukaisuusvakuutus, jonka avulla valmistaja allekirjoituksellaan vakuuttaa, että kone täyttää kaikki sitä koskevat olennaiset terveys ja turvallisuusvaatimukset. Siinä luetellaan ne säännökset ja mahdolliset standardit, joita on käytetty koneen suunnittelussa. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen allekirjoittamisen jälkeen koneeseen tehdään CE-merkintä ja kone voidaan saattaa markkinoille. Jokaisen koneen mukana on toimitettava vaatimustenmukaisuusvakuutus esim. käyttöohjeen liitteenä. \5\

#### 5.1.7 CE-merkintä

Laadittuaan vaatimustenmukaisuusvakuutuksen valmistajan on itse kiinnitettävä koneeseen CE-merkintä. Merkinnällä valmistaja osoittaa koneen täyttävän koneasetuksen olennaiset turvallisuusvaatimukset ja myös muut konetta mahdollisesti koskevat ja CE-merkintää edellyttävät säännökset. Vain CE-merkinnällä varustettu kone voidaan saattaa markkinoille.

Konetta voivat koskea koneasetuksen lisäksi muut direktiivit, esim. Pienjännitedirektiivi tai sähkölaitteiden magneettista yhteensopivuutta (EMC) koskeva direktiivi. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta on käytävä ilmi, minkä direktiivin tai direktiivien perusteella CE-merkintä on tehty.

CE-merkintä on tehtävä jokaiseen koneasetuksen soveltamisalueeseen kuuluvaan koneeseen ja turvakomponenttiin ennen sen markkinoille saattamista. Osittain valmiisiin koneisiin ei tehdä CE-merkintää koneasetuksen perusteella. \5\

## 6 VALMISTETTAVUUS

Aina, kun on suunniteltu uusi tuote, niin sitä täytyy tutkia tarkasti, jotta voidaan olla varmoja sen turvallisuudesta, ennen kuin se laitetaan tuotantoon. Valmistettavuutta on mahdollista tutkia esimerkiksi niin sanotulla 0-sarjalla, joka mukailee tulevaa sarjatuotantoa. Tämä valmistus tapahtuu kuitenkin yleensä muusta tuotannosta irrallaan. Suunniteltua konstruktioita tutkitaan siis mahdollisimman tarkasti, jotta kyetään selvittämään onko laitteesta sellaisenaan sarjatuotantoon, vai täytyykö sitä vielä muuttaa. Usein muutoksia tulee vielä paljon ja ne olisi hyvä tehdä ennen varsinaisen tuotannon aloitusta.

Useimmiten tuotteiden valmistus on moniosaista ja prosessi on pitkä ennen kuin tuote on valmis. Valmistettavuuden arviointia voidaankin pitää erittäin tärkeänä työvaiheena. Epäkohtiin tulee puuttua heti, eikä siirtää niitä myöhemmäksi. \6\

Valmistettavuus, DFM (design for manufacturing), sisältää kaikki menetelmät ja järjestelyt, jotka helpottavat tuotekonstruktion valmistamista ja alentavat tuotteen valmistuskuluja. DFM menetelmää varten on kehitetty apuvälineitä, jotka ovat suosituksia, tarkistuslistoja, peruseriaatteita ja yleissääntöjä. Niiden avulla tuotekehitystiimin on helpompi suunnitella tuote siten, että se on yksinkertaisempi valmistaa. Näiden apuvälineiden tavoitteena on myös saada tuote toimimaan paremmin ja luotettavammin sekä näyttämään siistimmältä, helpottamaan tuotteen huollettavuutta ja parantamaan tuotteen ympäristökuormitusta. Valmistusmyönteisen suunnittelun ensisijainen tavoite on kuitenkin aina valmistuskulujen alentaminen, joka vaatii tuotekehitys ja valmistusryhmän tiivistä yhteistyötä. \7\

### 6.1 Uusi tuote

Kun tuotantoon suunnitellaan uusia laitteita, tulee koko prosessi, aina suunnittelusta valmistukseen, viedä huolellisesti loppuun asti. Esimerkiksi tilanteessa, jossa valmistettavaa tuotetta ei ole kukaan ennen tehnyt, niin aikaa kuluu huomattavasti

enemmän. Nykyään on hyviä mallinnusohjelmia, mutta niistä ei kuitenkaan näe kaikkia mahdollisia puutteita, tai vikoja joita konstruktiossa voi olla.

On sanottu, että tuotekehitysvaiheessa tehtävät ratkaisut voivat vaikuttaa jopa 80% uuden tuotteen kokonaiskustannuksiin. Juurikin huolimatta nykyaikaisista tietokoneohjelmista, joilla saadaan luotua erittäin näyttäviä kokoonpanoja, niin suuriin ja monimutkaisiin konstruktioihin jää virheitä, joita havaitaan sitten vasta valmistusvaiheessa. Yleensä tällaisia virheitä saadaan minimoitua, jos tehdään yhteistyötä valmistuksen kanssa, ja otetaan sieltä saatavat neuvot huomioon suunnittelussa. Esimerkiksi sillä on erittäin suuri merkitys, mikä kokoonpanotapa valitaan, niin tuottavuuden kuin taloudellisuudenkin kannalta. Useimmiten kokoonpanotapa valitaan sen mukaan, miten yritys aikaisemminkin on koonnut tuotteita. Joskus tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, joten tarvitaan myös menetelmäsuunnittelua. Yritys on saattanut ennenkin valmistaa vastaavia tuotteita, tällaisessa tapauksessa sarjatuotantoon siirtyminen on huomattavasti helpompaa kuin täysin uuden prosessin luominen. \6\

Suunnittelijalla on oltava tuntemusta erilaisista tuotteen valmistusmenetelmistä, jotta DFM-periaate on toimiva. Tuotteen valmistus on yleensä mahdollista tehdä useilla erilaisilla valmistusmenetelmillä, minkä vuoksi niiden vertailuun on syytä käyttää aikaa. Suunnittelutyö on aloitettava tuotteen tärkeimmästä, kalleimmasta ja hankalimmasta osasta, joka määrää ehdot tuotteen muille osille. Valmistusta pyritään helpottamaan symmetrisyydellä, samanlaisilla toleransseilla ja pinnanlaaduilla. Standardiosien käyttö on aina suotavaa suunnittelussa, sillä se vähentää lähes poikkeuksetta tuotteen valmistuskustannuksia. \8\

## 6.2 Suunnittelu valmistuksen aikana

Suunnittelua valmistuksen aikana käytetään esimerkiksi prototyypilaitteita valmistettaessa. Käytännössä tuotetta suunnitellaan siis samalla, kun sitä valmistetaan. Luultavasti kun porrasannostelijaa lähdetään valmistamaan, niin tullaan huomaamaan puutteita, joita ei näkynyt solidworks mallinnuksessa. Tällaisia

seikkoja voivat olla esimerkiksi hydraulikkaletkut. Niiden pituuksia voidaan joutua muuttamaan, joten niiden tilaaminen kannattaa jättää loppuvaiheeseen. Tarkkoja reittejä ei vielä siis kannata määritellä. Reittien valintaan tulevat vaikuttamaan, niin koneiden sijoittelu kuin niiden etäisyys toisistaan ja klapi-koneesta. Huonosti sijoitetut letkut voivat haitata koneen toimintaa ja pahimmassa tapauksessa rikkoutua noston aikana. Tämä puolestaan voi johtaa vaaratilanteeseen. \8\

### 6.3 Valmistettavuuden arviointi

Valmistettavuuden arviointia voidaan pitää erittäin tärkeänä vaiheena, suunniteltiin konetta sitten yksittäis- tai sarjatuotantoon. Kannattaa pitää jatkuvaa arviointia tuotteen eri kehitysvaiheissa. Esimerkiksi prototyyppiä valmistettaessa, pystytään vielä helposti vaikuttamaan valmistettavuuteen. Tämä on taloudellisestikin merkittävää. Jos muutokset jätetään tekemättä, tai liian myöhäiseen vaiheeseen, niin se voi tulla erittäin kalliiksi. Tämä johtuu siitä, että yksi muutos voi johtaa moneen muutokseen, ja suunnittelu joudutaan jälleen aloittamaan alusta. On tärkeää myös huomioida missä järjestyksessä valmistettava tuote tullaan kokoamaan. Jos kokoonpanojärjestyksestä ei ole lainkaan mietitty, niin valmistuksessa on odotettavissa ongelmia. On myös syytä huomioida, mitä mahdollisia apuvälineitä tuotteen kokoamisessa tarvitaan. \8\

Tuotteiden ja valmistusmenetelmien kilpailukyvyn varmistamiseen ei ole oikotietä, vaan uudet asiat tulevat esiin asteittain valmistavassa yrityksessä. Tuotteen suunnittelijan kyky ymmärtää tuotteen valmistettavuus tulevaisuudessa on tärkeä. Yrityksen teknisen johdon on oltava tietoinen uusista tuotekehitystoiminnan työkaluista ja metodeista. \7\



## 7 RAKENTEIDEN JA TOIMINTOJEN VALINTA

### 7.1 Rakenteet

Rakenteiden osalta löytyy tilanteeseen sopivia kaupallisia ratkaisuja, joita voi soveltaa suoraan. Kuljettimia on monia erilaisia, mutta vain osa soveltuu raskaiden kuormien siirtelyyn. Myös puiden pituus ja muoto vaikuttavat siirreltävyyteen. Varsinkin oksien tyvet joita runkoihin jää, vaikeuttavat liikuteltavuutta. Kuljetintyyppiä päätettiin valita porrasannostelija, koska se vaikutti etukäteen sopivimmalta. Valintaan vaikutti erityisesti valmistettavuus, mutta myös hinta, jota eri osat tulevat kustantamaan.

### 7.2 Rakenteiden väsyminen ja mahdollinen korjaus

Porrasannostelija on suunniteltu mahdollisimman yksinkertaiseksi. Suunnittelussa pyrittiin suhteellisen kevyeen rakenteeseen, mutta samalla nostimesta yritettiin tehdä mahdollisimman kestävä. Itse porrasannostelijassa rasituksen alaisena ovat liukulaakerit, joita nostimen sisäosa käyttää sekä korvakkeet joissa hydraulisylinteri on kiinni. Takanostimessa puolestaan rasituksen alaisena ovat korvakkeet joista hydraulisylinteri on kiinni, sekä reiät joista takanostimen pöytä on kiinni. Porrasannostelijassa rasitusta on selvästi enemmän kuin takanostimessa. Hydraulisylinteri tulee tekemään useita edestakaisia liikkeitä ja täten liukupinnat ovat suurimman kulutukset kohteena. Liukulaakerit on kuitenkin suunniteltu erittäin vahvoiksi, jotta ne kestäisivät mahdollisimman pitkään. Yksi vaihtoehto, mikä vähentäisi kitkaa merkittävästi, olisi liukulaakerien rasvaus. Rasvanippojen lisääminen liukulaakereihin olisikin suotavaa. Toisaalta liukulaakerien sisäpinnat voidaan suunnitella vaihdettaviksi, eikä mahdollinen kuluminen täten tuhoa nostinta lopullisesti. Kaikille korvakkeille on suoritettu lujuuslaskennat ja ne näyttäisivät kestävän hyvin rasitusta. Kuitenkin pidempiaikainen liike saattaa myös vaikuttaa niihin. En kuitenkaan näe kovinkaan suurena ongelmana, jos korvakkeita tarvitsee uusia. Takanostimessa puolestaan nostoja tulee huomattavasti vähemmän, enkä näe syytä miksi rakenteet eivät kestäisi. Kuitenkin jos tarvetta ilmenee, niin rakenteita on helppo vahvistaa.

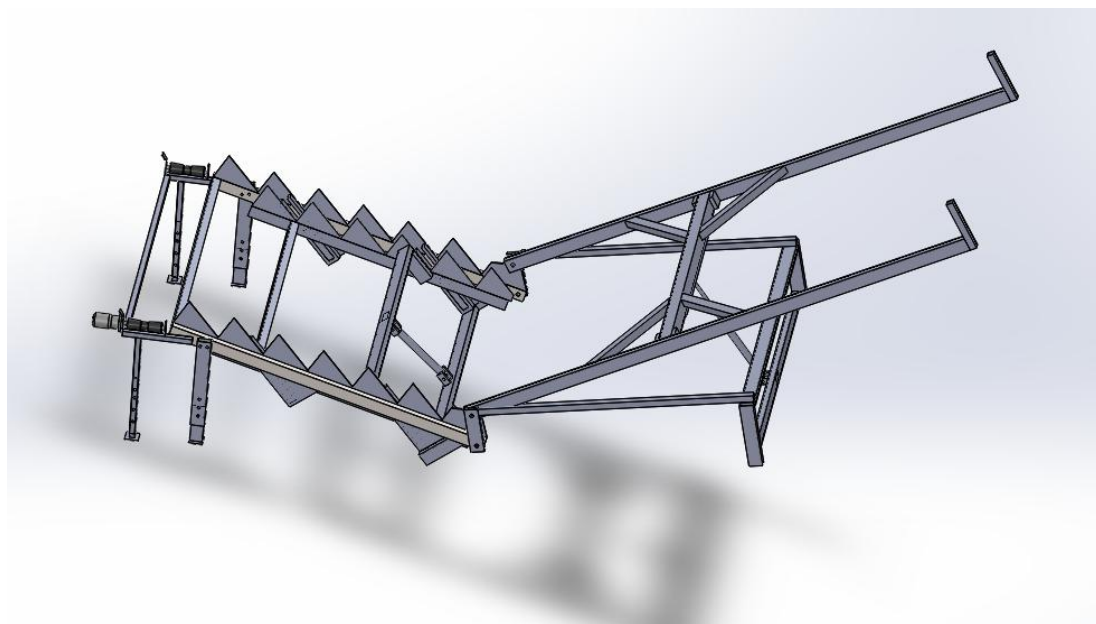
### 7.3 Toiminnot

Puiden liikutteluun oli mahdollista valita monia vaihtoehtoja, mutta kaikki toiminnot päätettiin toteuttaa hydraulilla, koska hydraulikkaa on saatavilla suoraan traktorista tai klapikoneesta, jossa on oma hydraulikoneikko. Klapikoneeseen on myös mahdollista ostaa erilaisia lisävarusteita, jotka toimivat hydraulilla, joten hydraulikan käyttäminen käyttövoimana myös porrasannostelijassa oli helppo valinta. Hydraulisia toimintoja, joita porrasannostelija sisältää, ovat porrasannostelijan oma hydraulisylinteri, lisänä olevan rankapöydän hydraulinostin, joka toimii myös hydraulisylinterillä, sekä annostelijan edessä oleva hydraulimoottori, joka liikuttaa yhtä rullaa, jolla syötetään puuta kohti klapikoneen omaa syöttökuljetinta.

Muita mahdollisia ratkaisuita olisivat voineet olla sähkömoottorit, joita olisi voitu käyttää erilaisissa ketjuratkaisuissa. Ketjut olisivat saattaneet olla yhtä toimiva ratkaisu kuin porrasannostelijakin, mutta hinta oli ratkaiseva tekijä tässä kohtaa.

## 8 KULJETTIMEN SUUNNITTELU

Kuljettimen suunnittelu toteutetaan pääasiassa solidworks:lla. Solidworks:lla pystytään laskemaan erilaisia lujuuslaskelmia kokoonpanosta ja täten saamaan arvokasta tietoa jos jokin kohta konstruktiossa on liian heikko. Toisaalta ohjelmalla on mahdollista tehdä piirustukset ja osaluettelot, jotta laite pystytään oikeasti rakentamaan.



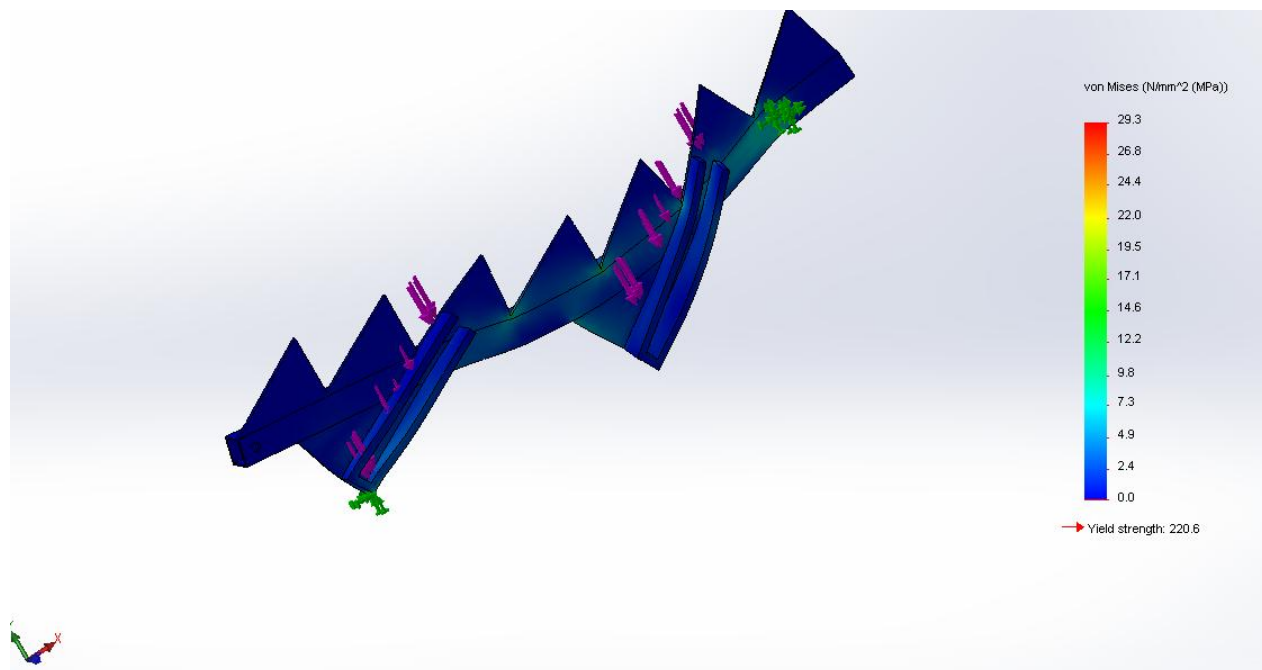
Kuva 5. Solidworks:lla luotu konstruktio.

Kuvasta 5 ovat selvästi erotettavissa annostelijan eri osat. Näitä ovat itse porrasannostelija, perässä kiinni oleva hydraulinen rankapöytä(takanostin), sekä ensimmäisenä oleva alusta, johon annostelija pudottaa puut. Alustassa on kaksi rullaa, joista toinen on hydraulivetoinen. Painoa koneelle kertyi noin 700 kg, joista porrasannostelijan ja takanostimen osuus oli noin 650 kg. Koneeseen tullaan vielä lisäämään nostokohdat, jotta kuljetinta olisi helpompi liikutella.

## 8.1 Yksittäisten osien lujuustarkastelut

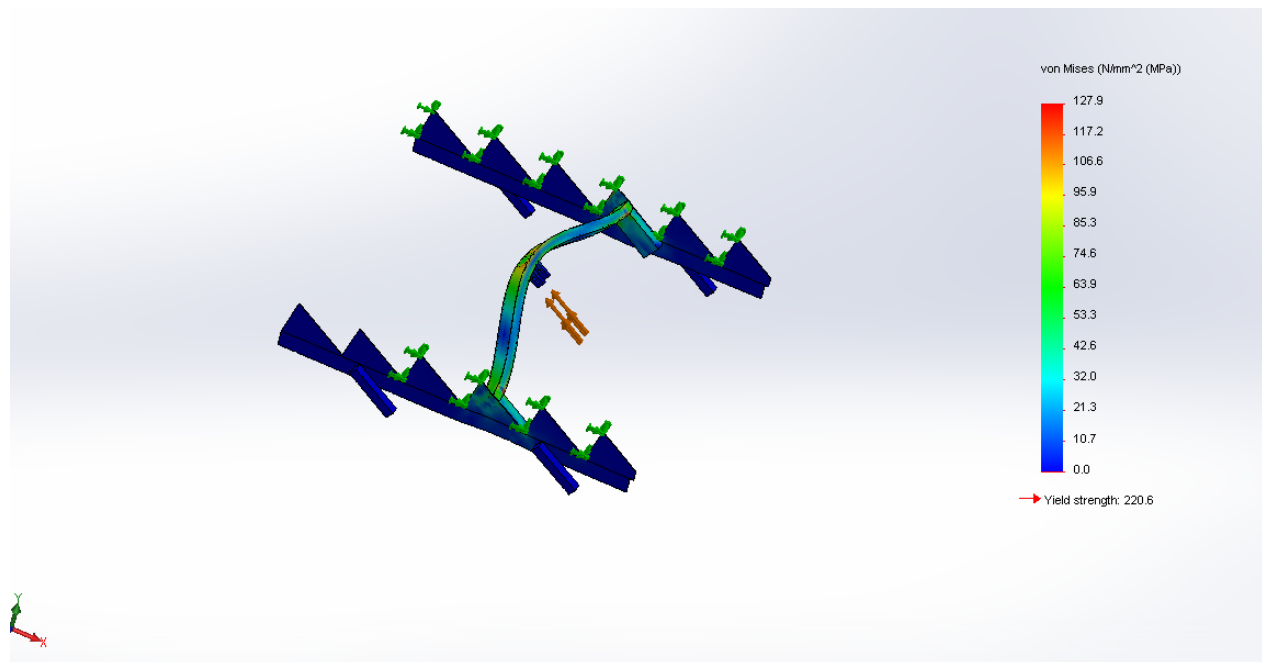
Jokaista osaa, johon kohdistuu voimia, tullaan seuraavassa testaamaan erilaisilla voimilla.

### 8.1.1 Liukulaakerin lujuus



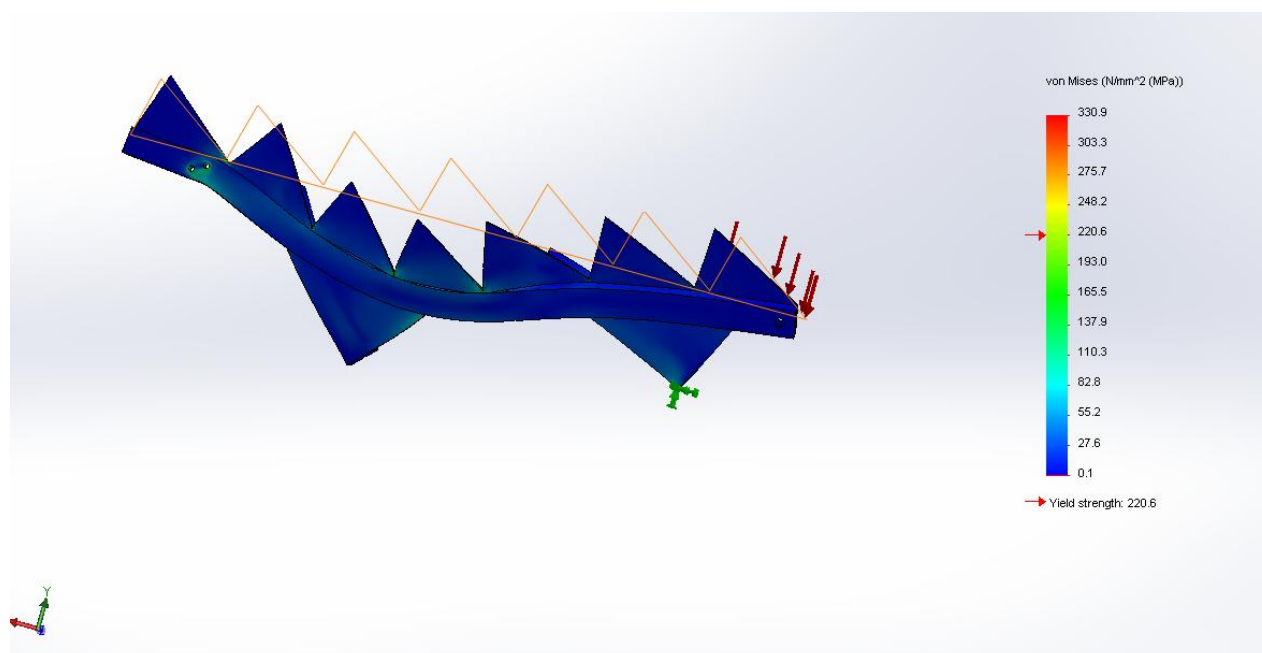
Kuva 6. Liukulaakerin lujuuksia testattiin 2500N voimalla per puoli.

### 8.1.2 Sisäosan lujuus



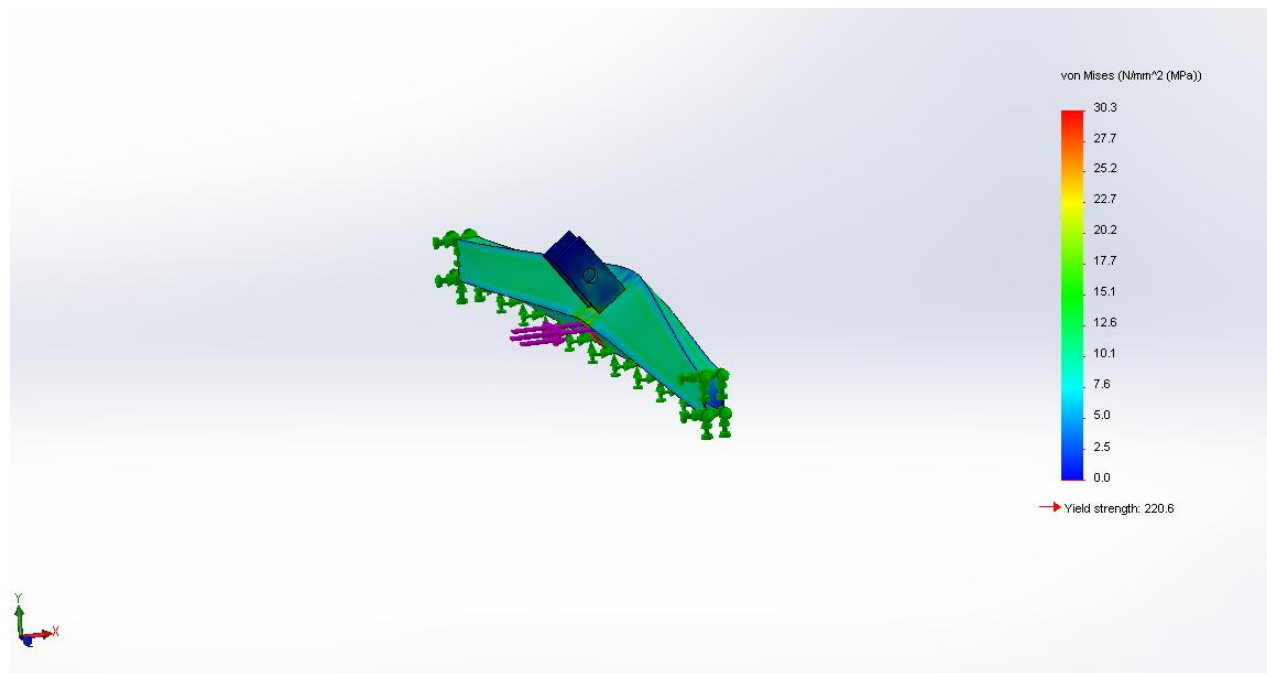
Kuva 7. Hydraulikalla toimivaa sisäosaa kuormitettiin 5000N.

### 8.1.3 Ulkokyljen lujuus



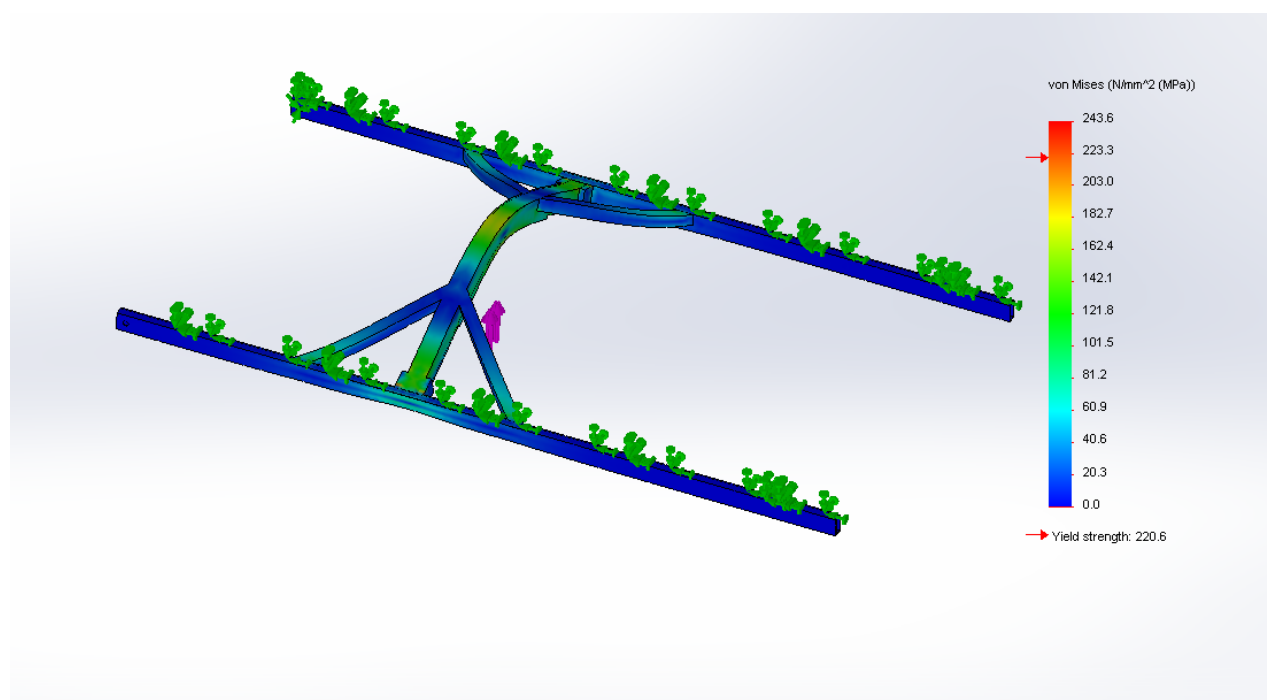
Kuva 8. Ulkokyljen lujuutta testattiin myös 5000N voimalla

### 8.1.4 Sylinterin alakannakkeen lujuus porrastelijassa



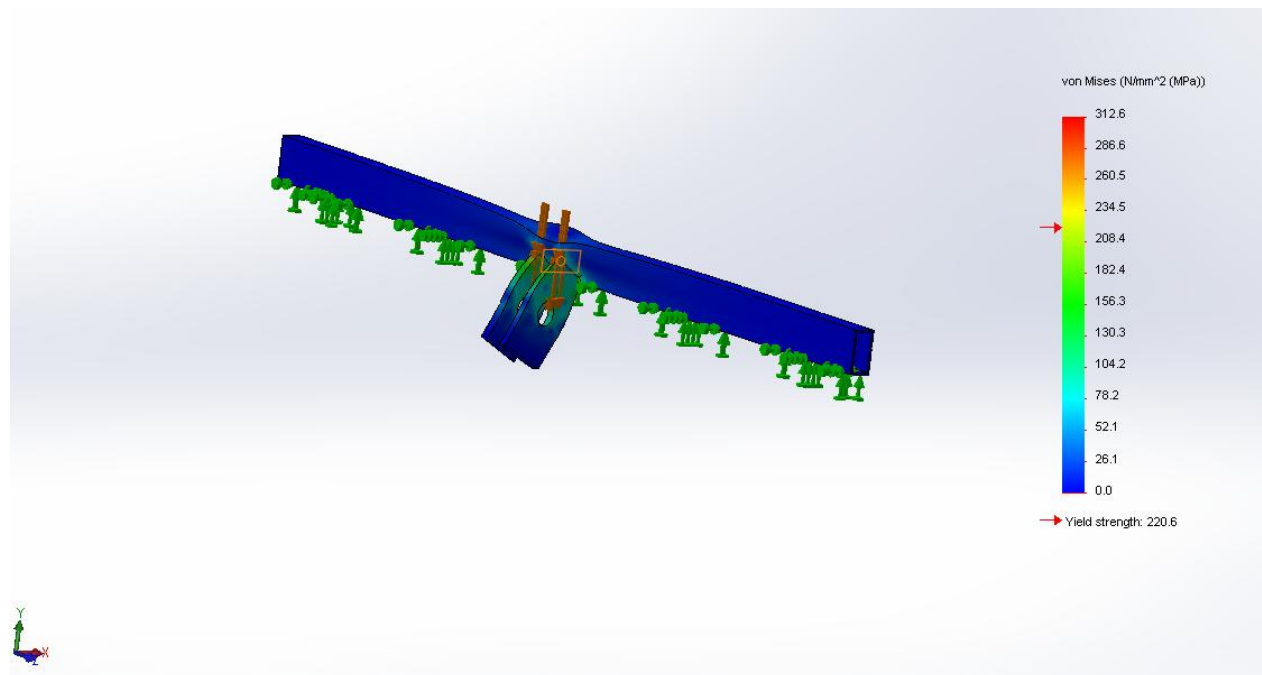
Kuva 9. Alakiinnikettä testattiin 5000N voimalla

### 8.1.5 Takanostimen yläosan lujuus



Kuva 10. Takanostimen yläosaa testattiin 40000N suoraan alhaalta tulevalla voimalla

### 8.1.6 Takanostimen sylinterin alakannake



Kuva 11. Testattu 40000N suoraan ylhäältä kohdistuvalla voimalla.

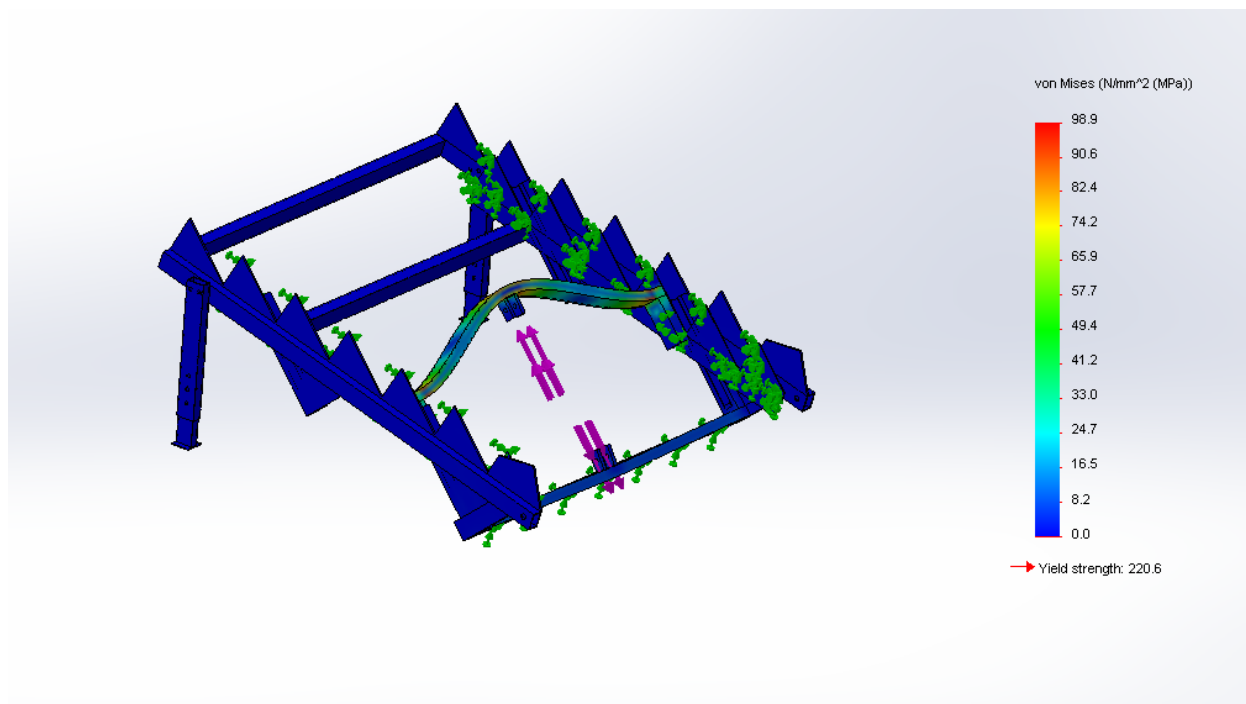
## 8.2 Lujuuksien analysointi

Rakenteissa tullaan käyttämään terästä, jonka myötölujuus on  $355 \text{ N/mm}^2$ . Lujuuslaskelmista nähdään, että tämä myötölujuus ei ylity yhdessäkään osassa. Kuitenkin tietyissä kohdissa voimat kasvavat liian suuriksi. Olisi suotavaa käyttää esimerkiksi 1.5 varmuutta, jolloin sallittu myötölujuus olisi noin  $240 \text{ N/mm}^2$ . Solidworks:lla näitä heikompia kohtia pystytäänkin helposti vahvistamaan ja suorittamaan laskelmia uudestaan. Pienillä parannuksilla on suuri vaikutus ja rakenteesta saadaan huomattavasti kestävämpi. On myös syytä huomata, että ilmoitettu myötölujuus koskee lähinnä staattisia normaalijännityksiä. Lisäksi dynaaminen kuorman kesto on normaalijännityksien kesto pienempi, varsinkin kun otetaan huomioon väsyminen. Myöskin siirtymät pysyvät maltillisina kaikissa osissa.

### 8.3 Kokoonpanojen lujuudet, useammilla voimilla

Eri kokoonpanoja testataan seuraavassa useammilla voimilla, joita konstruktkio myös todellisuudessa kohtaa.

#### 8.3.1 Porrasannostelija

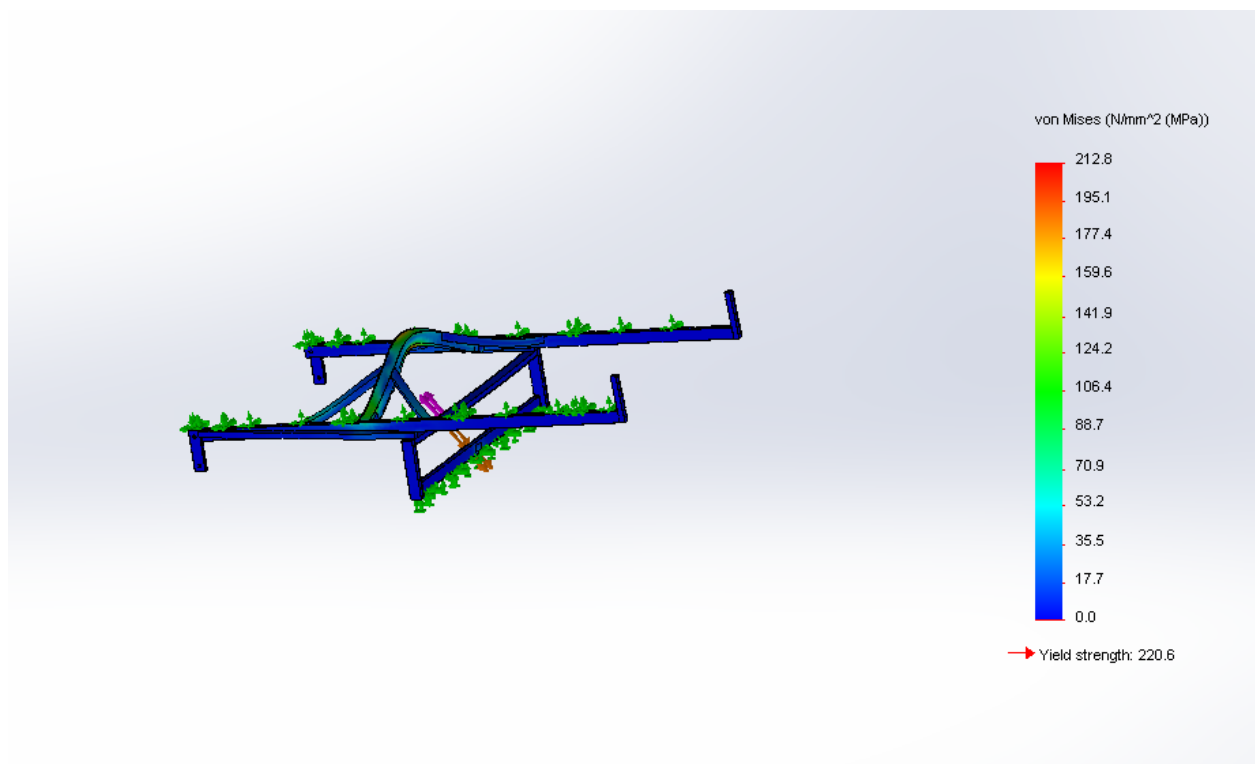


Kuva 12. Porrasannostelijan lujuuden testaus.

Annostelijaa testattiin pahimmassa mahdollisessa tilanteessa eli liikkuva sisäosa laitettiin täysin liikkumattomaksi ja sylinterin ylä- ja alaosaa kuormitettiin kumpaakin 5000N voimalla. Lujuuslaskennan tuloksesta voidaan päätellä, että annostelija kestää tämän rasituksen lähes kolmen varmuudella.



### 8.3.2 Takanostin



Kuva 13. Takanostimen kuormitus.

Takanostinta kuormitettiin sekä ylä-, että alakannakkeeseen kohdistuvilla 40000N voimilla. Myös takanostin kestää kuormitukset.

### 8.3.3 Etuosa

Porrasannostelijan edessä olevaan etuosaan, ei kohdistu mitään suuria voimia, joten mitään erikoista lujoustarkastelua ei tarvitse suorittaa. Etuosan ainoa tehtävä on vain kannatella yhtä rankaa kerrallaan.

## 9 HYDRAULIIKKA

Porrasannostelija tulee toimimaan täysin hydraulikalla. Saatavilla on sekä traktorin oma hydraulikka, tai sitten tarvittava tuotto otetaan suoraan klapikoneelta. Seuraavassa on esitelty Palax 70-sarjan ominaisuuksia:

Ominaisuus	Power 70	Power 70	Power 70 S	Power 70 S	Power 70 S
X= vakio, L= lisävaruste, 0= TR EI		TR/ SM	TR	TR/ SM	Diesel
<b>HYDRAULIIKKA</b>					
Oma hydraulikka	X	X	X	X	X
Hydraulioöljy VGA 32 40 I	L	L	L	L	L
Öljyn jäähdyttävä 12 V	L	L	L	L	L
Halkaisusylinteri 3,5 ton	X	X	X	X	X
Halkaisusylinteri 5,6 ton	L	L	L	L	L
Pikaliittimet tukkipöydälle	L	L	X	X	X
Pumppujen tuotto l/ min SM tai niveaks. 450 r/ min	40/16	40/16	40/16	40/16	40/16
Käsi käyttöinen pikaventtiili	X	X	0	0	0
Autom. pikaventtiili	L	L	X	X	X

Kuva 14. Palax klapikoneiden ominaisuuksia. (palax.fi)

Klapikoneen edessä on käytössä Ford 4000-traktori vuosimallia -68, seuraavassa Fordien teknisiä tietoja:

		2000	3000	3055	4000	5000	7000
				(ei FIN)			
Vuodet	Years	68-75	68-75	72-75	68-75	68-75	71-75
Moottorin tyyppi	Engine model		175DF	182DF	201DF	256	256
Sylinteriluku/Turbo /välijäähd.	Cyl/Turbo /Intercooler	3	3	3	3	4	4T
Iskutilavuus cm3	Displacement	2589	2868	2999	3294	4195	4195

Hydrauliikan tuotto l/min	Hydr. flow l/min	18,1	18,1	18,1	20,8	22,7	22,7
Hydrauliikan paine bar	Hydr. pressure bar	176	176	176	176	176	176
Nostolaittehydrauliikka	Lift controls	mek.	mek.	mek.	mek.	mek.	mek.
Nostovoima kg	Lift capacity kg	1270	1270	1270	1450	1750	2400
Voiman ulosotto	PTO speeds	540	540	540	540	540	540/1000

Kuva 15. Ford-traktorien teknisiä tietoja. (konedata.net)

## 9.1 Hydraulisylinterit

Porrassannostelijaan valitaan hydraulisylinteri, jonka iskunpituus on 400mm ja nostokyky vähintään 1000kg. Takanostimeen valitaan puolestaan hydraulisylinteri, jonka iskunpituus on ainakin 500mm ja nostokyky 4000 kg.

Esimerkiksi jos takanostimeen valittaisiin hydraulisylinteri, jonka halkaisija olisi 80mm ja varsi 50mm, sekä hydraulivoima olisi peräisin Ford 4000-traktorista, saadaan laskettua seuraavanlaisia arvoja:

### Annetut arvot

Männän halkaisija  
80 mm

Varren halkaisija  
50 mm

Iskun pituus  
500 mm

Paine  
176 bar

Virtaus  
20,8 l/min

### Lasketut arvot

Voima ulos  
9,018068 t

Voima sisään  
5,495385 t

Nopeus ulos  
0,06896714 m/s

Nopeus sisään  
0,1131768 m/s

Iskuaika ulos  
7,249829 s

Iskuaika sisään  
4,417867 s

Tilavuus männän puolella  
2513,274 cm<sup>3</sup>

Tilavuus varren puolella  
1531,526 cm<sup>3</sup>

Kuva 16. Hydrauliikka-arvoja. (salhydro.fi)

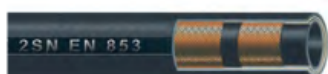
## 9.2 Hydraulikkaletkut

Letkujen valintaan ei ole mitään suurempia kriteerejä. Hydraulikkaletkujen on kestettävä noin 200 bar:n paine ja liittimien on oltava oikeanlaiset. Pitää huomioida myös, että samat liittimet eivät sovellu, sekä klapikoneeseen että traktoriin liitettäväksi. Seuraavassa esimerkiksi erittäin järeään nostotyöhön tarkoitettu ristikudosletku:

### Tunkkiletkut

#### R2JK - Tunkkiletku 700bar

- Tunkki- ja nostoletkuksi



Tuotekoodi	Letkun sisä Ø (")	Letkun ulko Ø (mm)	Työ-/räjähdys- paine (BAR)	Taivutussäde (mm)	Hintaryhmä A Ovh (€/m)
R2JK-04	1/4"	15,5	700 / 1400	100	39,00

Kuva 17. Tunkkiletku R2JK. (salhydro.fi)

## 9.3 Ohjausventtiilit

Liittimien osuus tulee huomioida myös ohjausventtiilissä. Tässä tarvitaan, sekä meno, että tulopuolelle kiinnitykset. Itse ohjausventtiilin valintaan vaikuttaa se, että otetaanko käyttövoima traktorista vai klapikoneesta. Klapikoneesta otettaessa ongelmaksi voi muodostua virtaus, jonka pitäisi olla jatkuvaa venttiilinkin läpi. Tämän lisäksi täytyy valita, halutaanko molempia sylintereitä ohjata yhdellä ohjausventtiilillä, vai valitaanko kummallekin omansa. Tämä lisää taas kustannuksia. Seuraavassa esimerkiksi käsiohjausventtiili, johon voidaan valita useampia karoja.



## Käsiohjausventtiili, läpivirtaus 40 l/min

- Sylinterikarat
- Läpivirtaus 40 l/min
- Suurin käyttöpaine 300 bar
- Suurin paluulinjan paine 100 bar
- Sarjaliitännällä voidaan johtaa paine seuraavalle venttiilille
- Työliitännät 3/8" (BSP) paine ja paluuliitäntä 1/2" (BSP).
- Paineenrajoitin ja takaiskuventtiili vakiona
- Suositeltu suodatintiheys 25 mic.
- Hinnat sisältävät paineenrajoittimen ja käsivivut

### Valitse malli:

<input checked="" type="radio"/>	1-karainen (Q251)	100 €
<input type="radio"/>	2-karainen (Q252)	160 €
<input type="radio"/>	3-karainen (Q253)	214 €
<input type="radio"/>	4-karainen (Q254)	266 €

Kuva 18. Käsiohjausventtiili. (kailatec.fi)

### 9.4 Hydraulimoottori

Jos nostimen eteen päätetään lisätä vielä hydraulitoiminen vetävä rulla, niin hydraulivoima kannattaa ottaa suoraan klapikoneesta, koska tällöin sitä pystytään ohjaamaan samaan aikaan kuin klapikoneen omaa syöttökuljetinta. Itse hydraulimoottorin valinnassa ei ole suurempia ongelmia, koska moottorilta ei vaadita kovinkaan suurta tehoa. Hydraulimoottorin ainoa tehtävä olisi pyörittää rullaa, joka avustaa yhtä rankaa kerrallaan liikkeelle, kohti klapikoneen syöttökuljetinta.

## 10 KUSTANNUKSET

Kustannukset tulevat koostumaan teräksen (eri profiilien), hydraulikkasyylinterien, hydraulikkaletkujen, ohjausventtiilien, liittimien ja hydraulimoottorin hinnoista. Työn osuutta en huomioi laskelmassa.

### 10.1 Teräksen hintaan vaikuttavat tekijät

Kantavien rakenteiden materiaaliksi suositellaan lujuusluokkaa S355 kokonaistaloudellisista syistä. Usein lujuusluokan S235 teräs on vielä saatavuutensa

takia varsin tavanomainen, erityisesti korjausrakentamisessa. Uudisrakentamisen teräsrakennesuunnittelussa voidaan korkeammat lujuusominaisuudet useimmissa käytännön tapauksissa hyödyntää täysin, jolloin rakenteiden kokonaiskustannukset alenevat.

Teräksen hinta muodostuu kolmesta tekijästä:

- perushinta
- mittauslisä
- laatulisä.

Perushinta ja mittauslisä ovat vakioita teräslajista riippumatta. Yleisillä rakenneteräslevyillä lujuuden nostaminen esimerkiksi S235:sta S355:een tuo lisähintaa noin 8 % laatulisän kautta. Kuumavalsattujen I-profiilien osalta vastaava lisähinta on noin 10 %. Teräsmateriaalin hinnoittelussa on suuntaus ollut laatulisän pienenemiseen. Kehitystä varmasti nopeuttaa käytön keskittyminen yhteen teräslajiin, kuten eräillä terästuotteilla on jo tapahtunut. Kun suunnitellaan sama rakenne lujuusluokan S235 teräksestä S355 sijasta, vähenee tarvittavan materiaalin määrä 35 %, jolloin rakenteen materiaalikustannuksissa säästetään levyrakenteita käytettäessä 30 % ja profiilirakenteita käytettäessä 28 %. Korkeamman lujuusluokan käytöllä on myös seurannaisvaikutuksia, jotka kaikki vaikuttavat kokonaiskustannuksia alentavasti. Pienemmät dimensiot pienentävät rungon painoa sekä rakenteiden pinta-alaa, jolloin siirto-, valmistus-, kuljetus-, asennus- ja pintakäsittelykustannukset alenevat. Lisäksi siirtyminen yhden teräslajin käyttöön alentaa paitsi laatulisähintaa, myös materiaalien varastoinnista aiheutuvia kustannuksia. Puristetuissa rakenteissa lujasta teräksestä saatava hyöty riippuu rakenteen hoikkuudesta. Pienillä hoikkuuksilla, joita käytännössä yleensä esiintyy, voidaan teräksen lujuus hyödyntää tehokkaasti. Hoikkuuden kasvaessa hyöty vähenee. Kun hoikkuus on niin suuri, että nurjahdus tapahtuu täysin kimmoisesti, ei suuremman lujuuden omaavan teräksen käytöllä saavuteta etua pienemmän lujuuden omaavan teräkseen verrattuna. Rakenteellisella muotoilulla voidaan sekä nurjahduksen että lommahduksen vaikutuksia suunnittelussa vähentää. \9\

## 10.2 Arvioidut kustannukset

Seuraavassa on laskettu arvioidut kustannukset, joita nostimen rakentamiseen kuluu.

- Teräs(700 kg), hinta: 1500€
- Hydraulisyliinterit (2 kpl), hinta: 400€
- Hydrauliiikkaletkut (15m), hinta: 300€
- Ohjausventtiili, hinta: 150€
- Liittimet, hinta: 150€
- Hydrauliiikkamoottori, hinta: 150€
- Muut osat, hinta: 50€

Hinta Yhteensä: **2700€**

## 11 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella rankakuljetin, joka kestää myös suurempia tukkeja. Kuljettimen tehtävänä oli helpottaa työvaihetta, jossa puut nostetaan klapiin omalle syöttökuljettimelle. Vaihtoehtoja kuljettimen suunnitteluun oli monia. Kuitenkin, asetettujen vaatimusten mukaan yksi nousi parhaimmaksi. Kuljetin päätettiin toteuttaa niin sanottuna porrassannostelijana. Kuljetin koostuu itse porrassannostelijasta, tämän takanostimesta, sekä etuosasta. Nämä kaikki osat ovat irroitettavissa toisistaan.

Itse suunnittelu toteutettiin pääasiassa Solidworks-ohjelmalla. Ohjelmalla pystyttiin luomaan halutut konstruktio, sekä laskemaan näille lujuuksia. Lujuuslaskenta olikin keskeisessä osassa suunnittelua, koska vaatimukset asettivat tiettyjä ehtoja konstruktiolle. Näiden lisäksi saatiin luotua piirustukset ja osaluettelot, jotta kone pystytään valmistamaan.

Kun konetta lähdetään valmistamaan, niin tullaan luultavasti törmäämään joihinkin ongelmiin, joita itse suunnittelussa ei huomata. Tätä varten konstruktiosta onkin järkevää valmistaa ensin prototyyppi ja havainnoida mahdollisia ongelmia. Näin mahdolliset viat voidaan korjata, ennen kuin koneen valmista versiota lähdetään valmistamaan.



## LÄHTEET

- \1\ Kotamäki, Miikka & Nyberg, Timo 1992. Koneautomaatio 2000. VAPK-kustannus: Helsinki
- \2\ Keinänen, Toimi; Kärkkäinen, Pentti; Lähetkangas, Markku & Sumujärvi, Matti 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. WSOY Oppimateriaalit: Helsinki.
- \3\ Teollisuusapu Oy Ab 2007. Hihnoja teollisuudelle vuodesta 1967
- \4\ Tamk, 2008. Kuljettimen suunnittelu ja logiikan ohjelmointi, Niemi Marko
- \5\ Työsuojeluhallinto 2008. Työsuojeluoppaita ja ohjeita 16.
- \6\ Tamk, 2007. Uuden tuotteen valmistettavuuden arviointi, Vehkakoski Janne
- \7\ Lempiäinen, J. & Savolainen, J. 2003. Hyvin suunniteltu –puoliksi valmistettu. Helsinki: Hakapaino Oy.
- \8\ Hietikko E. 2007. From experience to skill. Kuopio: Kopijyvä
- \9\ Pellosniemi, Jouko & Kalamies, Unto. Teräsrakennetuotteet ja suositeltavat teräslajit. Rakennustieto Oy

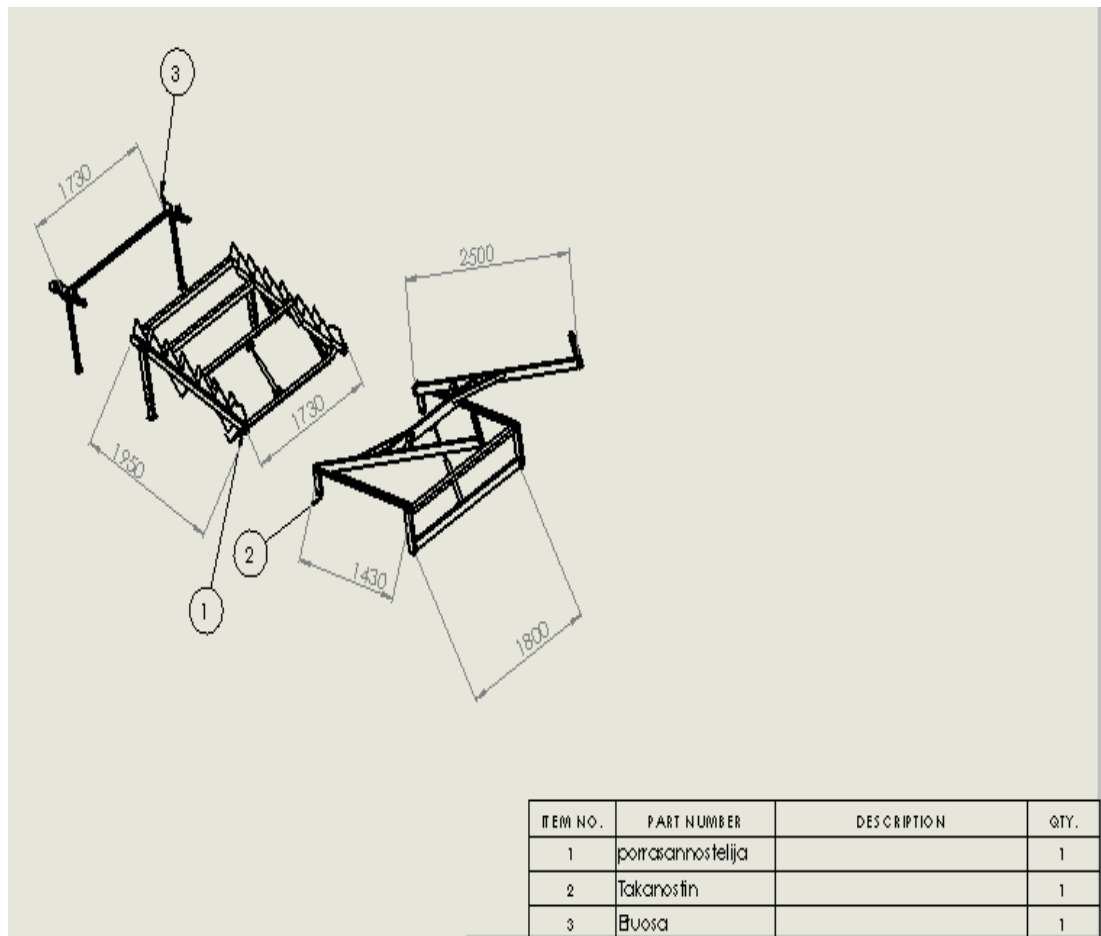
Palax.fi

<http://www.konedata.net/Traktorit/ford2000.htm>

<http://www.salhydro.fi/fi/sylinterin-mitointus>

kailatec.fi

# LIITE 1



Porrasnostelijan eri osat päämittoineen