

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikan koulutusala Lappeenranta
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kone- ja tuotesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

Toni Kangasmäki

Verkkomaton raaka-ainevillarullan paketointimuovien poisto

Opinnäytetyö 2012

Tiivistelmä

Toni Kangasmäki

Verkkomaton raaka-ainevillarullan paketointimuovin poisto, 50 sivua, 6 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Kone- ja tuotantotekniikka

Kone- ja tuotesuunnittelu

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: Yliopettaja Seppo Toivanen, Saimaan ammattikorkeakoulu

Suunnitteluinsinööri Mika Björkholm, Paroc Oy Ab

Tämän opinnäytetyön aiheena oli verkkomaton raaka-ainevillarullan paketointimuovin poistoon soveltuvan koneen kehittäminen Paroc Oy Ab:n Lappeenrannan verkkomattolinjalle. Koneen tarkoituksena on parantaa verkkomattolinjan tuottavuutta.

Työn vaatimat lähtöarvot, laitteen sijoituskohte tuotantolinjalla ja yrityksen edustajien kokoamat tiedot verkkomattolinjan ongelmakohtadasta käsiteltiin yrityksen suunnittelusta vastaavien henkilöiden kanssa.

Koneen suunnittelu alkoi tutustumalla annettuihin materiaaleihin ja tutkimalla tuotantolinjan ominaisuuksia. Saamieni materiaalien avulla tein vaatimuslistan, ja sen pohjalta kehittefin useampia luonnoksia tulevasta koneesta. Näiden luonnosten avulla tuotin koneesta kaksi kehitysversiota. Niitä vertailtiin keskenään, jonka jälkeen toinen valittiin jatkokehittelyyn. Jatkokehittelyyn valitusta koneesta tein toimivan 3D-mallin yrityksen PDM-järjestelmään.

Työn lopputulokseksi saatiin verkkomaton raaka-ainevillarullan paketointimuovin poistokone. Kone on suunniteltu automatisoimaan raaka-ainevillarullan paketointimuovin poistaminen ja villan purkaminen tuotantolinjalle.

Asiasanat: koneensuunnittelu, verkkomatto, tuotantolinja, kivivilla, muovin poisto

Abstract

Toni Kangasmäki

Removal of the wrapping plastic from the raw-wool roll of the wire net mat, 50

Pages, 6 Appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Degree Programme in Mechanical Engineering and Production Technology

Mechanical and Production Engineering

Bachelor's Thesis 2012

Instructors: Mr Seppo Toivanen, Senior Lecture, Saimaa University of Applied Sciences, Mr Mika Björkholm, Design Engineer, Paroc Oy Ab

The purpose of this thesis was to design and develop a machine for removal of the wrapping plastic from the raw-wool roll of the wire net mat for the Lappeenranta production line of Paroc Oy Ab in order to upgrade the productivity of the wire net.

The starting values for this thesis had earlier been collected by persons who are responsible for the company's planning. I started to design the machine by examining the given materials and by studying the mechanical properties of the production line. Several sketches were made first, and after that two models were selected for further development and later only one was considered to meet the requirements. Of this a 3D model was made in the company's PDM system.

The result of this thesis is a machine for removal of the wrapping plastic from raw-wool of the wire net, designed for automating the removal of the plastic wrapping and the opening of the raw-wool roll.

Keywords: Mechanical engineering, wire net mat, production line, Rockwool, removal of plastic

Sisältö

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Johdanto..... | 6 |
| 2 | Paroc Oy Ab | 7 |
| 3 | Verkkomaton tuotantolinja | 7 |
| 4 | Suunniteltavan koneen lähtöarvot..... | 10 |
| 5 | Muovinpoistajan toimintaperiaate | 12 |
| 6 | Muovinpoistajan luonnokset..... | 13 |
| 6.1 | Kouramalli..... | 13 |
| 6.2 | Kietoutuva hihnakuuljetin..... | 14 |
| 6.3 | Kapeahihnapurkaja..... | 15 |
| 6.4 | Kehikko ja muovinpoisto..... | 16 |
| 7 | Esisuunnittelu | 16 |
| 7.1 | Kehikkotuentamalli | 17 |
| 7.2 | A-tuentamalli..... | 22 |
| 8 | Valinta jatkokehittelyyn | 28 |
| 9 | Paketointimuovin poisto..... | 30 |
| 9.1 | Leikkaus | 30 |
| 9.2 | Muovin poistaminen..... | 31 |
| 9.2.1 | Piikkihihna | 32 |
| 9.2.2 | Sähköstaattinen hihna..... | 33 |
| 9.2.3 | Imuhihna | 34 |
| 9.2.4 | Paketointimuovin poiston varmistus | 35 |
| 10 | A-tuennan käyttöakselin tarkistus | 36 |
| 10.1 | Ominaisaajuus..... | 37 |
| 10.2 | Taipumat ja jännitykset..... | 38 |
| 10.3 | Tulosten analysointi..... | 40 |
| 11 | Paketointimuovinpoistaja | 40 |
| 11.1 | Hihnakuuljetinyksikkö | 41 |
| 11.2 | A-tuentayksikkö | 43 |
| 11.3 | Tuoterakenne | 46 |
| 12 | Yhteenveto..... | 47 |
| | Kuvat..... | 49 |
| | Kuviot..... | 49 |
| | Taulukot..... | 49 |
| | Lähteet..... | 50 |

Liitteet

Liite 1. Kivivillaverkkomattotuotteet

Liite 2. 1.luonnos

Liite 3. 2.luonnos

Liite 4. 3.luonnos

Liite 5. 4.luonnos

Liite 6. Tuoterakenne

Lyhenteet

PDM (Product Data Management) Tuotetiedon hallinta
3D (Three dimensional) Kolmiulotteinen

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella raaka-ainevillamattorullan paketointimuovinpoistaja ja rullan aukaisulaite Paroc Oy Ab:n Lappeenrannan kivivillaverkkomattolinjalle. Linjalle syötetään kivivillamattoja levytavarana ja rullissa. Laite on suunniteltava sellaiseksi, että levytavara kulkee esteettä linjalla. Raaka-ainevillamattorullat ovat kääritty paketointimuoviin, koska se varmistaa rullien nostossa käytettävän portaalirobotin toiminnan.

Tällä hetkellä paketointimuovin poisto ja rullan aukaisu tapahtuu manuaalisesti työntekijän tekemänä. Koska työ on raskasta ja yksitoikkoista, päätettiin operaatio automatisoida. Työssä käsitellään paketointimuovin poisto ja rullan aukaisu. Käsittelemättä jätetään paketointimuovin jatkokäsittely.

Kyseisenlaisia laitteita ei yrityksellä ole ollut, joten työnteko aloitettiin perehtymällä tuotantolinjaan, tekemällä tarvittavia mittauksia ja keräämällä dokumentaatioita liittyen asiaan. Työhön sain neuvoja Paroc Oy Ab:n ja Etteplan Oy:n henkilökunnalta. Työ tehdään Etteplanin Lappeenrannan toimistolla Parocin PDM-järjestelmään. Suunnitteluohjelmiana toimii Solidworks ja PDM-järjestelmänä Solidworks enterprise PDM.

2 Paroc Oy Ab

Paroc-konserni tuottaa ja kehittää mineraalivillaeristeitä. Tähän kategoriaan kuuluvat vuorivillatuotteet ja eri eristämiskäytännöt, kuten rakennuselementit, tekniset eristeet, laivaeristeet ja akustiikkatuotteet. Tärkeimmät ominaisuudet tuotteissa ovat lämpö-, ääni- ja paloeristävyys.

Paroc Oy Ab toimii osana Paroc-konsernia, tuottamalla kivivillaeristeitä. Tuotanto Suomessa on aloitettu vuonna 1952, ja yritys työllisti noin 800 henkilöä Suomessa vuonna 2010. Tuotantoa on myös Ruotsissa, Puolassa ja Liettuassa, joiden yhteenlaskettu henkilömäärä oli noin 1945 vuonna 2010. Koko konsernin liikevaihto oli 348 miljoonaa euroa vuonna 2010

Paroc Oy Ab:lla on Suomessa kolme tehdasta: Oulussa, Lappeenrannassa ja Paraisilla. Lappeenrannan tehtaalla valmistetaan rakennuseristeitä ja teknisiä eristeitä. Teknisiin eristeisiin kuuluvat kivivillalevyt, -matot ja -kourut. (Paroc Oy Ab 2011.)

3 Verkkomaton tuotantolinja

Lappeenrannan kivivillaverkkomattolinjalla tuotetaan eri käyttötarkoituksiin soveltuvia verkkomattoeristeitä. Tuotteita valmistetaan putki-, ilmanvaihto- ja teollisuudeneristykseen. Esimerkiksi verkkovahvistettu alumiinilaminaatilla päällystetty kivivillaverkkomatto PAROC Wired Mat 80 Alucoat -eristettä (Liite 1) käytetään sade- ja jätevesiviemärien eristeenä ja ilmanvaihtokanavien palo- ja äänenvaimennuseristeenä.

Linjalla tehdään viittä erilaista verkkomattoeristettä, ja jokaisesta mallista on eripituisia ja paksuisia vaihtoehtoja, joten linjalla tuotetaan 68:aa erilaista eristystuotetta. Liitteessä 1 ovat tuotteet, joita verkkomattokone tekee pääsääntöisesti. Näiden viiden mallin eroina ovat erilaiset tiheydet, maksimikäyttölämpötilat, äänenvaimennus- ja tulenkestävyysominaisuudet.

Tämän lisäksi on mahdollista, että tilauksesta tuotetaan erikoiseriä. Kuviossa 1 on esitetty verkkomattolinjan prosessikaavio.



Kuvio 1. Verkkomattolinjan prosessikaavio

Portaalirobotti nostaa neljästä viiteen kivivillaraaka-ainerullaa varastointikehikoista verkkomattokoneen kuljetinhihnalle. Kuljetin vie rullat raaka-ainemuovin poistajalle. Työntekijä poistaa rullan ympäriltä muovit ja aukaisee rullan seuraavalle kuljetinhihnalle. Siitä raaka-ainevilla kulkeutuu verkkomattokoneeseen, joka tuottaa kivivillaverkkomattoa ompelemalla verkon raaka-ainevillaan kiinni. Verkkomattokoneen jälkeen kivivillaverkkomatto siirtyy paketointikoneelle, jossa se paketoidaan. Tämän jälkeen valmiit verkkomattopaketit varastoidaan lähetystä varten. (Björkholm 2011.)

Raaka-ainevillarullan purkamisen ongelmallisuus

Linjalle syötettävät raaka-ainevillarullat ovat maksimissaan 26 kilogramman painoisia ja halkaisijaltaan maksimissaan noin 700 millimetriä. Rullien syötössä tarvitaan henkilöä poistamaan 900 millimetriä leveä paketointimuovi ja avaamaan rulla linjalle. Muovin tarkoituksena on pitää rullat koossa ja helpottaa niiden käsittelyä varastossa ja varmistaa portaalirobotin häiriötön toiminta. Kuvassa 1 on esitetty verkkomattolinjan alkupään kuljetinlinjaa, johon muovipoistaja sijoitetaan.



Kuva 1. Portaalirobotti ja paketointimuovin poistopaikka

Yhdessä vuorossa verkkomattokonetta käyttää kolme henkilöä, joista yksi vuorollaan poistaa muoveja rullista ja avaa ne tuotantolinjalle. Operaatiota suoritetaan tunnin vuoroissa, joten yhdelle henkilölle tulee enimmillään kolme tuntia muovin poistoa päivässä. Toiminta on liukuhihnamaista, jossa keskimäärin 20 kg painavia villarullia avataan 3 kappaletta minuutissa. Villan syöttönopeus verkkomattokoneelle on keskimäärin 17 metriä minuutissa. Tämä on yksitoikkoista ja rasittavaa työtä koneenhoitajalle, siksi muovinpoisto ja rullan avaus halutaan automatisoida.

Yhtenä syynä automatisointiin on henkilövajaus, joka on yleistä kyseisellä linjalla. Verkkomattokonetta pystytään ajamaan kahdella henkilöllä, mutta vain alennetulla kapasiteetilla ja taukojen ajaksi tuotanto pitää pysäyttää. Tällöin muovin poisto ja koneen käyttö menevät tasan kahdelle henkilölle. Välillä verkkomattokoneella on auttamassa henkilöitä, joilla ei ole koneeseen vaadittavaa koulutusta, joten he työskentelevät rullan avauksessa ja siirtävät villalavoja trukin kanssa. (Björkholm 2011.)

Muovipoistolaite mahdollistaisi verkkomattokoneen käytön keskeytyksittä jopa kahdella henkilöllä ja parantaisi tuotannon tehokkuutta.

4 Suunniteltavan koneen lähtöarvot

Suunniteltavalle työlle annetaan vaatimuksia ja ohjearvoja, joita mukaillen työtä viedään oikeaan suuntaan. Vaatimusten tarkoituksena on välttää suunnitteluvaiheessa tapahtuvia väärinkäsityksiä ja virheitä. Lisäksi suunniteltavalle koneelle annetaan yleensä toivearvoja, jotka eivät ole suunnittelua määrääviä tekijöitä. Vaatimuksia täytyy tarkastella erivaiheissa suunnitteluprosessia, jotta niitä noudatettaisiin. (Sopanen 2010.)

Seuraavana on listattu verkkomattokoneelle asetettuja vaatimuksia:

- Koneen on pystyttävä käsittelemään rullaa, jonka maksimiarvot ovat:
 - halkaisija: 700 millimetriä
 - leveys: 1200 millimetriä
 - massa: 30 kilogrammaa
- Muovipoistopesään saa tulla vain yksi villa rulla kerrallaan.
- Tukien täytyy pitää purkautuva rulla keskitettynä.
- Muovin leikkurin täytyy pystyä katkaisemaan 1200 millimetriä leveä muovi.
- Muovin katkaiseminen ei saa vahingoittaa villaa.
- Muovin poistaminen ei saa vahingoittaa villaa.
- Muovin poistaminen ei saa estää villan purkautumista.
- Villan täytyy purkautua varmasti seuraavalle hihnakuljettimelle.
- Operaatio täytyy suoriutua nopeammin kuin 13 sekunnissa.
- Kone ei saa estää levytavaran ajoa.

Koneeseen kohdistuvat tärkeimmät vaatimukset liittyvät muovin poistoon ja rullan aukaisuun. Tulevan koneen pitää täyttää mahdollisimman hyvin annetut vaatimukset.

Koneelle on annettu myös toiveita, joiden täytyminen ei ole pakollista, mutta niiden toteutus mahdollisuuksia kannattaa tarkastella. Seuraavassa listassa on koneelle annettuja toivomuksia:

- Tehdään mahdollisimman yksinkertainen rakenne.
- Koneen käyttöjen toteutus joko pneumaattisesti tai sähköisesti.
- Pyritään pitämään valmistuskustannukset pienenä.
- Mahdollisimman paljon säätövaroja liikkeisiin.
- Osien huoltomahdollisuus helpoksi.

Toivomukset liittyvät suurelta osin koneen rakenne ratkaisuihin ja huoltotoimenpiteisiin.

Vaatimukset ja toiveet tuotettiin suunnittelijoiden Mika Björkholmin ja Jani Matikaisen sekä osastopäällikkö Harri Mannisen avustuksella.

5 Muovinhoistajan toimintaperiaate

Toimintaperiaatteen kuvauksella pystytään kertomaan, kuinka esimerkiksi kone, laite tai ihminen suoriutuu työtehtävästä. Toimintaperiaatteen suunnittelu avustaa suunnittelijoita ideoimaan toimivia rakenteita kyseessä olevaan koneeseen. (Sopanen 2010.) Kuviossa 2 on esitetty muovinhoistajan toimintaperiaate.



Kuvio 2. Muovinhoistajan toimintaperiaatekaavio

Rullan syöttö raaka-ainemuovinhoistolaitteelle tapahtuu kuljettimen ja valitsijan avulla. Valitsija laskee vain yhden rullan kerrallaan liikkeelle, jonka kuljetin vie laitteen kehtoon. Rullan tullessa kehtoon anturi ilmaisee automatiikalle, että muovinhoisto-operaatio voi alkaa. Tuenta asettuu rullan ympärille, minkä jälkeen laitteisto katkaisee muovin rullan ympäriltä.

Muovinhoistaja ottaa kiinni muoviin samalla hetkellä, kun katkaisu tapahtuu. Muovin katkettua laite alkaa pyörittää villarullaa auki linjaston seuraavalle kuljettimelle. Muovinhoistaja poistaa muovin villarullan ympäriltä, kun se pyörii ensimmäinen kerran akselinsa ympäri. Muovi poistetaan saman tien, koska muuten rullan aukaisu vaikeutuisi. Laitteen tuenta pitää purkautuvan villarullan oikeassa paikassa ja asennossa toiminnan aikana. Villarullan

purkaututtua linjalle laite menee aloitusasentoon ja valmistuu seuraavan rullan purkautumiseen.

6 Muovinpoistajan luonnokset

Perehdyttyäni ongelmaan ja tutkittuani yrityksen laitteistoa tein luonnoksia vaatimusten ja ajatellun toimintaperiaatteen mukaan. Laitteen hihnakuuljettimen rungosta tehdään mahdollisimman yksinkertainen. Liitteessä 7 on esitettyä suunnitelma rungon muodosta. Tämän tapaisia putkipalkkirunkoja on käytetty useissa laitteissa ja yleisesti monessa hihnakuuljettimessa. Runkoon asennetaan korkeussäädettävät jalat, jotta runko saadaan oikealle korkeudella ja vaakatasoon. Seuraavana käsitellään tehtyjä luonnoksia.

6.1 Kouramalli

Liitteessä 2 on esitetty kouramalli muovinpoistolaitteistosta. Laitteisto koostuu kaarevasta rullaosasta, tukirullista ja muovin poisto-osasta. Muovinkatkaisija liikkuisi rullaosan rungon mukana, jolloin muovi poistettaisiin ylhäältäpäin. Villarullan tukisivat paikoilleen jousikuormitetut rullat, jotka seuraisivat purkautuvaa villarullaa. Jousikuormitetut tukirullat eivät tarvitsisi ohjausyksikköä, koska ne toimisivat erikokoisilla rullilla sopivan kokoisen iskun ansiosta. Alin tukirulla asennettaisiin sellaiseen kohtaan, että se varmistaisi villan pään menemisen seuraavalle kuljetinhihnalle. Rullaosa on nivelletty alimmasta rullasta ja liike suoritettaisiin pneumaattisella sylinterillä. Villarullan pyörittäminen suoritettaisiin rumpumoottorien tai erillisen moottorin ja voimansiirron avulla.

Rullatuennan vaihtaminen hihnatuennaksi olisi variaatio edellä mainitusta laitteistosta. Pelkkien rullien lisäksi laitteessa olisi hihnat, jotka kuljettaisivat varmemmin villan oikeaa reittiä seuraavalle kuljettimelle. Todennäköisesti hihnamalli olisi hivenen halvempi, koska hihnamalli ei tarvitsisi yhtä tiheästi rullia.

Levytavaraa ajettaessa rullaosanrunko mukailee ympärillä olevien kuljetinhihnojen tasoa ja tukirullat pysyvät sopivalla korkeudella poissa tieltä. Tukirulliin, muovinkatkaisijaan ja -poistajaan pystytään tekemään huoltoa levytavaran ajon aikana.

6.2 Kietoutuva hihnakuuljetin

Liitteessä 3 on esitetty kietoutuvan hihnakuuljetin malli kohdelaitteistosta. Tässä mallissa kuljetinhihnat tulo- ja menosuunnassa laskevat pänsä alas, jolloin niiden väliin muodostuu pesä. Villarulla tulee kuljetinhihnaa pitkin pesään, jonka yläpuolella on hihnalla toimiva tuenta, joka pysäyttäisi rullan. Rullan pysähtyttyä ja hihnatuennan kietouduttua sen ympärille muovi halkaistaisiin. Muovin halkaisu tapahtuu alhaalta päin. Pesän alla on rulla, joka pyörii vastapäivään muihin linjoihin nähden. Tämä rulla hipoo irrotettavaa muovia ja siirtää sen laitteiston alle poistettavaksi.

Hihnatuennan keskimäinen rulla pitää hihnan oikealla kireydellä, jolloin varmistutaan rullan pysyminen oikealla kohdalla. Tuennassa on tarkoitus käyttää joustavampaa hihnamateriaalia, joka mahdollistaisi hihnan muotoutumisen rullan ympärille paremmin. Toisena vaihtoehtona on tehdä tuentahihna useammasta kapeasta hihnasta, jolloin oikeaan muotoon mukautuminen onnistuisi myös hyvin. Tuennan ollessa yhtenäinen ei tule ongelmia villanpään purkautumisesta väärään paikkaan. Hihnatuenta nousee etupäästään tarvittavalle korkeudelle, että saapuvat villarullat mahtuvat kulkeutumaan pesään. Hihnatuennan liikkeet suoritetaan joko pneumaattisesti tai sähköisesti. Hihnojen pyörimisliike suoritetaan rumpumoottoreilla tai ulkoisella vedolla.

Levytavaraa ajettaessa hihnakuuljetimet nousevat vaakatasoon ja tuenta nostetaan yläasentoon. Levytavaraa ajettaessa tuentaan on mahdollista tehdä huoltotoimenpiteitä.

6.3 Kapeahihnapurkaja

Liitteessä 4 on esitetty kapeilla hihnoilla toimivan purkajan malli. Kyseessä on kapeaa hihnaa hyväksikäyttävä laitteisto. Hihnat ovat sijoitettu niin, että joka toinen tai joka kolmas hihna kulkee toistensa välissä. Tällöin saadaan aikaiseksi suljettu systeemi ja se takaa villanpään liikkumisen purkautumiskohtaan.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa on kaksi pystyhihnaa ja yksi vaakahihna. Kuljetinhihnat muodostavat samanlaisen pesän villarullalle kuin aikaisemmassa luonnoksessa. Villarullan tullessa pesään pystyhihnat ja vaakahihna myötäilisivät rullan muotoja. Vasemman puoleinen pystyhihna liikkuisi vain vaakatasossa. Se asennettaisiin sellaiselle korkeudelle, että kaikki villapaksuudet mahtuvat menemään kuljetinhihnan ja pystyhihnan välistä eteenpäin. Oikeanpuoleinen pystyhihna liikkuu myös vaakatasossa, mutta sen lisäksi hihna on saranoitu, jotta se saadaan avattua uuden rullan saapumista varten. Vaakahihna painaa villarullaa kuljetinhihnoihin, jotta rulla pyörii kunnolla ja muovi voidaan poistaa alhaalta käsin. Muovin poistaminen tapahtuu kuljetinhihnojen välistä.

Toisessa vaihtoehdossa on sivuhihnat, jotka on nivelletty yläpäästään sekä vaakahihna. Sivuhihnoilla on sama käyttöakseli ja voimanlähde. Tässä A-tuennassa vasemman puoleisella sivuhihnalla asetetaan purettava villarulla oikeaan kohtaan pesässä. Se myös jättää tarvittavan kokoisen aukon purkautumissuuntaan. Oikeanpuoleisella sivuhihnalla ja vaakahihnalla painetaan villarulla kuljetinhihnaan kiinni, jotta pystytään suorittamaan muovin poistaminen. Ne myös seuraavat purkautuvaa rullaa. Muovin poistaminen tapahtuu samalla periaatteella kuin aikaisemmin on kerrottu. Oikeanpuoleinen sivuhihna nousee lähelle vaakatasoa, jotta villarulla saadaan laitteiston pesään.

Kummassakin tapauksessa levytavaraa ajettaessa etummainen kuljetinhihna nostetaan vaakatasoon ja rullantuenta nostetaan yläasentoon, jolloin levytavara kulkee ilman esteitä laitteen läpi. Tuentaan ja muovinleikkaajaan pystytään tekemään huoltotoimenpiteitä levytavaraa ajettaessa.

6.4 Kehikko ja muovinpoisto

Liitteessä 5 on esitetty kehikkomaisen tuennan ratkaisu muovinpoistoon. Laitteistoon on suunniteltu pesä, johon villarulla asettuu. Tulevan puolen hihankuljettimessa on käyttö, jolla kuljetin saadaan liikkumaan ylä- ja alasetoihinsa. Takimmainen hihnakuuljetin on jäykkä, jolloin se pysyy luonnoksessa näkyvässä asennossa. Tämän jälkeen tuki, joka koostuu kahdesta hihnasta ja niiden välissä olevasta rullasta, asetetaan villarullan päälle. Tuen hihnat ajetaan kiinni purettavaan villarullaan. Villarullan tukemisen jälkeen muovi katkaistaan alhaaltapäin. Tukirulla painaa hivenen villarullaa alkuvaiheessa, että muovinpoistaminen onnistuu varmemmin. Tämän jälkeen suoritetaan muovin poistaminen alakautta hihnakuuljettimien väliin jäävästä välistä. Tuennan hihnojen välissä oleva rulla seuraa purkautuvaa villarullaa.

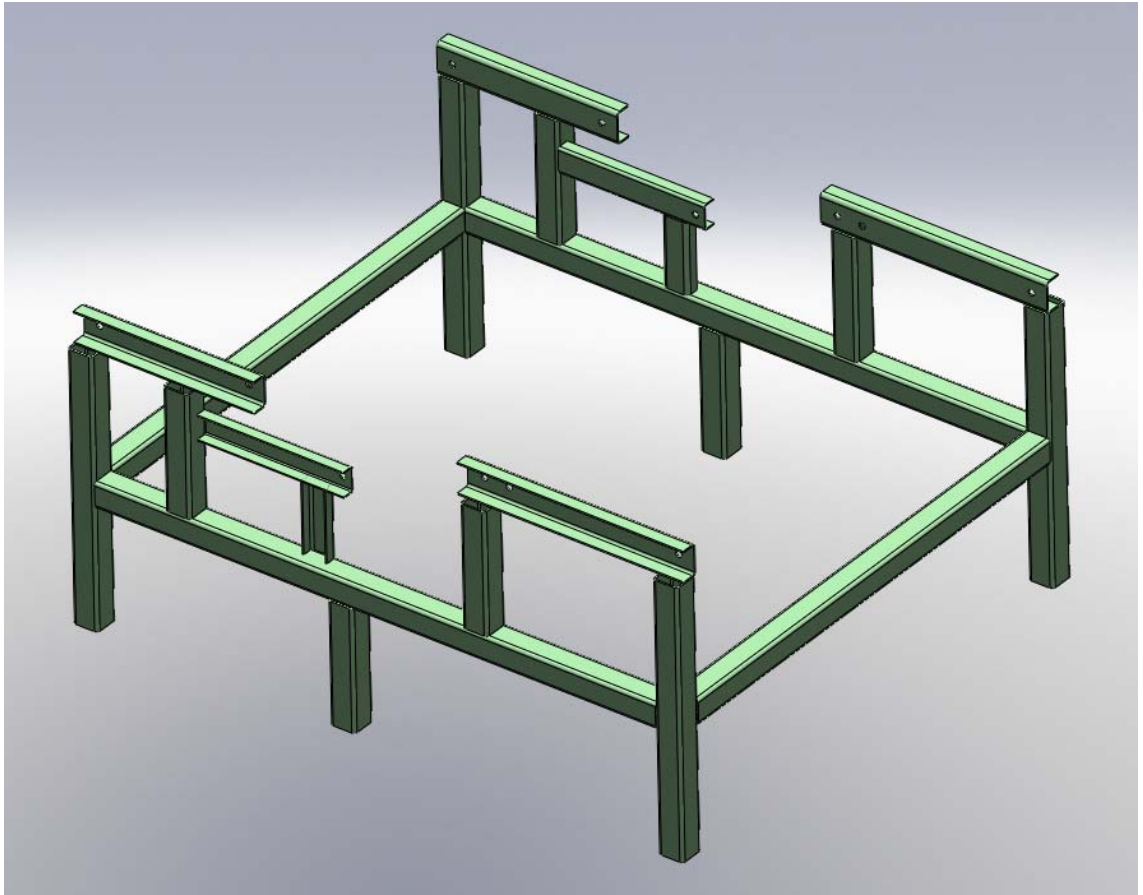
Levytavaraa ajettaessa ensimmäinen hihnakuuljetin nostetaan vaakatasoon, jotta levytavara ei putoa muovinpoistoaukkoon. Tuenta nostetaan yläasentoon, jolloin se ei häiritse levytavaran liikkumista hihnakuuljettimella. Tuentaa pystytään tarvittaessa huoltamaan samaan aikaan, kun levytavaraa ajetaan.

Luonnoksessa on myös ajatuksena, että muovi poistettaisiin villarullan ympäriltä hihnakuuljettimen avulla, jolloin ei tarvittaisi erilaisia poistajia. Tarkoituksena olisi, että muovi tartutettaisiin kiinni kuljettimen hihnaan, jotta muovi saadaan otettua pois villarullan ympäriltä. Muovin tartuttamiseksi hihnaan tarvitaan joko ulkoista apua esimerkiksi imua tai hihnalta tarttumisominaisuutta esimerkiksi tiheä piikkinen pinta. Muovin kulkeuduttua kuljetinhihnan alapuolelle irrotettaisiin se esimerkiksi paineilmalla tai harjalla pois hihnasta.

7 Esisuunnittelu

Seuraavassa kappaleessa käsitellään luonnosten pohjalta valittujen kahden erilaisen laitekoonpanon soveltuvuutta paketoitimuovin poistamiseen ja rullan aukaisemiseen kuljetinhihnalle. Kummassakin mallissa on käytetty

samanlaista rungon perusrakennetta. Kuvasta 2 näkee suunnitelman hihnakuiljettimelle tulevasta rungosta.

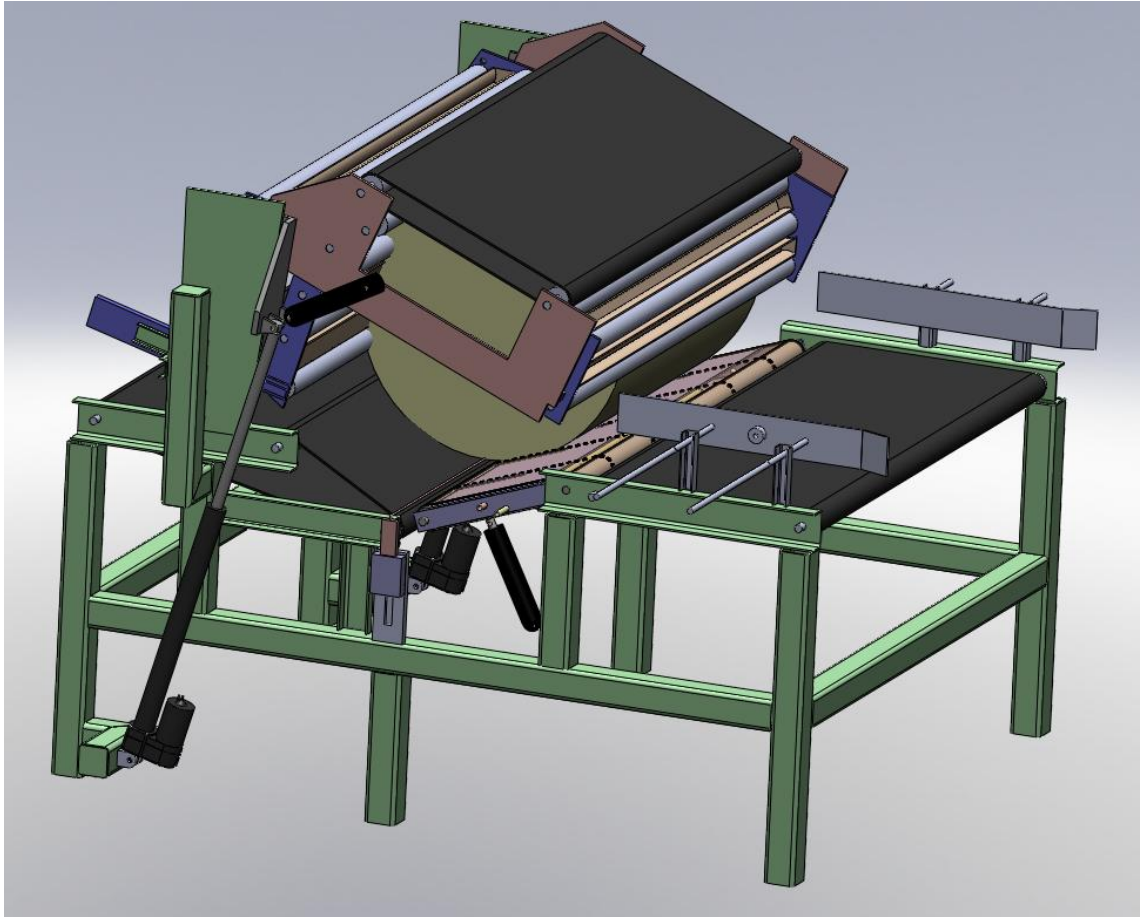


Kuva 2. Hihnakuiljettimen runko

Kuvassa ei ole rungon korkeuden säätöjalkoja. Perusrunko on 80x80x5 putkipalkkia ja hihnakuiljettimien kiinnityspalkit ovat 100x50x5 U-profiilia. U-profiilia on ajateltu käyttää hihnakuiljettimien kiinnitykseen, koska niiden avulla kiinnityspinnat saadaan helposti asetettua oikeaan kohtaan ja kiinnitykseen tarvittavien ruuvien pituus saadaan minimoitua.

7.1 Kehikkotuennamalli

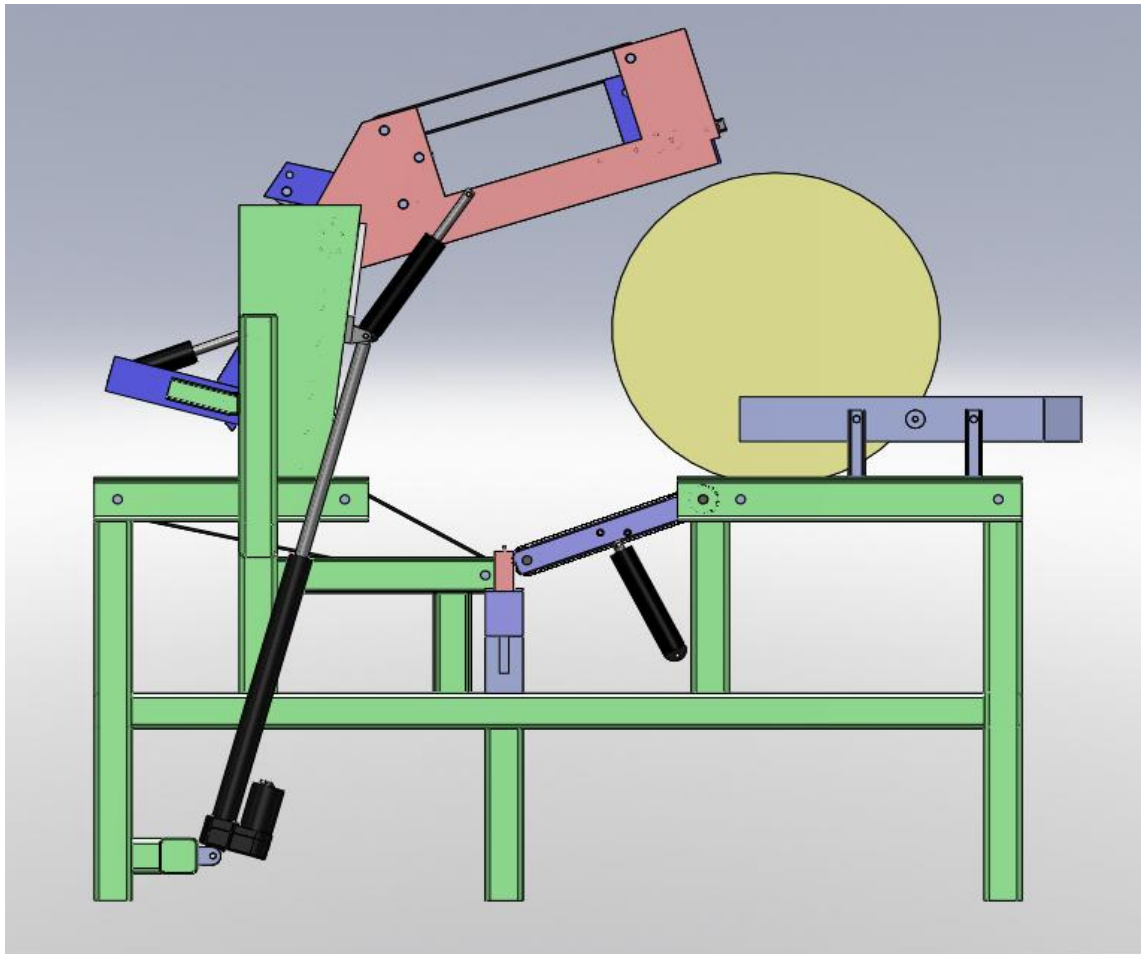
Kietoutuvan hihnakuiljettimen ja kehikkomallin pohjalta syntyi kehikkotuennamalli. Malli rakentuu täysin aikaisemmin mainitun hihnakuiljettimen rungon ympärille. Runkoon lisätään tarvittavia kiinnityspintoja, jotta tuennan liikkeet ja liikeradat pystytään suorittamaan. Kuvassa 3 on kehikkotuennan 3D-malli.



Kuva 3. Kehikkotuentamalli

Kuljetinhihnojen käyttö tapahtuu rumpumoottorien avulla. Niitä pystytään hyödyntämään, koska hihnalla kulkeva tavara ei ole painavaa eivätkä nopeudet ole suuret. Lisäksi rumpumoottorien asentaminen onnistuu helposti myös ahtaaseen paikkaan.

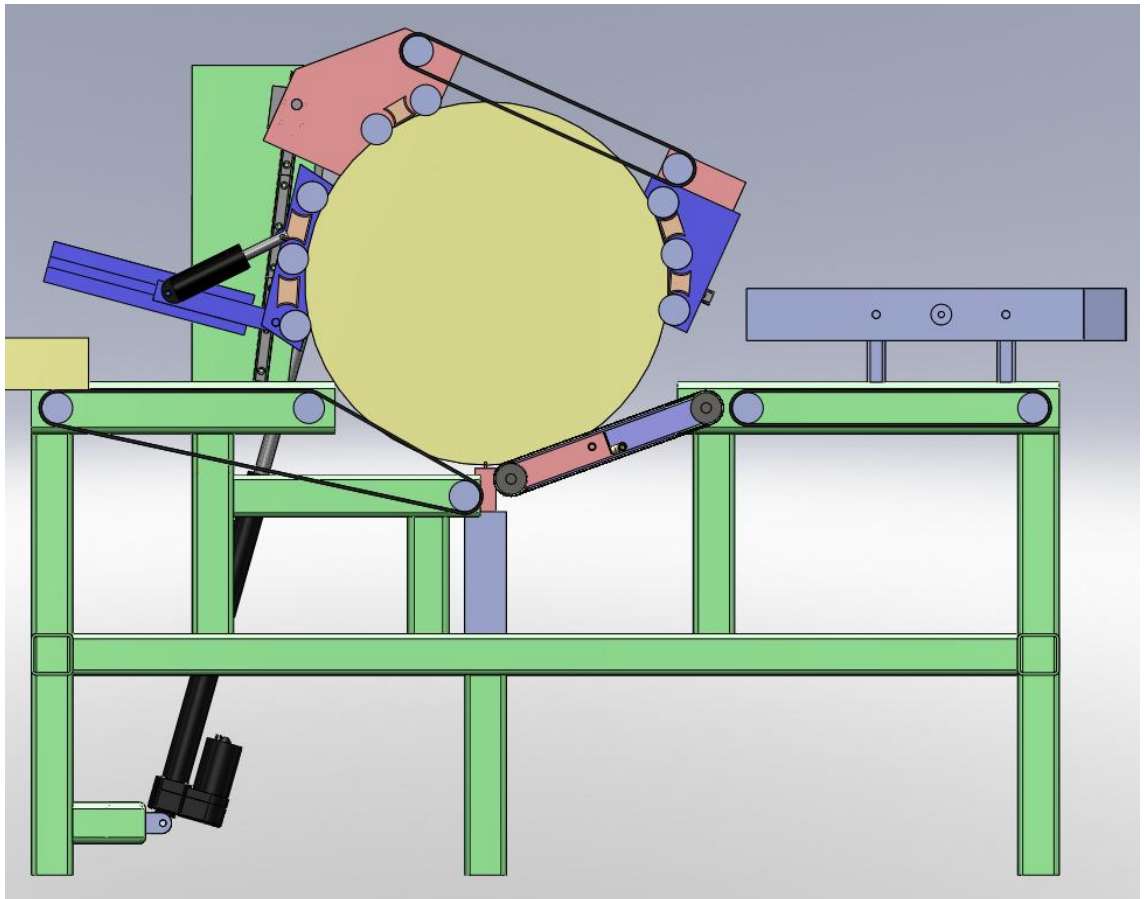
Kehikkotuentamallissa villarulla ajetaan pesään, joka muodostuu syöttösuunnassa olevasta kallistuvasta kuljetinhihnasta sekä poistosuunnassa olevasta viistosta kuljetinhihnasta. Syöttösuunnassa oleva kallistuva kuljetinhihna ajetaan oikeaan asentoon pneumaattisen sylinterin avulla, kuten kuvassa 5 on esitetty. Pesämäisellä kohdalla pystytään varmistumaan siitä, että villarulla asettuu aina sopivaan kohtaan tuennassa. Sen asemaa leveysuunnassa ei tarvitse paikoittaa tarkemmin, koska muovinpoisto ja rullan purkaminen tapahtuu koko hinnan leveydeltä. Kuvassa 4 näkee, kuinka villarulla, jonka halkaisija on 700 millimetriä, on tulossa pesään.



Kuva 4. Kehikkotuennan pesään on saapumassa villarulla

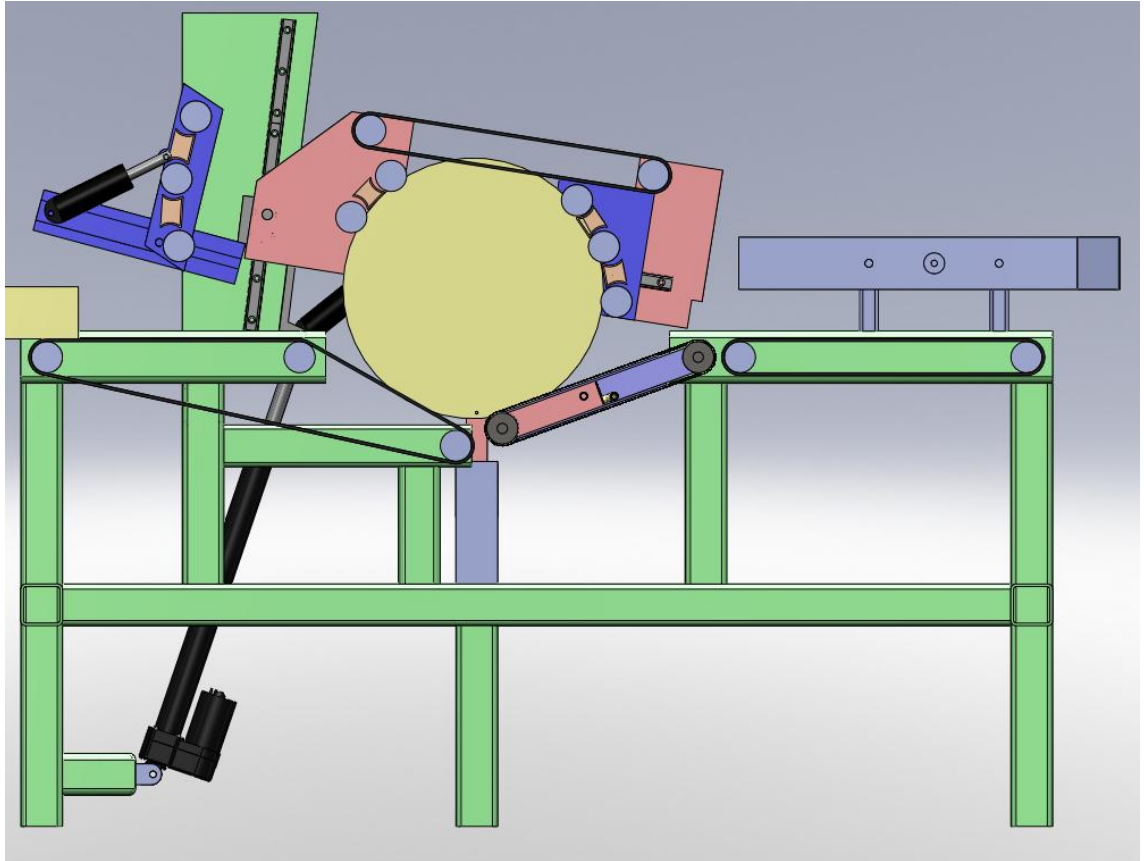
Kehikkotuen liike on määritetty johteiden avulla ja liike suoritetaan karamoottoreilla. Kehikkotuen kallistuskulmaa säädetään sähkökäyttöisillä sylintereillä.

Villarullan tuenta rakentuu kehikosta, johon on asennettu sivuille rullia ja päälle hihna. Syöttöpuolen ylin sivurulla ja poistopuolen alin rulla ovat varustettu rumpumoottoreilla, koska näin varmistetaan villan pään kulkeutuminen oikein tuennassa. Sivurullien väliin on lisätty ohjauslevyt, jottei villan pää pääse karkaamaan rullien välistä. Levyjen asentamisella saadaan kustannuksia alhaisemmiksi, koska muuten rullia täytyisi olla useampi kappale. Syöttöpuolen sivurullat liikkuvat pituussuunnassa. Tällä tavalla pystytään hallitsemaan erikokoisia rullia. Suurien rullien käsittelyyn tarvitaan lisätuki. Tämä lisätuki estää suurien rullien pään karkaamisen väärään paikkaan. Kuvassa 5 on esitetty, millä tavalla lisätuki tuo hyötyä kehikkotuentaan.



Kuva 5. Kehikkotuenta ja villarulla, jonka halkaisija 700 millimetriä

Lisätuki pystytään ajamaan johteiden avulla pois kehikon tieltä, kun pesään tulee pienempi rulla. Lisätuessa on myös sähkösylinteri, jolla pystytään asettamaan sopiva kulma tukirullaelementille. Kuvasta 6 näkee, kuinka tuenta toimii pienemmille villarullille.



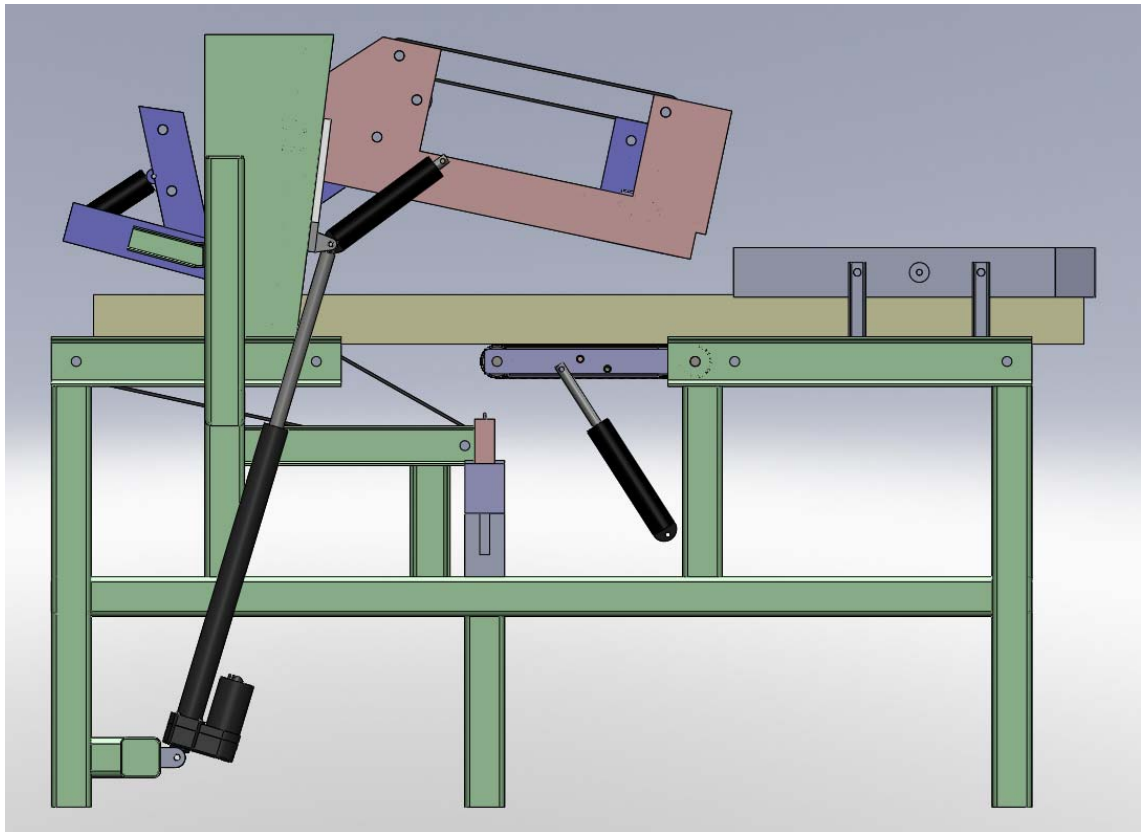
Kuva 6. Kehikkotuenta ja villarulla, jonka halkaisija 500 millimetriä

Lisätuki siirtyy johteita pitkin syrjään ja syöttöpuolen tukirullat liikkuvat kiinni purettavaan villarullaan. Villarullan pyörittämisestä vastaavat hihnakuljettimet ja rumpumoottorilla varustetut rullat. Villarullan purkauduttua niin paljon, etteivät tuet ota kiinni siihen, avautuvat loput rullan villasta painovoiman avustamana.

Muovi katkaistaan, kun kehikkotuenta on tukenut rullan pesään. Muovin katkaisuyksikköä liikutetaan pneumaattisten sylinterien avulla. Syöttöpuolen hihnakuljetinta käytetään muovin poistamiseen villarullan ympäriltä. Muovi kiinnittyy hihnaan, jonka jälkeen hihna kuljettaa muovin laitteen alle. Muovi irrotetaan hihnakuljettimen alapuolella pois hihnasta, ettei muovi kulkeudu sen mukana takaisin villan purkamisen harmiksi.

Ennen levytavaran ajoa kehikkotuki ajetaan sopivalle korkeudelle ja lisätuki ajetaan yläasentoon, etteivät ne häiritse toimintaa. Lisäksi syöttöpuolen liikkuva hihnakuljetin nostetaan vaakatasoon, jotta levytavara ei ajaudu muovin

poistoaukkoon. Kuvassa 7 on esitetty, missä asennossa toimilaitteet ovat levytavaraa ajettaessa.

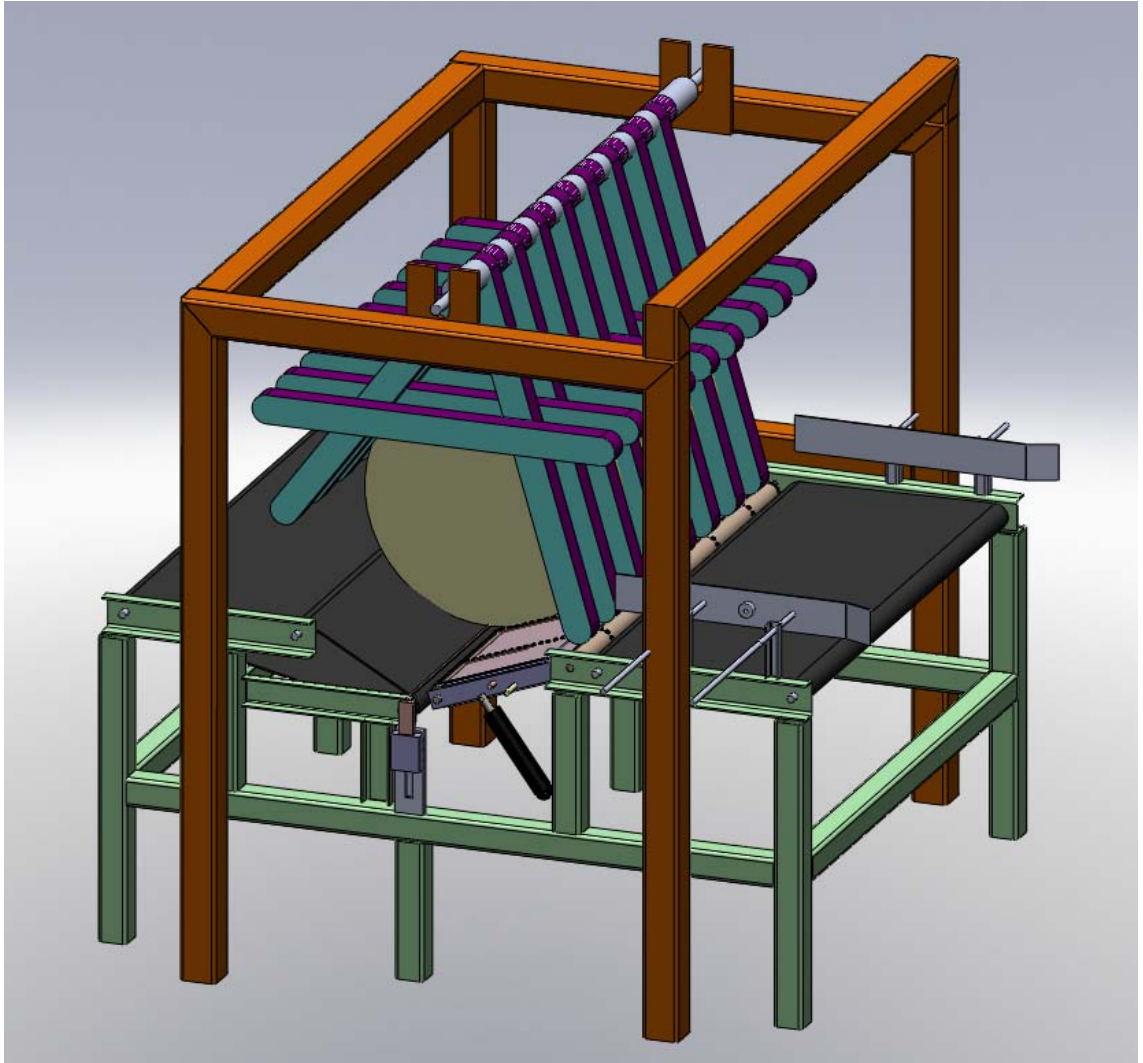


Kuva 7. Kehikkotuenta ja villalevy

Levytavaraa ajettaessa on mahdollista tehdä huoltotoimenpiteitä kehikkotuella, lisätuella sekä muovin leikkausyksikölle.

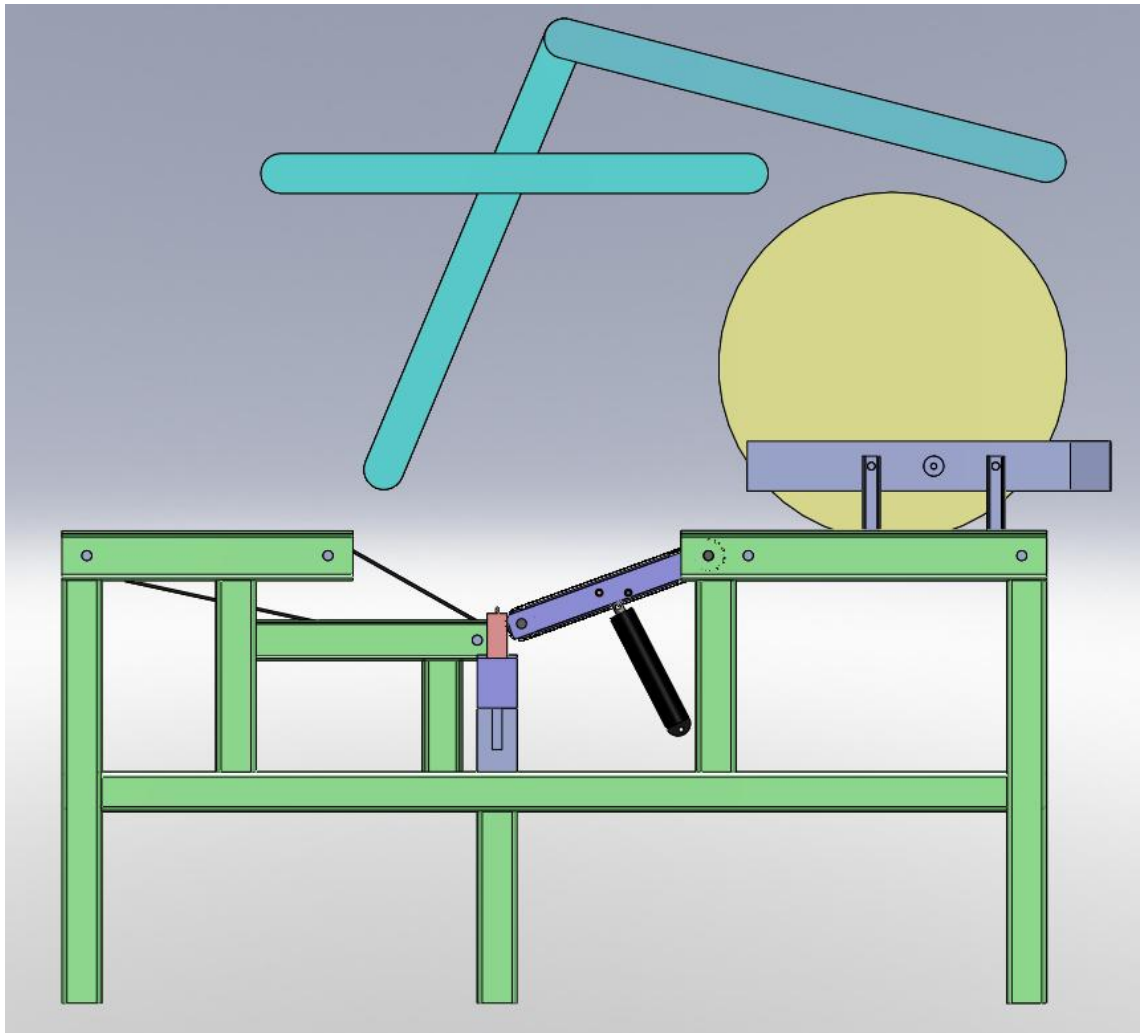
7.2 A-tuentamalli

A-tuentamallissa on käytetty hyödyksi kapeahihnapurkajan ja muovinpoiston luonnoksissa olevia ehdotelmia. Mallissa on hyödynnetty aikaisemmin esitettyä hihnakuljettimen runkoa ja lisäksi A-tuennalle on suunniteltu oma kantava rakenne. Erillinen runko antaa paremmat mahdollisuudet paikoittaa tuennat oikeaan paikkaan ja korkeuteen, jos asennuksen jälkeen tarvitsee tehdä muutoksia kokoonpanoon. A-tuenta rakentuu kapeista hihnoista, jotka on sijoitettu edestäpäin katsottuna A:n muotoisesti. Kuvassa 8 on esitettyä A-tuentamalli.



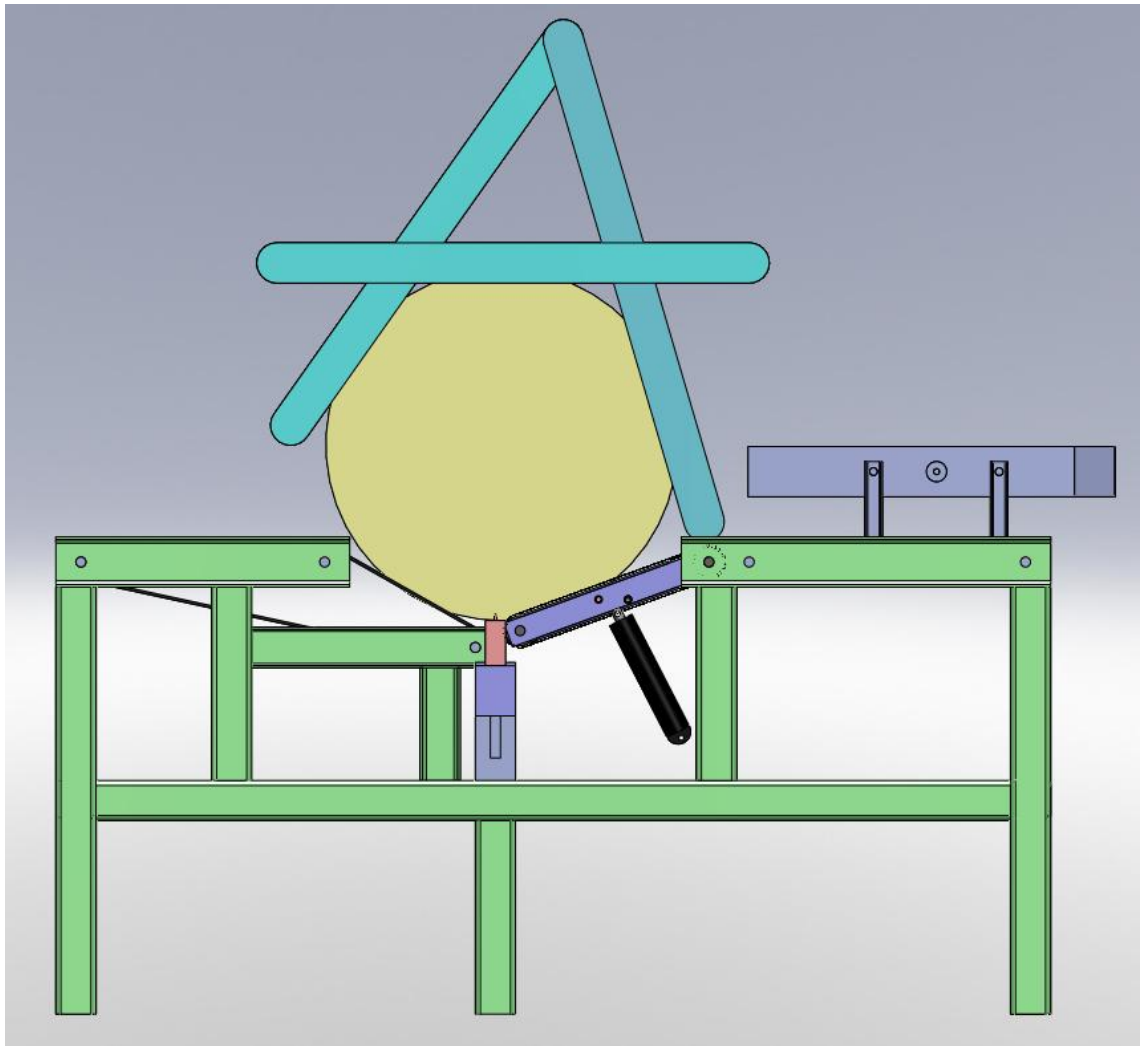
Kuva 8. A-tuentamalli

Kuvassa näkyvä hihnakuuljetin runkoineen ja toimilaitteineen on samanlainen kuin kehikkotuentamallissa. Pesän muodostava syöttöpuoleinen hihnakuuljetin ajetaan pneumaattisen sylinterin avulla ala-asentoon. Tällöin hihnakuuljettimet muodostavat pesän, jonne purettava villarulla ajetaan. Villarullien syötön jaksottamisesta vastaavat optiset anturit, joiden avulla kuljetinhihnoja pystytään hallitsemaan. Anturin annettua signaalin, että pesä on tyhjä, hihnakuuljetin syöttää seuraavan rullan pesään. Anturin antaman signaalin jälkeen purkutapahtuma käynnistyy. Pesämäisellä kohdalla saadaan paikoitettua tuleva rulla sopivasti tuennan alle, jotta tuenta pystyy hallitsemaan sen. Kuvassa 9 kuljetinhihna syöttää laitteen pesään villarullaa, jonka halkaisija on 700 millimetriä.



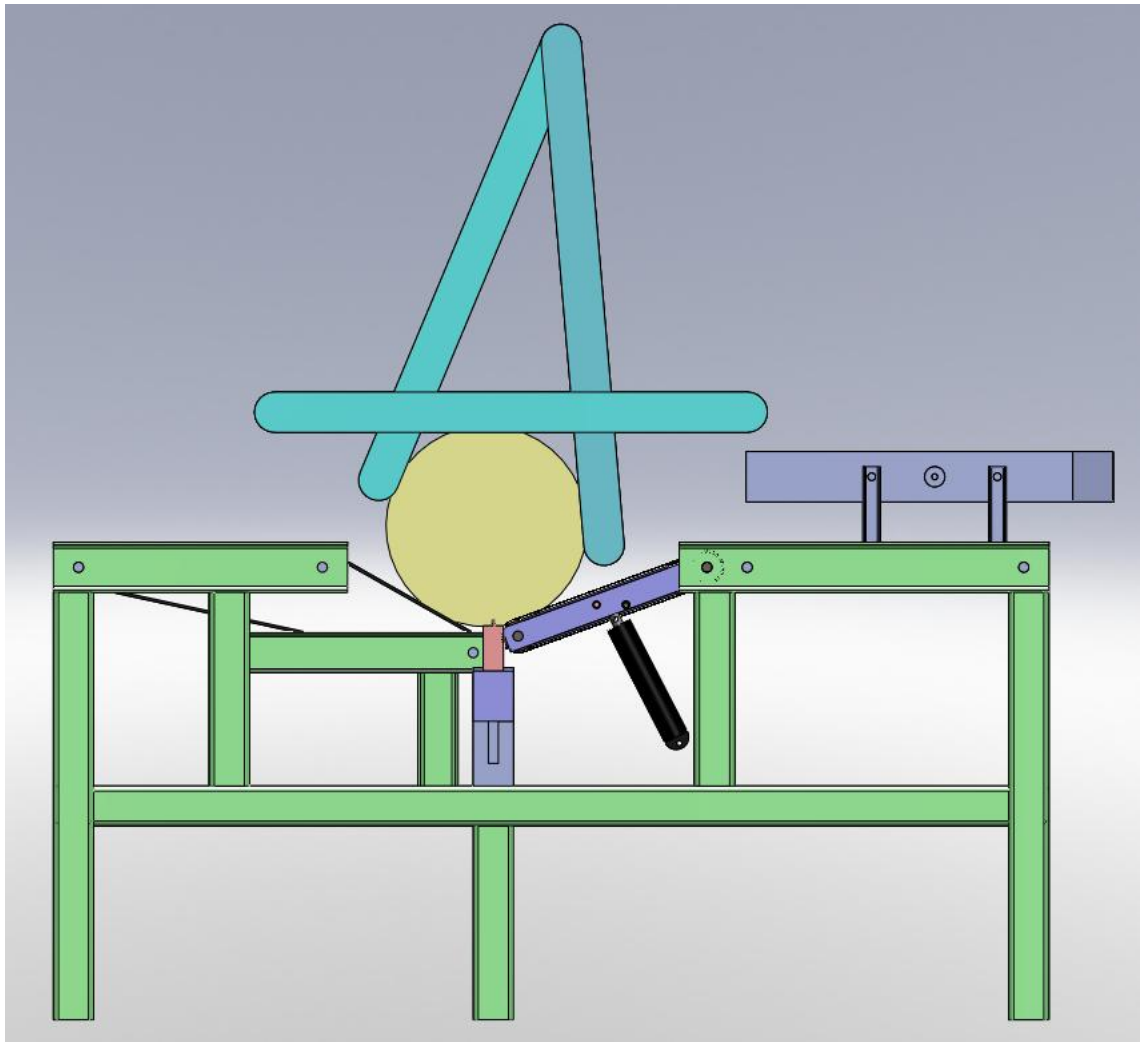
Kuva 9. A-tuennan pesään on saapumassa villarulla

Kuvasta on poistettu tuennan runko, jotta tuennan hihnojen liikkeet näkyvät selvemmin. Syöttöpuolen viistotuenta ja vaakatuenta nostetaan pneumaattisten sylintereiden avulla sopivalle korkeudelle, jotta villarullat mahtuvat menemään hihnakuljettimella. Poistopuolen viistotuenta ajetaan sähkökäyttöisellä sylinterillä omaan paikkaansa. Viistotuella määritetään oma tuentak kohta jokaiselle villarulla koolle. Tällöin tuen ajaminen on helpompaa, koska sitä tarvitsee siirtää vasta, kun villarullan koko muuttuu. Kuvassa 10 villarulla, jonka halkaisija on 700 millimetriä, on tuettu muovinpoistoa ja aukaisua varten.



Kuva 10. A-tuenta ja villarulla, jonka halkaisija 700 millimetriä

Kuten kuvasta näkyy, laskeutuu vaakatuki painamaan villarullaa pesän kuljetinhihnoja vastaan ja syöttöpuolen viistotuki laskeutuu tukemaan rullaa. Muovin leikkaus ja poisto aloitetaan heti, kun tuenta on tapahtunut. Vaakatuki ja syöttöpuolen viistotuki seuraavat purkautuvaa rullaa, jotta purkautuminen on hallittua. Kuvassa 12 on Ø400 villarulla purkuvalmiudessa. Kuvista 10 ja 11 pystytään havaitsemaan, kuinka tuennat seuraavat villarullaa.

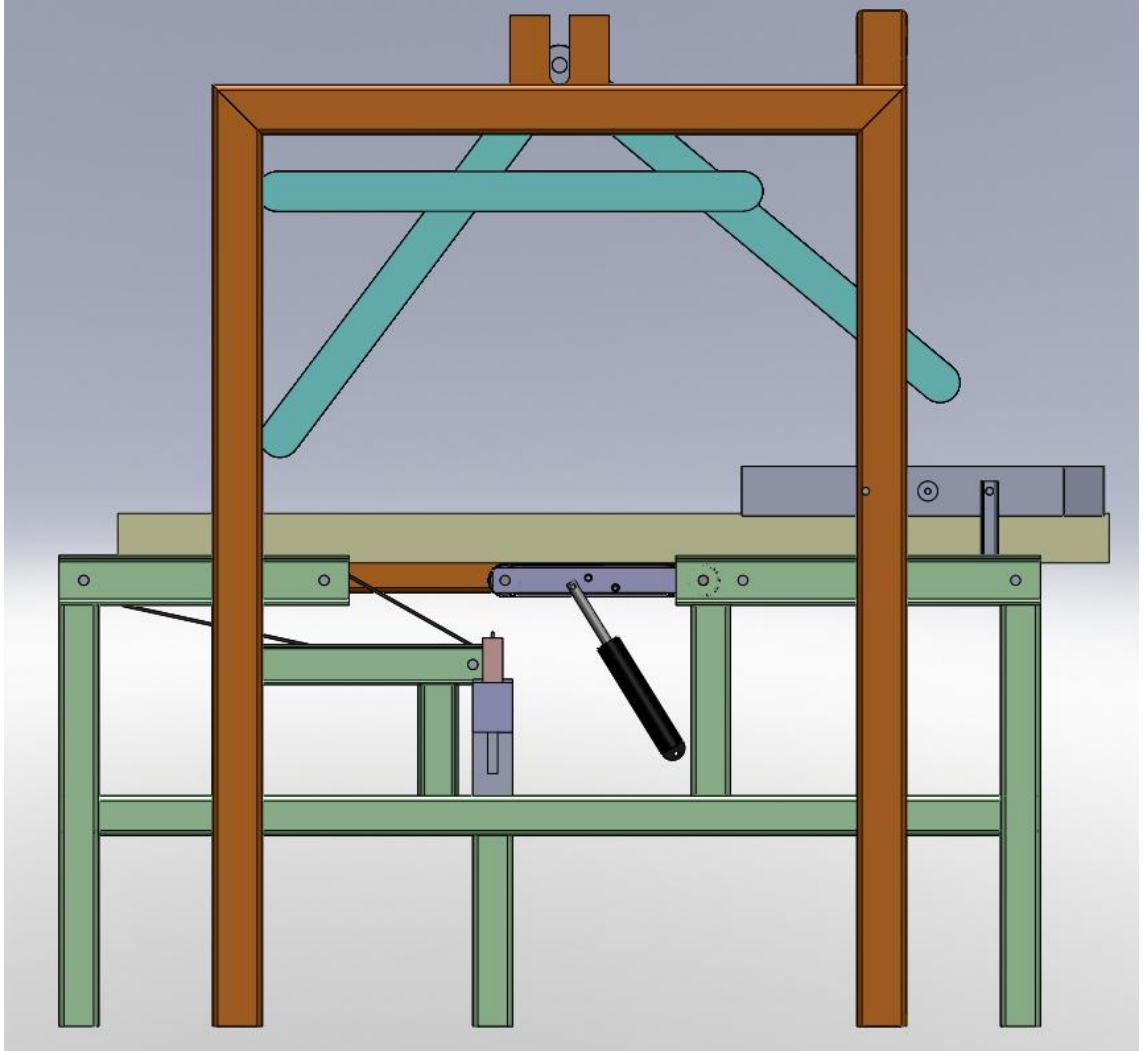


Kuva 11. A-tuenta ja villarulla, jonka halkaisija 400 millimetriä

Kapeat limittäin menevät hihnat mahdollistavat yhtenäisen tuennan villarullan ympärille. Villarullan pää ei täten pysty karkaamaan väärään paikkaan tuennan sisältä. Tuenta avustaa rullan pyörittämisessä pesän kuljetinhihnoja. Tällä tavalla pyörittäminen kohdistuu tasaisesti villarullan ympärille.

Viistotuennoilla on sama käyttöakseli, joten ne tarvitsevat vain yhden käyttömoottorin. Jokaiselle hihnalle täytyy tehdä oma kiristysmekanismi, jotta hihnat saadaan toimimaan kunnolla. Vaakatuen hihnat tarvitsevat oman käyttömoottorin ja hihnoille täytyy tehdä myös omat kiristimet. Vaakatuen pystysuuntainen liike määritetään johteiden avulla, koska tällöin pystytään käyttämään sylintereitä, joissa ei ole johteita itsessään. Tukien omapaino riittää villarullan tuentaan. Mahdollisesti tukien nostosylintereitä joudutaan käyttämään tukien keventämisessä, jotta villarullat eivät puristu liikaa.

Levytavaraa ajettaessa viistotuet ja vaakatuki nostetaan sopivalle korkeudelle, etteivät ne häiritse ajoa. Lisäksi pesän muodostava syöttöpuolen hihnakuljetin nostetaan vaakatasoon, ettei villalevy joudu muovinpoisto aukkoon. Kuvassa 12 on esitetty tukien sijoittuminen levytavaran ajon aikana.



Kuva 12. A-tuenta ja villalevy

Levytavaran ajon aikana tukia ja muovin leikkausyksikköä pystytään huoltamaan ja säätämään. Tarvittaessa koko A-tuennan runkoineen pystyy siirtämään pois purkupaikalta huollettavaksi tai muunneltavaksi.

8 Valinta jatkokehittelyyn

Kehittelyssä syntyneet mallit täytyy saada paremmuusjärjestykseen, jota pystytään määrittämään pisteytystaulukon avulla. Taulukkoon 1 on listattu suunnittelun alkuvaiheessa määritetyt vaatimukset ja niille on annettu pisteet. Sitä parempi malli on, mitä enemmän se saa pisteitä.

Taulukko 1. Vaihtoehtojen pisteytystaulukko

| | Vaatimukset: | Pisteet | A-Tuenta- malli | Kehikkotuen- tamalli |
|----|--|----------------|----------------------------|---------------------------------|
| 1 | Muovin katkaiseminen ei saa vahingoittaa villaa | 10 | 10 | 10 |
| 2 | Leikkurin täytyy pystyä leikkaamaan 900 mm leveä muovi | 10 | 10 | 10 |
| 3 | Muovin poistaminen ei saa aiheuttaa ongelmia rullan aukaisun yhteydessä | 20 | 19 | 13 |
| 4 | Muovin poistaminen ei saa vahingoittaa villaa | 10 | 10 | 10 |
| 5 | Villan täytyy purkautua varmasti seuraavalle hihnakuuljettimelle | 30 | 29 | 16 |
| 6 | Muovin poisto, rullan aukaisu ja seuraavan rullan sisään otto pitää suoriutua hitaimmillaan 13 | 30 | 30 | 30 |
| 7 | Kehtoon saa tulla vain yksi rulla kerrallaan muovin poistoon | 10 | 10 | 10 |
| 8 | Koneen täytyy pystyä pyörittämään rullaa, jonka maksimiarvot ovat: - halkaisija Ø700 mm - leveys 900 mm - massa 26 kg | 20 | 20 | 20 |
| 9 | Tukien täytyy pitää purkautuva rulla keskitettynä | 30 | 28 | 12 |
| 10 | Ei saa aiheuttaa ongelmia levymäisen tavaran ajossa | 10 | 10 | 10 |
| 11 | Koneen käytöt automatiikan avulla joko pneumaattisesti tai sähköisesti | 10 | 10 | 10 |
| 12 | Huolto toimenpiteiden suorittaminen | 20 | 18 | 12 |
| 13 | Yksinkertainen rakenne | 30 | 25 | 18 |
| 14 | Kustannukset | 30 | 22 | 17 |
| 15 | Tilavaraus 1200 mm leveälle villamatolle | 10 | 10 | 8 |
| | Yhteensä: | 280 | 261 | 206 |

Pisteytystaulukko antaa A-tuentamallille 55 pistettä enemmän kuin kehikkotuentamallille. Suurimmat erot A-tuentamallin eduksi tulevat kohdista 3, 5, 9, 12, 13 ja 14. Suurimmat erot vaihtoehtojen välillä ovat kohdissa 5 ja 9.

Kohdassa 5 kerrotaan mallien varmuudesta syöttää villanpää seuraavalle hihnakuuljettimelle. Ero mallien välillä aiheutuu pitkälti A-tuennan tekemästä yhtenäisestä tuennasta villarullan ympärille. Kehikkotuennassa erillisten rullien väliin jää rakoja, jotka tuottavat hankaluutta villanpään sujuvassa kulkemisessa. Kohdassa 9 kerrotaan tuennan keskittämiskyvystä, joka on A-tuennassa parempi. Ero johtuu myös A-tuennan yhtenäisemmästä tuennasta.

Kohdassa 3 on pohdittu paketointimuovin poistamisesta aiheutuvia ongelmia villan purkamisen käynnistyessä. Kehikkotuennassa on mahdollista, että tuennan erilliset tukirullat takerruttavat paketointimuovin itseensä, jolloin muovi saattaa estää villanpään kulkeutumisen seuraavalle kuljetinhihnalle. A-tuennassa ei ole erillisiä rullia vaan kuljetinhihnoja, joihin muovin on paljon vaikeampi takertua, joten vaara muovin estämiseen villanpään kulkuun on pienempi.

Kohdat 12, 13 ja 14 täydentävät toisiaan, koska huoltotoimenpiteiden tekeminen on sitä helpompaa, mitä yksinkertaisempi laite on. Laitteen kustannukset ovat yleensä pienemmät, jos laitteesta saadaan tehtyä yksinkertainen. Vaikkei kumpikaan laitteista aivan yksinkertainen ole, on kehikkotuennassa enemmän toimilaitteita ja erilaisia liikkeitä. Tämä nostaa kustannuksia huomattavasti, sekä rakennus vaiheessa kuin huoltotoimenpiteissä. Kohdassa 15 kehikkotuentamalli ei ole saanut täysiä pisteitä, vaikka siinäkin on jätetty 1200 millimetriä leveälle villarullalle tilaa. Pisteiden jakoon on vaikuttanut se, että A-tuentamallin muokattavuus on parempi kuin kehikkotuentamallin.

Muissa kohdissa erot ovat hyvin pieniä tai niitä ei ole ollenkaan. Esimerkiksi kohdassa 2 pisteet ovat tasan, koska leikkaus on ajateltu suoritettavaksi samalla tavalla kummassakin tapauksessa. Kohtien 6, 7 ja 8 kriteerien täytyä täytyä, että laitetta voidaan käyttää kyseisessä kohteessa.

Edellä olevien perusteluiden ja pisteytystaulukon mukaan jatkokehittelyyn on valittu A-tuentamalli. Samainen malli oli myös kohdeyrityksen henkilökunnan mielestä parempi vaihtoehto.

9 Paketointimuovin poisto

Muovia pystytään poistamaan rullien päältä hyvin erilaisilla menetelmillä. Ihminen pystyy esimerkiksi poistamaan muovia repimällä, leikkaamalla, viiltämällä ja polttamalla. Tällaisen toiminnon automatisointiin tarvitaan mahdollisimman luotettava tapa, jotta vältetään ylimääräiseltä työltä.

Yhtenä ongelmana on katkaistun muovin poistuminen oikeaan paikkaan häiritsemättä villan syöttöä eteenpäin. Raaka-ainevillarullan paukkauspuolelle on annettu määräys, että rullat täytyy pakata oikein kuljetuskehikoihin. Tämän määräyksen takia kaikki villarullat tulevat verkkomattolinjalle oikein päin ja niiden aukaisu onnistuu kääntelemättä niitä ympäri. Seuraavana on pohdittu erilaisten menetelmien soveltuvuutta raaka-ainemuovin poistoon villarullan ympäriltä.

9.1 Leikkaus

Laitteeseen asennettavan muovin leikkausyksikön pitäisi olla mahdollisimman varmatoiminen eikä sen pitäisi vahingoittaa villaa. Toiminnan suorittamiseksi on olemassa erilaisia leikkureita, viilto- ja kuormalankasovelluksia.

Leikkureiden ja erilaisten viiltosovellusten käyttäminen tässä tapauksessa ei ole kovin järkevää, koska paketointimuovi on kiristetty tiukasti villan ympärille. Kuvasta 13 pystytään havaitsemaan, kuinka tiiviisti villa on paketoitu rullaksi.



Kuva 13. Paketoitu raaka-ainevillarulla

Muovin ollessa tiukasti kiinni villassa voivat leikkurit ja viiltäjät helposti vahingoittaa villaa. Kuumalangalla tehtävä katkaisu on siis villan kannalta paras vaihtoehto, koska villan ominaisuuksiin kuuluu kuumuuden kestäminen. Kustannukset ovat riippuvaisia käytettyjen komponenttien laadusta.

Yrityksen henkilökunnan kanssa käytyjen keskustelujen jälkeen sovittiin, että laitteessa käytetään kuumalankasovellusta. Tähän tulokseen päädyttiin myös, koska kuumalankaa on käytetty muovin halkaisemiseen Ruotsissa olevalla samanlaisella linjalla sekä erilaisissa paketoitisovelluksissa Lappeenrannassa. Kuumalangan liike suoritetaan pneumaattisten sylintereiden avulla.

9.2 Muovin poistaminen

Muovin poistamisen ongelmana ovat muovin takertuminen kuljetushihnoihin ja niiden rakenteisiin, muovin hallittu purkautuminen oikeaan paikkaan ja muovin poistaminen niin, ettei se estä villan purkamista. Leikattava muovi täytyy olla

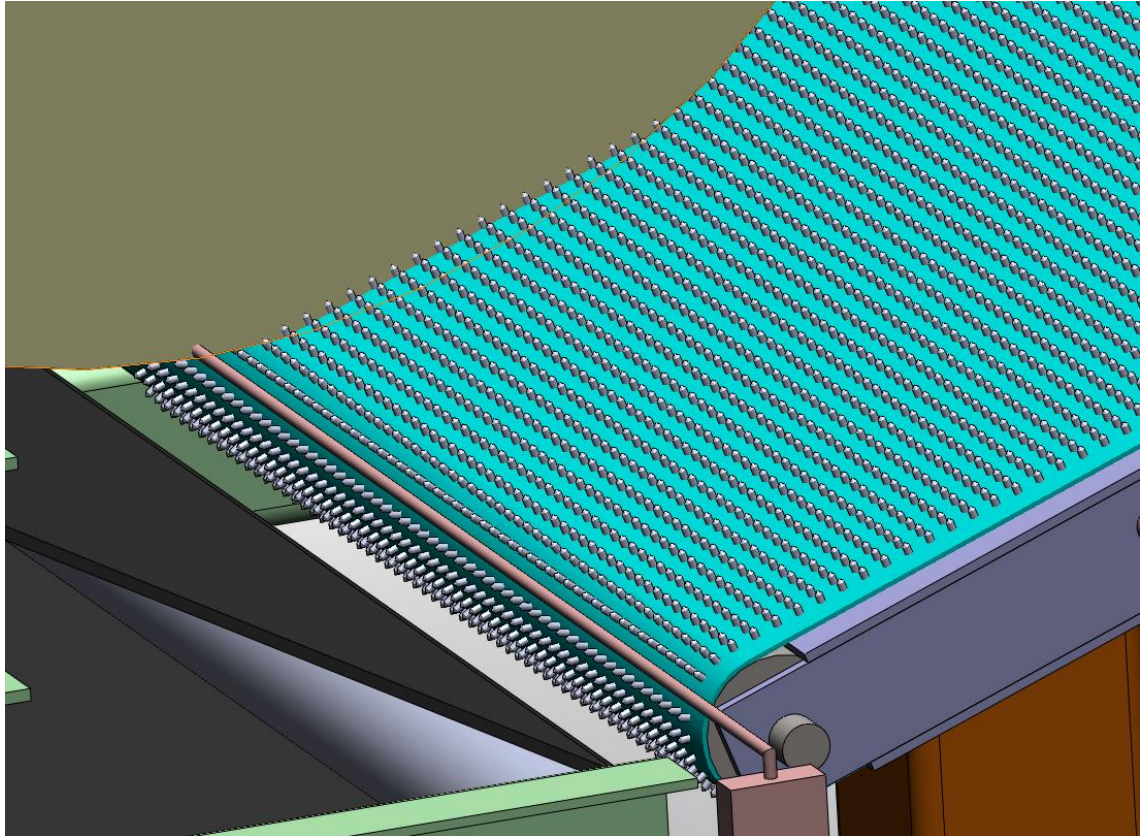
hallinnassa, kun leikkaus suoritetaan. Tämä on tärkeää, jotta muovi saadaan hallitusti poistettua oikeaan paikkaan. Tuenta painaa rullaa hihnoja vasten, kun se tulee pesään. Hihnakuuljettiin pitää saada systeemi, joka ottaa kiinni muovista ja pudottaa sen hihnan alapuolelle.

Alkuperäinen suunnitelma oli harkita alipainetarttuvia tai mekaanisia tarttuvia. Näitä laitteita ei pystytty sijoittamaan tarpeeksi pieneen tilaan, koska tuennan pitää olla mahdollisimman suljettu. Tällaiset laitteet tarvitsisivat melko suuren tilan työskentelyyn, joten olisi suuri vaara, että ohuemmat villamateriaalit yrittäisivät purkautua käyttöaukoista väärään paikkaan. Systeemi olisi toteutettavissa, jos villarullan purkautumiskohta olisi tarkasti tiedossa. Tällöin villan pää voitaisiin ajaa leikkauskohdan yli ja villa purkautuisi oikeaan paikkaan. Asiaa pohdittiin yrityksen henkilöstön kanssa, mutta esimerkiksi jonkinlainen merkkkaus villarullan pään kohdasta olisi liian suuri investointi kyseistä toimea kohti.

Systeemin yksinkertaisena pitäminen antoi idean, että jos itse kuljetinhihna, joka pyörittää rullaa, voisi ottaa kiinni muovista ja pyöräyttää sen pois villan ympäriltä. Kiinnittymisvaihtoehtoja tällaiseen toteutukseen on tarttumispiikeillä, staattisella sähköllä tai alipaineella toimivat ratkaisut.

9.2.1 Piikkihihna

Tarttumispiikeillä toteutettu hihna varmasti veisi muovin mukanaan pois rullan ympäriltä, mutta muovin irrottaminen piikkisestä hihnasta saattaa olla hankalaa. Piikkiseen hihnaan voi mahdollisesti jäädä kiinni muovia, joka tarpeeksi kasaantuessaan saattaa aiheuttaa ongelmia muovin tartumisessa. Tämän ikävän tapahtumisen estämiseksi hihna täytyisi tietyin väliajoin puhdistaa tai asentaa puhdistuslaite koneeseen. Kuvassa 14 on periaatekuva piikkihinnasta.



Kuva 14. Piikkihahna

Kyseisenlainen piikkihahna olisi erikoishahna, joka jouduttaisiin tilaamaan erikseen. Tarttumispiikkeihin pahimmassa tapauksessa tarttuvat ohuemmat villalaadut ja ne ajautuvat samaan paikkaan kuin erotettava muovi. Lisäksi piikeillään varustettu hahna täytyisi suojata hyvin, jotta hahnan liikkuessa kukaan ei pääse työntämään raajojaan teräviin piikkeihin.

9.2.2 Sähköstaattinen hahna

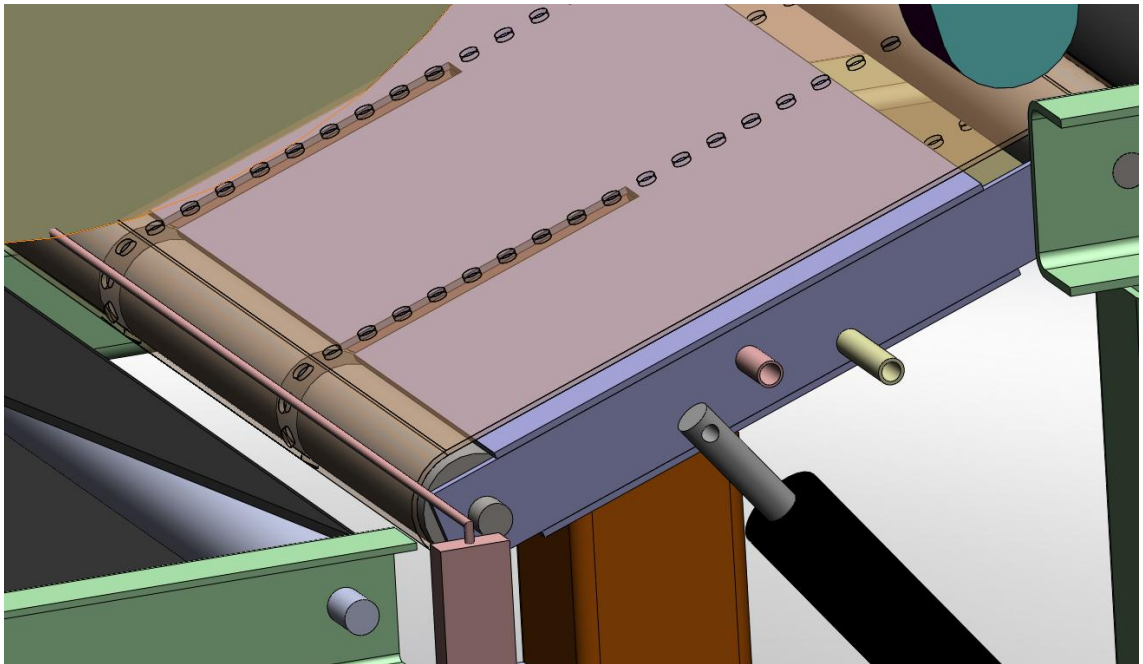
Staattisella sähköllä toimiva tarttuminen olisi vaihtoehto muovin poistamiseen, koska muovi sähköistyy helposti. Useissa kohteissa yritetään välttää staattista sähköä, ettei se aiheuta ylimääräistä tarttumista, virtapiikkejä laitteisiin tai aiheuta räjähdystä esimerkiksi puupölyä sisältävissä paikoissa. Räjähdysongelmaa ei tässä tapauksessa ole, koska villasta aiheutuva pöly ei syty helposti. Yhtenä huonona puolena staattisen sähkön hyödyntämisessä on varauksen purkautuminen väärään paikkaan, jolloin tarttumista ei tapahdu. Lisäksi tämänkin hahnan kanssa tarvitaan hahnanpuhdistaja, jolla taataan hahnan

ja muovin kosketuksen riittävyys. Tapa ei välttämättä tule toimimaan tarvittavalla varmuudella tässä tapauksessa.

9.2.3 Imuhihna

Muovin kiinnittyminen hihnaan pystytään suorittamaan alipaineen avulla. Ilma imeytyy hihnassa olevien reikien kautta, jolloin muovi imeytyy hihnaan kiinni. Imuhihnakuljetinta voidaan käyttää, kun halutaan siirtää tasomaista tai hihnaan mukautuvaa kappaletta. Joissain tapauksissa imuhihnalla pystytään kuljettamaan kappale kuljetinhihnan päältä sen alle.

Imuhihnakuljettimen etu muihin menetelmiin on tarttumisalueen yksinkertainen määrittäminen. Lisäksi villanpöly ei aiheuta tarttuvuusongelmia eikä hihnaan tarvita puhdistajaa. Ainoana puhdistettavana kohteena ovat imukanavat ja alipaineyksikön tarvitsema pölynsuodatin. Kuvassa 15 on luonnostelma tulevasta imuhihnakuljettimesta.



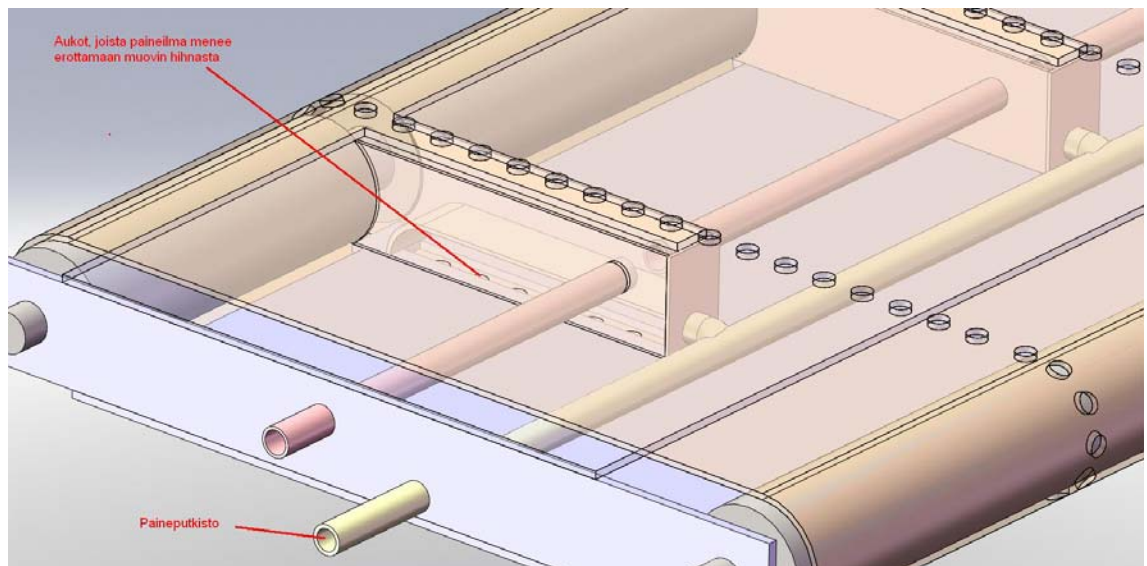
Kuva 15. Imuhihnakuljetinmalli

Yrityksellä on kokemusta imuhihnakuljettimista perustuotannon puolella, jossa hihnalla syötetään kyseistä muovia raaka-ainevillarullan ympärille

rullauskoneella. Siinä tapauksessa imuhihnakuljetin on toiminut ongelmitta. Tämä vahvisti kyseisen tavan käyttämisen tässä laitteessa.

9.2.4 Paketointimuovin poiston varmistus

Todennäköisesti pelkkä imun katkaiseminen ei tule erottamaan muovia pois kuljettimen hihnasta, joten tämä toiminto pitää varmistaa erottajalla. Tähän yksinkertainen ratkaisu on paineilmalla toimiva erottaja, koska tehtaassa on paineilmaverkosto. Erottaja puhaltaa ilmaa hinnan ja muovin väliin, jolloin muovi irtoaa hihnasta ja putoaa jatkokäsittelyyn. Kuvassa 16 on luonnostelma tulevasta muovin erotusjärjestelmästä.



Kuva 16. Imuhihnakuljettimen paineputkisto

Paineilma sijoitetaan imuhihnakuljettimen sisään, jolloin ei tarvita erillistä ilmaveistä irrottamaan muovia hihnasta. Lisäksi valmiit ilmaveitsisovellukset ovat huomattavasti kalliimpia ratkaisuja kuin imuhihnakuljettimeen lisättävä paineputkisto.

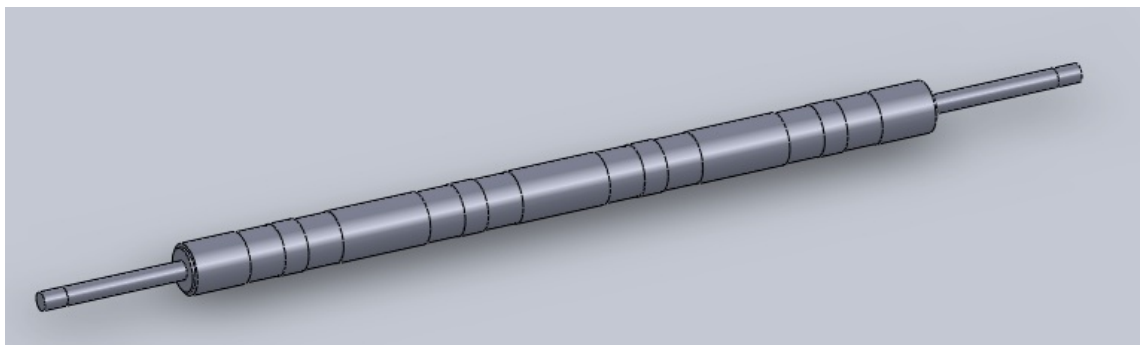
10 A-tuennan käyttöakselin tarkistus

Olen käyttänyt A-tuennan käyttöakselin soveltumisen testaamiseen Solidworksin simulointiohjelmaa. Sen avulla pystytään asettamaan tarvittavia parametreja analysoitavaan kappaleeseen, jotta saadaan tietoa, kestääkö kappale tulevia rasituksia. Analyysin suorittamiseksi täytyy määrittää materiaalin vaikuttavat arvot. Taulukossa 2 on esitetty tavallisen hiiliteräksen ominaisuudet.

Taulukko 2. Materiaaliarvot

| Property | Value | Units |
|-------------------------------|-----------|-------------------|
| Elastic Modulus | 2.1e+011 | N/m ² |
| Poissons Ratio | 0.28 | N/A |
| Shear Modulus | 7.9e+010 | N/m ² |
| Density | 7800 | kg/m ³ |
| Tensile Strength | 399826000 | N/m ² |
| Compressive Strength in X | | N/m ² |
| Yield Strength | 220594000 | N/m ² |
| Thermal Expansion Coefficient | 1.3e-005 | /K |
| Thermal Conductivity | 43 | W/(m·K) |
| Specific Heat | 440 | J/(kg·K) |
| Material Damping Ratio | | N/A |

Analyysien suorittamisessa ei tarvitse ottaa huomioon kaikkia kappaleen yksityiskohtia, jos tulokset eivät ole riskirajoilla. Täten kuvassa 17 on yksinkertainen malli A-tuennan käyttöakselista.



Kuva 17. Yksinkertainen akseli

Akselista on poistettu laippojen kiinnityspultit, ja se on tehty yhdeksi kappaleeksi. Akselin päissä näkyvät 40 millimetriä leveät alueet ovat tukilaakerien kiinnittymiskohdat. Akselin putkirungon halkaisija on 82,5 millimetriä, seinämän paksuus on 6,3 millimetriä ja pituus on 1260 millimetriä.

Hihnojen kiinnittymiskohtien uran halkaisija on 80 millimetriä. Akselin päätytapin halkaisija on 30 millimetriä ja pituus 250 millimetriä.

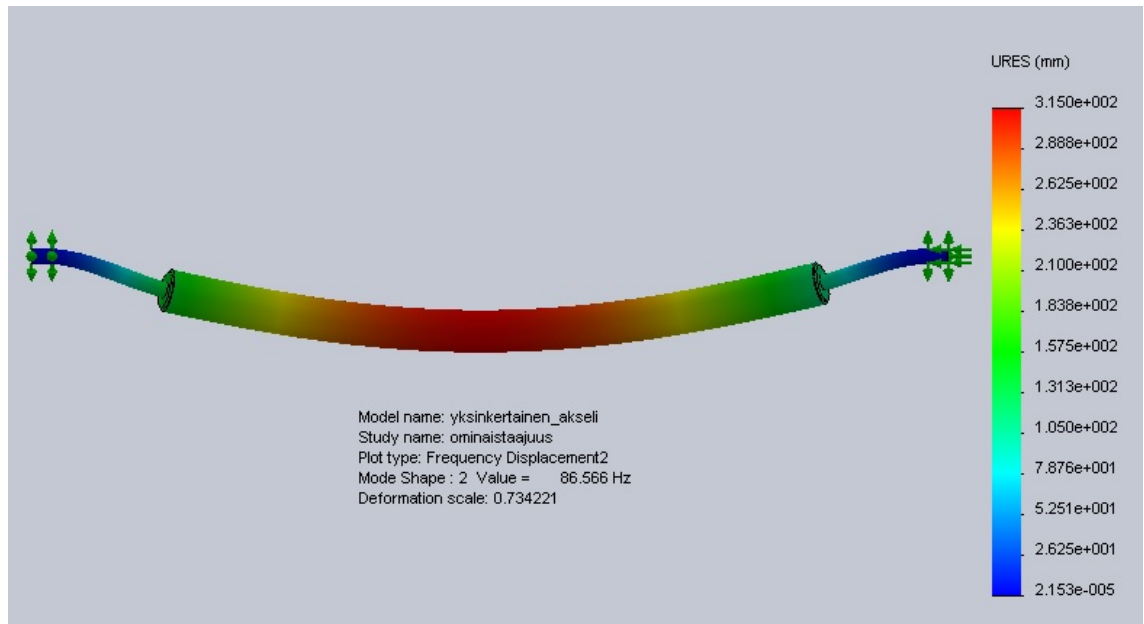
Solidworks:n simulointiohjelmaan syötin elementtikooksi 7 millimetriä ja elementtiverkon tiheydeksi 102895 kappaletta. Kokeilin näiden arvojen lisäksi kahta eri elementtikokoa ja tiheyttä. Ne eivät antaneet mitään kriittisiä poikkeamia tuloksiin.

10.1 Ominaisaajuus

Kappaleilla on useita ominaisaajuuksia, ja kun kappaleeseen kohdistetaan heräte, se pyrkii värähtelemään kaikilla ominaisaajuuksilla. Kappaleen jäykkyys vaikuttaa eniten sen ominaisaajuuksiin. Ominaisajuuden selvittämisen avulla pystytään välttämään akselille huonosti soveltuvia pyörimisnopeuksia. Jos pyörimisnopeuden taajuus on lähellä ominaisaajuutta, saattaa akseli herätä resonanssiin.

Resonanssissa syntyvä heräte kasvattaa värähtelyn energiaa kappaleen ominaisella taajuudella, joka kasvattaa värähtelyamplitudia. Värähtelyn voimistuttua kappale itse tai kappaleeseen liitetyt osat saattavat vaurioitua. Esimerkiksi akseliin liitettyjen laakerien elinikä lyhenee huomattavasti, jos akseli alkaa värähdellä. (Toivanen 2009–2010.)

Akseli on kiinnitetty laakerimaisella tuennalla. Toisen puolen tuki ottaa vastaan myös aksiaalissuuntaisenvoiman. Kuvassa 18 on esitetty ensimmäinen ominaisaajuus ja sen muoto.

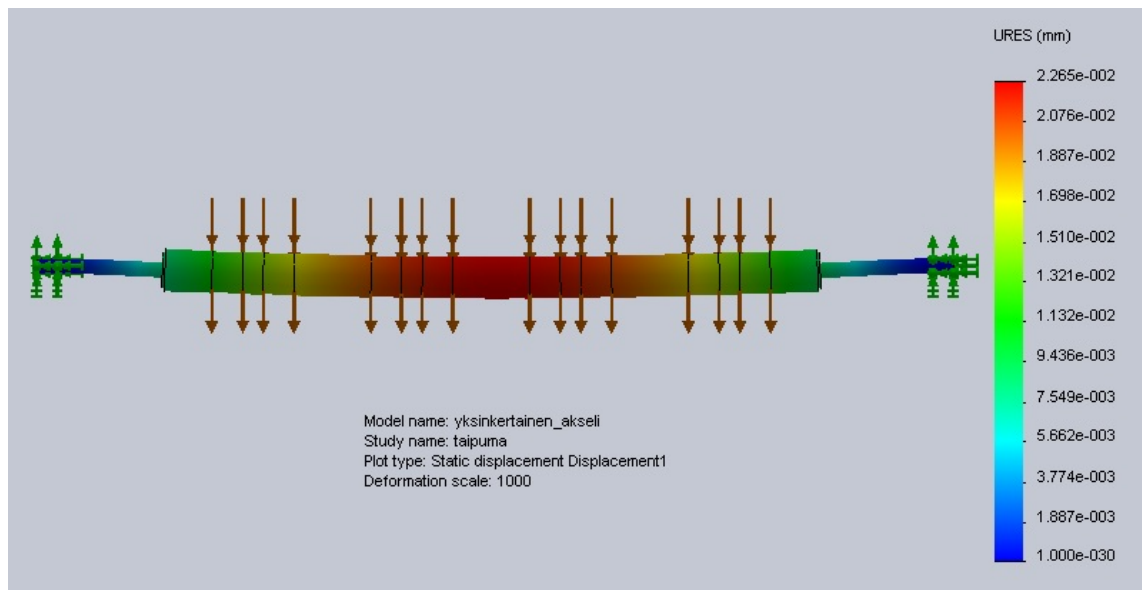


Kuva 18. 1. ominaistaajuus

Ensimmäisen ominaistaajuuden muoto on sinimuotoista ja sen taajuus on 86,6 Hz. Seuraavia ominaistaajuuksia ei ole tarvetta esittää, koska ensimmäinen ominaistaajuus antaa akselin pyöriä jo 5000 kierrosta minuutissa.

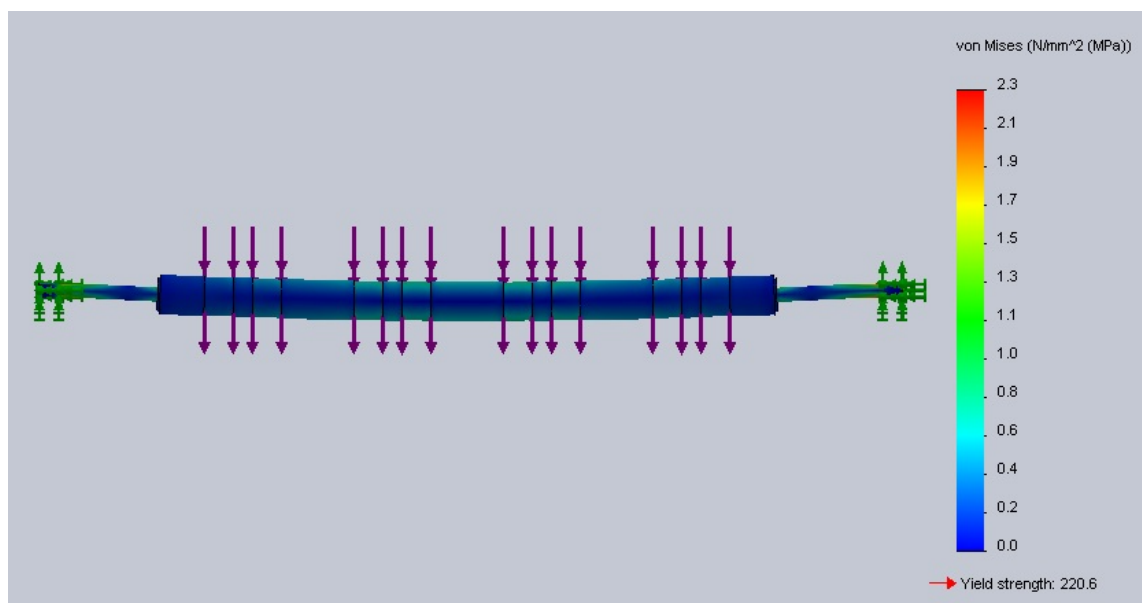
10.2 Taipumat ja jännitykset

Taipumien ja jännitysten analysoinnissa akseli on tuettu kiinteästi. Hihnojen esikivistys aiheuttaa akseliin vaikuttavat suurimmat voimat. Kriittisin tapaus tässä tilanteessa tulee, kun viistotuennat osoittavat alaspäin. Esikivistysvoima jokaiselle hihnalle on 10 Newtonia. Kuvassa 19 on esitetty akseliin kohdistuvat suurimmat taipumat.



Kuva 19. Suurin taipuma

Suurin hihnavoimien aiheuttama taipuma on vain 2 sadasosamillimetriä ja se kohdistuu putkirungon keskivaiheille. Kuvassa 20 on esitetty akseliin kohdistuvat suurimmat jännitykset.



Kuva 20. Suurimmat jännitykset

Suurin hihnavoimien aiheuttama jännitys on vain 2,3 N/mm² ja se kohdistuu keskimmäisten hihnojen urien kohdille.

10.3 Tulosten analysointi

Viistotuennan käyttöakselille tehdyistä ominaistajuus, taipuma ja jännitys analyyseistä voidaan todeta, että akseli tulee kestävänsä siihen kohdistuvat rasitukset. Taulukossa 3 on esitetty analyyseista saadut tulokset.

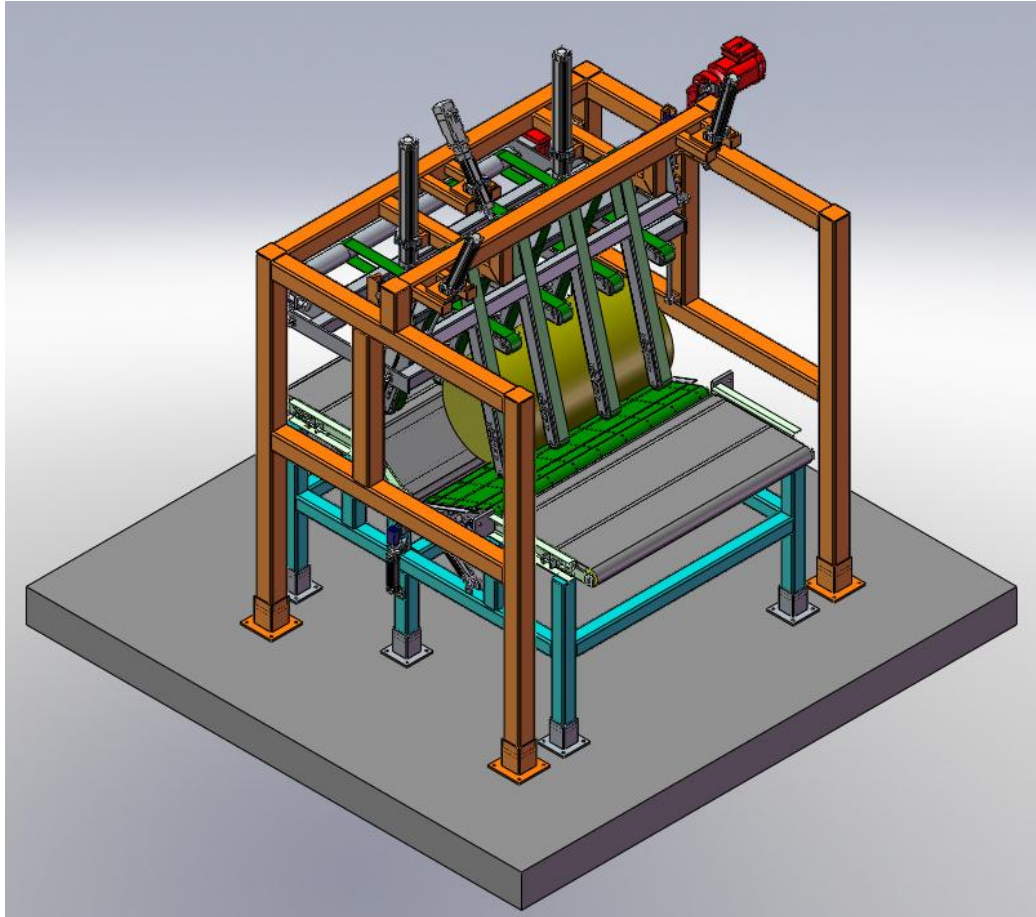
Taulukko 3. Tulokset

| | |
|------------------|---------------------------------|
| 1. ominaistajuus | 86,6 Hz |
| Maksimi taipuma | $2,27 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$ |
| Maksimi jännitys | $2,30 \text{ N/mm}^2$ |

Akselin pyörimisnopeus on noin 425 kierrosta minuutissa, joka vastaa 7,08 Hz taajuutta. Tässä tapauksessa ei ole resonointivaaraa, koska ominaistajuudet ovat huomattavasti eri kategoriassa pyörimisnopeuden taajuuden kanssa. Akseliin kohdistuvat hihnojen esikiristyksestä aiheutuvat voimat ovat hyvin pieniä, joten ne eivät tuota ongelmia akselinrakenteeseen.

11 Paketointimuovipoistaja

Seuraavaksi on esitelty verkkomattoraaka-ainevillarullan poistaja. Kuten aikaisemmin on mainittu, koostuu muovipoistaja hihnakuuljetinyksiköstä sekä A-tuentayksiköstä. Kuvassa 21 on esitetty muovipoistaja kokoonpantuna.

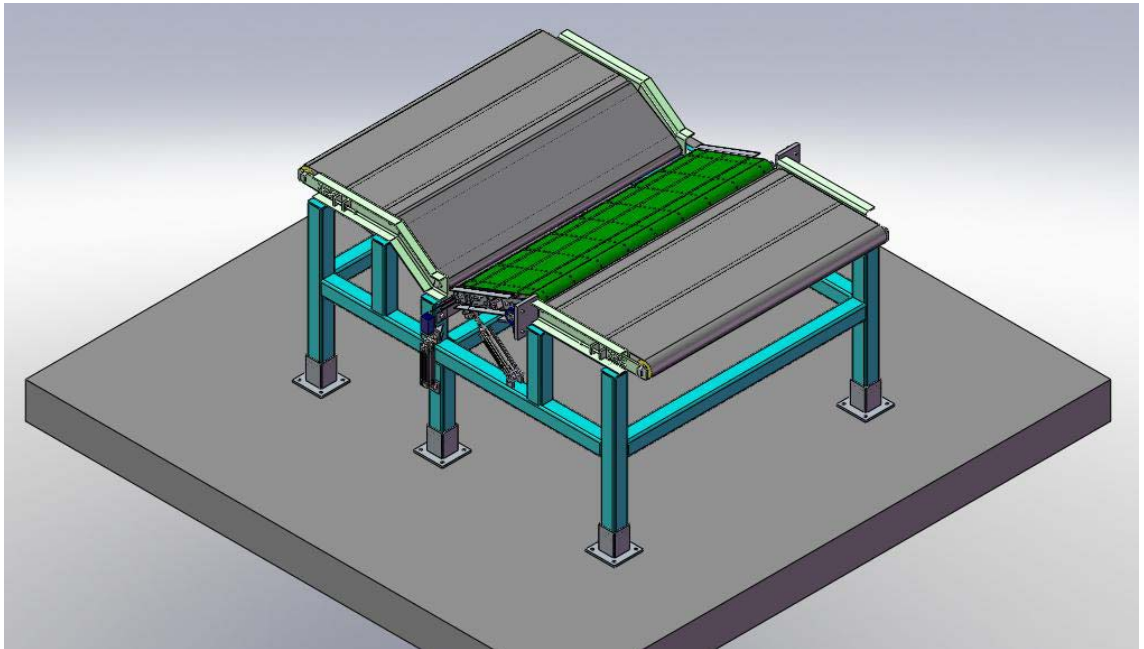


Kuva 21. Muovipoistaja

A-tuentayksikkö sijoittuu hihnakuuljetinyksikön ympärille niin, että viistotuennan käyttöakseli on 100 millimetriä pesän keskikohdasta oikealle. Laitteen lopullinen asema tuotantolaitoksessa saadaan selville tekemällä koeajoja. Villarullien syöttöä pesään ohjataan optisilla-antureilla.

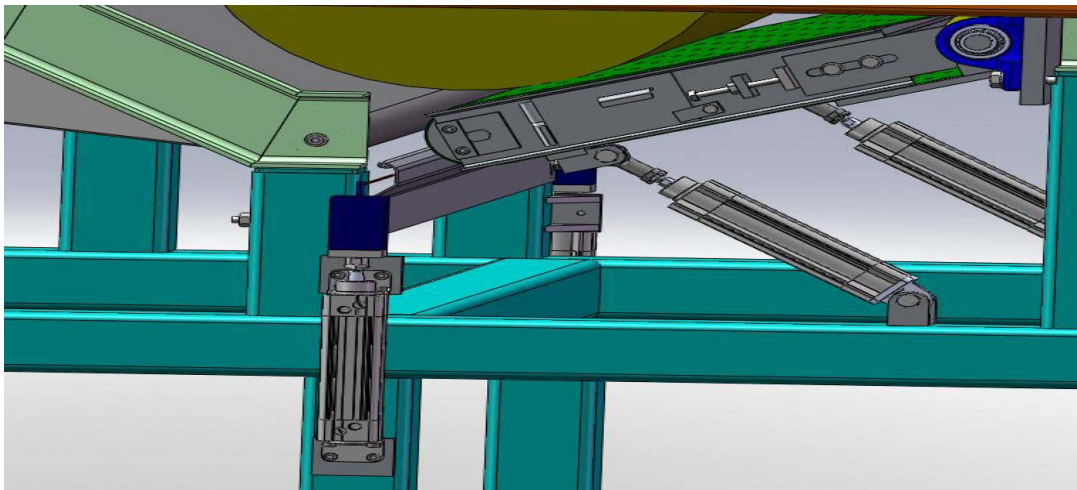
11.1 Hihnakuuljetinyksikkö

Hihnakuuljetinyksikköön kuuluvat runkorakenteet, villarullan syöttökuuljetin, villan purkukuuljetin, kuumalankaleikkausyksikkö sekä imuhihnakuuljetinyksikkö. Hihnakuuljetinyksikön kokonaispituus on 1950 millimetriä ja leveys 1600 millimetriä. Kuuljetinhihnan leveydeksi muodostui 1300 millimetriä, koska laitteella on mahdollista purkaa myös 1200 millimetriä leveitä raaka-ainevillarullia. Rungossa on korkeudensäätöjalat, jotta yksikkö saadaan oikeaan korkoon. Kuvassa 22 on esitetty hihnakuuljetinyksikkö.



Kuva 22. Hihnakuuljetinyksikkö

Kuljetinhihnojen liikkeen suorittavat Interrollin rumpumootorit. Parocin tuotantotiloissa on käytetty kyseisen valmistajan rumpumootoreita ennenkin, joten oli helppo etsiä sopivat rumpumootorit tähän tarkoitukseen samalta valmistajalta. Seuraavassa kuvassa 23 on esitetty kuumalankaleikkausyksikkö sekä imuhihnakuuljetin.

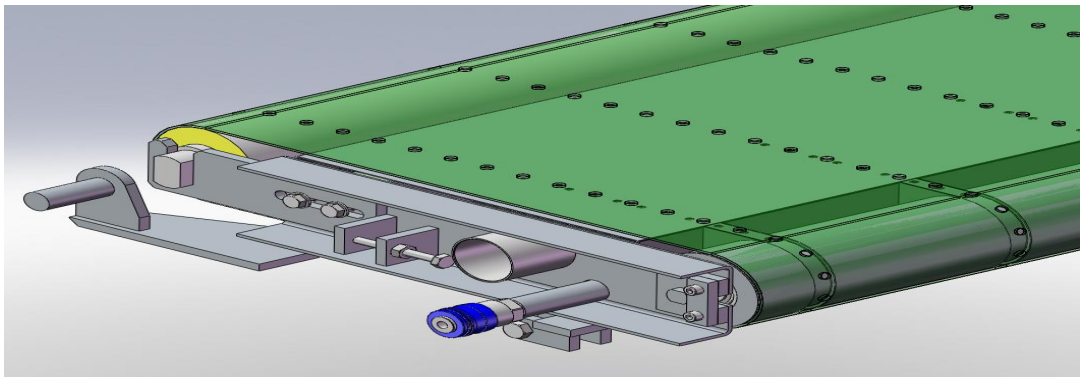


Kuva 23. Kuumalankaleikkausyksikkö

Kuumalankaleikkausyksikkö on kiinnitetty Feston pneumaattisiin sylintereihin. Sylinterien avulla suoritetaan kuumalangan nostaminen leikkaamaan villarullan

ympäriltä paketointimuovi poikki. Sylinterit kiinnitetään hihnakuuljetinyksikön runkoon tehtyihin kiinnityslevyihin. Kuumalangalle on taivutettu pellistä suoja, joka suojaa kuumalankaa purkautuvalta muovilta.

Imuhihnakuuljetimen liikkeet vaakatasosta viistoon pesäksi suoritetaan Feston pneumaattisilla sylintereillä. Imuhihnakuuljetin on kiinnitetty samalta akselilta rumpumoottorin kanssa, jotta sen hihna ja syöttökuuljetimen hihna sattuvat samaan tasoon. Kuvassa 24 on esitetty imuhihnakuuljetimen rakennetta.



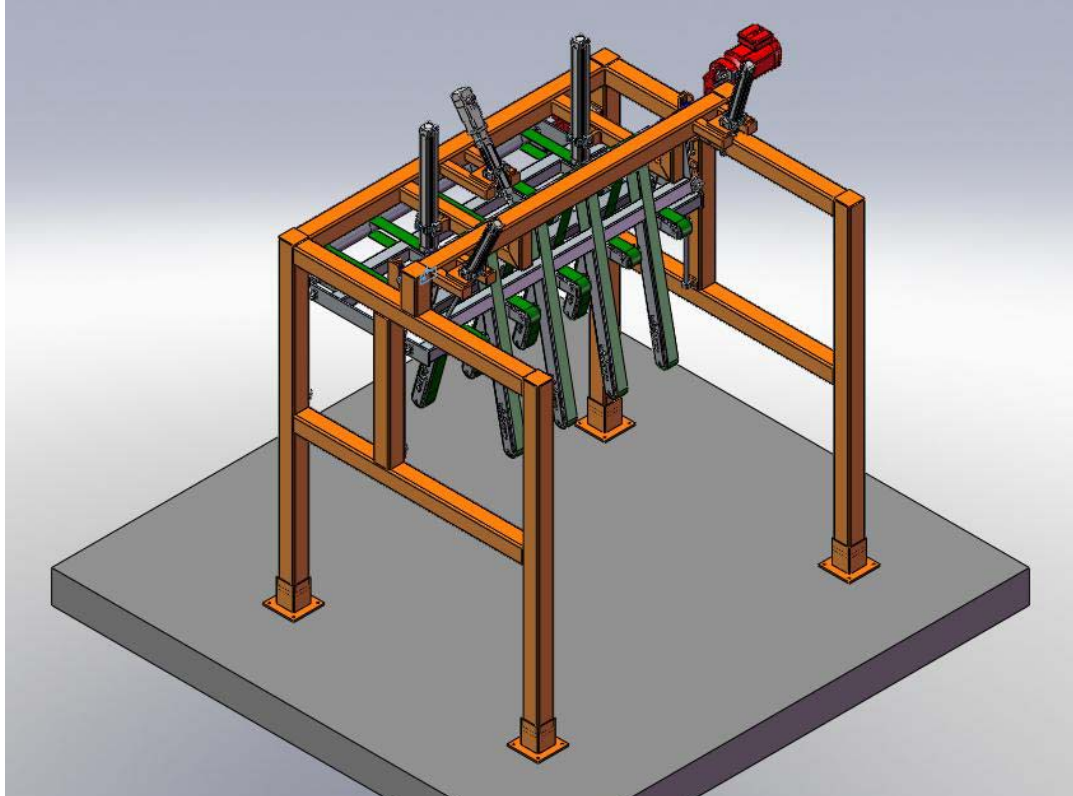
Kuva 24. Imuhihnakuuljetin

Imuhihnakuuljetimen käyttömoottorina toimii Interrollin rumpumoottori. Toiseen hihnarullaan on tehty urat, jotta imu jatkuu kuuljetimen alapuolelle. Tällä tavalla varmistetaan siitä, että paketointimuovi kulkeutuu imuhihnakuuljetimen alle. Sen rungossa on rakennettu imukanavat, joilla imu saadaan levitettyä koko hihnan leveydelle. Imukanaviin voi jäädä villasta irtoavaa pölyä ja muuta pientä likaa, jotka täytyy pystyä poistamaan. Tätä varten imuhihnakuuljettimeen on tehty puhdistus luukku, josta voidaan ottaa ylimääräiset liat pois imukanavista. Muovin irrottamiseen imuhihnasta on ajateltu suorittaa paineilman avulla. Runkoon on asennettu paineputkisto, joka päästää paineilmaa tarvittaessa hihnan alapuolelle. Paineilman avulla varmistetaan muovin irtoaminen imuhihnasta.

11.2 A-tuentayksikkö

A-tuentayksikköön kuuluvat runkorakenteet, viistotuenta ja vaakatuenta. Rungossa on korkeuden säädettävät jalat, joilla tuenta saadaan oikealle korkeudelle. Rakenteen leveys on 2010 millimetriä, pituus on 1790 millimetriä ja

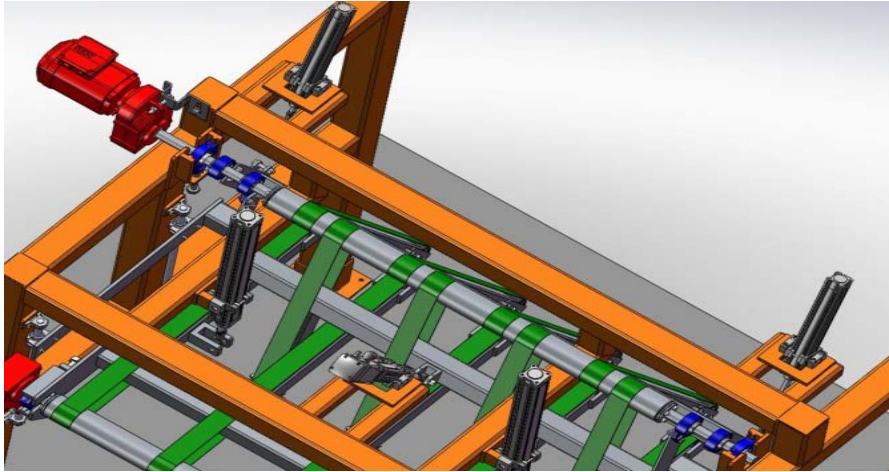
korkeus 2150 millimetriä. Syöttöpuolen viistotuen nostosylinterit yltyvät 2500 millimetrin korkeuteen. Tämän korkuinen laitteisto mahtuu hyvin tuotantotiloihin. Kuvassa 25 on esitetty A-tuentayksikkö kokoonpantuna.



Kuva 25. A-tuentayksikkö

Kuten kuvasta 27 ja 28 saa selville viistotuen käyttöakseli kiinnitetään korkeussäädettävillä laakereilla runkoon kiinni. Niiden hyvänä puolena on se, että hyvin yksinkertaisella tavalla saadaan lisää korkeussäätöä tuentaan. Viistotuennan käyttöakselin voimanlähteenä toimii SEW Eurodriven vaihdemoottori. Vaihdemoottoria ajetaan taajuusmuuttajan avulla, jotta hihnat saadaan kulkemaan oikeaa nopeutta purkutapahtuman yhteydessä.

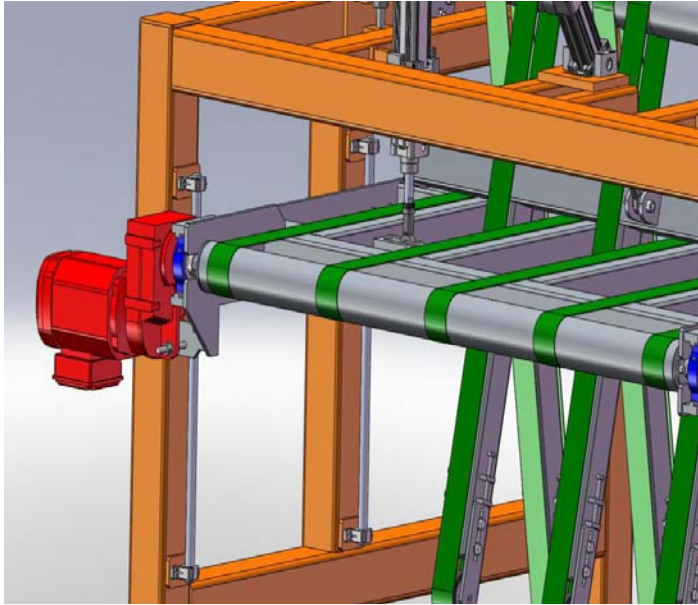
Viistotuennat kiinnittyvät käyttöakseliin, jotta niiden liikeradat ovat symmetrisiä toisiinsa nähden. Tällä tavalla saadaan villarulla keskitettyä paremmin muovinpoistoa varten. Kuvassa 26 on esitetty viistotuenta yläviistosta.



Kuva 26. Viistotuenta

Viistotuennat koostuvat kapeista hihnoista, hihnarullista ja runkorakenteesta. Jokaiselle hihnalle on oma kiristysyksikkö, jotta hihnat saadaan valmistajan määräämiin kireyksiin. Syöttöpuolen viistotukien liike saadaan aikaan Feston pneumaattisilla sylintereillä. Pneumaattisten sylintereiden käyttö syöttöpuolella on kannattavaa, koska niiden avulla liikkeiden suoritus onnistuu nopeasti. Poistopuolen viistotuen säätöön on suunniteltu Feston sähkösylinteri, koska tuki ajetaan omaan paikkaansa rullien kokojen mukaan. Tästä johtuen tuki saattaa olla useampia päiviäkin samassa asennossa, jolloin staattisen pitokyvyn täytyy sylinterissä olla hyvä.

A-tuentaan kuuluu myös viistotuennan lisäksi vaakatuki. Sillä painetaan villarulla kiinni pesään, jotta muovin poistaminen helpottuu. Vaakatuen osat koostuvat rungosta, käyttöakselista, hihnapyöristä, moottorista, pneumaattisista sylintereistä ja johteista. Kuvassa 27 on esitetty vaakatuki lähes yläasennossaan.



Kuva 27. Vaakatuki

Vaakatuen käyttömootorina on SEW:n vaihdemoottori, jota ohjataan myös taajuusmuuttajan avulla. Tällöin saadaan tukien hihnat kulkemaan samalla vauhdilla muiden hihnojen kanssa. Kapeilla hihnoilla on sama käyttöakseli, jonka avulla myös hihnat kiristetään valmistajan vaatimaan kireyteen. Tuentaa liikutetaan johteiden ja Feston pneumaattisten sylintereiden avustuksella rullaan koon mukaan.

11.3 Tuoterakenne

Tuoterakenne kertoo minkälaisista osista, osakokoonpanoista ja materiaaleista kone tai laite rakentuu. Tuoterakenteen päätasolla on valmistuote ja sen alapuolelta löytyvät osakokoonpanot, joista laite koostuu. Loppujen lopuksi hierarkian loppuun jää vain materiaalit. Tuoterakenteen nimikkeisiin pystytään antamaan tietoa niin paljon, että esimerkiksi laitteen kokoaminen tehostuu. Tuoterakenteen luominen suunnittelun alussa helpottaa osien organisointia PDM-järjestelmissä, koska alusta alkaen tiedetään, minkälainen laite on rakentumassa. (Sopanen 2010.)

Liitteessä 6 on esitettyä muovinpoistajan tuoterakenne. Tuoterakenteesta selviää, että muovinpoistaja muodostuu kahdesta osasta: hihnakuuljetinyksiköstä ja A-tuennastayksiköstä.

Hihnakuljetinyksikköön kuuluu runko, hihnakuljettimet ja muovin katkaisuyksikkö. Runkoon kuuluu putkipalkkirunko, säätöjalat, kiinnitykset kuljetinhihnoille sekä muille laitteille. Hihnakuljettimiin kuuluvat hihnat, rumpumoottorit, kiinnitystarvikkeet, hihnojen tuenta ja pneumaattiset sylinterit. Muovin katkaisuyksikköön kuuluvat kuormalankaleikkuri, pneumaattiset sylinterit, kuormalangan suojalevy sekä tarvittavat kiinnitystarvikkeet.

A-tuentayksikköön kuuluu runko ja tuennat. A-tuennan runko muodostuu putkipalkkikehikosta, kiinnityspinoista laitteille ja korkeussäädettävistä jaloista. Viistotukiin liittyvät hihnat, hihnapyörät, käyttöakseli, moottori, hihnojenrungot sekä kiinnitystarvikkeet. Vaakatuki muodostuu hihnoista, hihnapyöristä, rungosta, käyttöakselista, moottorista, johteista, pneumaattisista sylintereistä ja kiinnitystarvikkeista.

12 Yhteenveto

Opinnäytetyön taustana oli Paroc Oy Ab:n halukkuus parantaa Lappeenrannan kivivillaverkkomattolinjan tuotannon tehokkuutta. Kohteena oli raaka-aine villarullan aukaiseminen ja paketointimuovin poistaminen.

Opinnäytetyön tuloksena on suunniteltu raaka-aine villarullan paketointimuovin poistolaitteisto. Suunnitelma toteutettiin selvittämällä ensimmäiseksi kohteen tiedot ja keräämällä tarvittavaa materiaalia suunnittelun aloittamiseksi. Ensimmäiseksi tein useampia luonnoksia mahdollisista laitteista ja toimintatavoista. Seuraavana luonnosten perusteella tein alustavat mallit kahdesta erilaisesta mallista. Lopulta näiden kahden mallin väliltä valittiin jatkokehiteltävä yksikkö. Suunnitelmasta tein 3D-mallin Solidworks-mallinnusohjelmalla. Suunnitelman toteutus ajankohtaa ei ole vielä päätetty, mutta mahdollisen prototyypin rakentamista on yrityksessä pohdittu.

Suunnittelun tekeminen oli haastavaa, mutta uskon sen antaneen minulle paljon apua tulevaisuudessa tuleviin suunnittelutehtäviin. Haastavuutta työhön toi tuennan suunnitteleminen sellaiseksi, että raaka-aine villarullat lähtevät

purkautumaan samasta paikasta seuraavalle hihnakuuljettimelle sekä muovinpoistamiseen käytettävän imuhihnakuuljettimen suunnitteleminen. Aikaisemmin en ole suunnitellut näin suurta kokonaisuutta yksin, joten aluksi tuntuikin, että työn eteneminen on hyvin hidasta. Tämä johtui todennäköisesti siitä, että työn vaatimukset eivät olleet heti alusta selvillä, koska uuden laitteen suunnittelussa ei välttämättä pystytä etukäteen huomioimaan kaikkia suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä.

Opinnäytetyön teossa avustivat asiantuntevat Parocin ja Etteplanin työntekijät.

Kuvat

- Kuva 1. Portaalirobotti ja paketointimuovin poistopaikka, s. 9
- Kuva 2. Hihnakuljettimen runko, s. 17
- Kuva 3. Kehikkotuentamalli, s. 18
- Kuva 4. kehikkotuennan pesään on saapumassa villarulla, s. 19
- Kuva 5. Kehikkotuenta ja villarulla, jonka halkaisija 700 millimetriä, s. 20
- Kuva 6. Kehikkotuenta ja villarulla, jonka halkaisija 500 millimetriä, s. 21
- Kuva 7. Kehikkotuenta ja villalevy, s. 22
- Kuva 8. A-tuentamalli, s. 23
- Kuva 9. A-tuennan pesään on saapumassa villarulla, s. 24
- Kuva 10. A-tuenta ja villarulla, jonka halkaisija 700 millimetriä, s. 25
- Kuva 11. A-tuenta ja villarulla, jonka halkaisija 400 millimetriä, s. 26
- Kuva 12. A-tuenta ja villalevy, s. 27
- Kuva 13. Paketoitu raaka-ainevillarulla, s. 31
- Kuva 14. Piikkihihna, s. 33
- Kuva 15. Imuhihnakuljetinmalli, s. 34
- Kuva 16. Imuhihnakuljettimen paineputkisto, s. 35
- Kuva 17. Yksinkertainen akseli, s. 36
- Kuva 18. 1. ominaistajuus, s. 38
- Kuva 19. Suurin taipuma, s. 39
- Kuva 20. Suurimmat jännitykset, s. 39
- Kuva 21. Muovinpoistaja, s. 41
- Kuva 22. Hihnakuljetinyksikkö, s. 42
- Kuva 23. Kuumalankaleikkausyksikkö, s. 42
- Kuva 24. Imuhihnakuljetin, s. 43
- Kuva 25. A-tuentayksikkö, s. 44
- Kuva 26. Viistotuenta, s. 45
- Kuva 27. Vaakatuki, s. 46

Kuviot

- Kuvio 1. Verkkomattolinjan prosessikaavio, s. 8
- Kuvio 2. Muovinpoistajan toimintaperiaatekaavio, s. 12

Taulukot

- Taulukko 1. Vaihtoehtojen pisteytystaulukko, s. 28
- Taulukko 2. Materiaaliarvot, s. 36
- Taulukko 3. Tulokset, s. 40

Lähteet

Paroc Oy Ab 2011. Kotisivut.

<http://www.paroc.fi/Channels/fi/default.asp> (Luettu 11.4.2011)

Björkholm, M. Paroc Lappeenrannan suunnittelija 12.4.2011. Paroc Oy Ab. Henkilökohtainen tiedonanto.

Matikainen, J. Paroc Lappeenrannan suunnittelija 20.6.2011. Paroc Oy Ab. Henkilökohtainen tiedonanto.

Manninen, H. Lappeenrannan toimiston osastopäällikkö 20.6.2011. Etteplan Oyj. Henkilökohtainen tiedonanto.

Toivanen, S. Lujusopin luentomateriaalit 2008–2010. Saimaan ammattikorkeakoulu. Lappeenranta.

Toivanen, S. FEM-luentomateriaalit 2009–2010. Saimaan ammattikorkeakoulu. Lappeenranta.

Sopanen, J. Tuotekehitys ja 3D-suunnittelun luentomateriaali 2010. Saimaan ammattikorkeakoulu. Lappeenranta.

Sopanen, J. Koneensuunnittelu 1 luentomateriaalit 2010. Saimaan ammattikorkeakoulu. Lappeenranta.

Etra Oy 2011. Kotisivu. Tuotteet.

<http://tuotteet.etra.fi/main.html> (Luettu 29.6.2011)

Festo Oy 2011. Kotisivu. Tuotteet.

http://www.festo.com/cms/fi_fi/135.htm (Luettu 25.7.2011)

Interroll Oy 2011. Kotisivu. Tuotteet.

<http://www.interroll.com/en/products/> (Luettu 12.6.2011)

SEW Eurodrive 2011. Kotisivu. Tuotteet.

<http://www.seweurodrive.com/produkt/index.php> (Luettu 16.7.2011)

Valtanen, E. 2009. Tekniikan taulukkirja. 17. painos. Mikkeli. Genesis-kirjat Oy.

Viimeksi päivitetty: 29.12.2010

PAROC Pro Wired Mat 80

(PAROC Wired Mat 80)



Tuotokuvaus

Kivivillaverkkomatto

Käyttökohteet

Ilmanvaihtokanavien palo- ja lämmöneristys.

Tekniset ominaisuudet

Nimellistiheys

80 kg/m³

Maksimikäyttölämpötila

750 °C

Useiden päällysteettömien kivivillaaeristeiden korkein käyttölämpötila on +750 °C. Sideaine poistuu eristeestä siltä osin kun sen lämpötila ylittää +200 °C. Eristyskyky säilyy kuitenkin ennallaan, puristusjännitys heikkenee. Kivivillaaeristeiden sintraantumislämpötila on >1000 °C (standardin DIN 4102-17 mukaisesti).

Mitat

Leveys x Pituus

900 x 5000 mm

900 x 4000 mm

900 x 2000 mm

Muut mitat

Muut mitat sopimuksen mukaan.

Paksuus

40 mm

50-60 mm

80-100 mm

Toleranssit SFS 5454 mukaisesti.

Pakkaus

Muovi tai kartonki. Muovilla suojattu lavapakkaus.

Pakkauskoko

Ks. voimassaoleva hinnasto

Palo-ominaisuudet

Palo-ominaisuudet Euroluokka A1 EN

Standardin mukaisesti 13501-1

Lämmönjohtavuus

Lämmönjohtavuus 10 °C, λ_{10} 0.035 W/mKLämmönjohtavuus 50 °C, λ_{50} 0.040 W/mKLämmönjohtavuus 100 °C, λ_{100} 0.047 W/mKLämmönjohtavuus 150 °C, λ_{150} 0.056 W/mKLämmönjohtavuus 200 °C, λ_{200} 0.067 W/mKLämmönjohtavuus 300 °C, λ_{300} 0.093 W/mKLämmönjohtavuus 400 °C, λ_{400} 0.127 W/mKLämmönjohtavuus 500 °C, λ_{500} 0.167 W/mK

Arvot ovat valmistajan ilmoittamia.

Vastaa BS 2972 asettamia vaatimuksia.

Äänenvaimennus

Paksuus

40 mm

50-60 mm

80-100 mm

Päästöt

Päästöluokitus

M1

Standardin mukaisesti

Indoor Climate 2006

Asennus

Työselitykset

M3.1 (SFS 3976), Bb (LVI 50-10344)



PAROC OY AB, PL 47 (Läkkisepäntie 23), 00621 Helsinki, Puh. 046 876 8000, Faksi 046 876 8002, www.paroc.fi

Tiedot tässä tuotelehtisessä ovat yksinomainen ja täydellinen kuvaus tuotteen ominaisuuksista. Tämän tuotelehtisen sisältöä ei ole pidettävä takuun antamisena. Sikäli kuin tuotetta käytetään sellaiseen tarkoitukseen, johon sitä ei ole tämän tuotelehtisen antamien tietojen mukaisesti tarkoitettu, emme voi taata tuotteen soveltuvuutta kyseiseen käyttökohtaukseen, elleimme ole erikseen kysyttävänä vahvistaneet tuotteen soveltuvan tavallisesta poikkeavaan käyttökohtaukseen. Tämä tuotelehtinen korvaa aiemmat tuotelehtiset. Pidämme oikeudet muutoksiin tai muuttaa tuotelehtisemme. PAROC ja puhavalkovalaidat ovat Paroc Oy Ab:n rekisteröityjä tavaramerkkejä. © Paroc Group 2010

Viimeksi päivitetty: 29.12.2010

PAROC Pro Wired Mat 100

(PAROC Wired Mat 100)



Tuotekuvaus

Kivivilaverkkomatto

Käyttökohteet

Teollisuuden prosessilaitteiden palo- ja lämmöneristys.
Savuhormien, savukaasukanavien ja pakoputkien palo- ja lämmöneristys. Ilmanvaihtokanavien paloeristys.

Tekniset ominaisuudet

Nimellistiheys

100 kg/m³

Maksimikäyttölämpötila

750 °C

Useiden päällysteettömien kivivilaeristeiden korkein käyttölämpötila on +750 °C. Sideaine poistuu eristeestä siltä osin kun sen lämpötila ylittää +200 °C. Eristyskyky säilyy kuitenkin ennallaan, puristusjännitys heikkenee. Kivivilaeristeiden sintraantumislämpötila on >1000 °C (standardin DIN 4102-17 mukaisesti).

Mitat

Leveys x Pituus

900 x 6000 mm

900 x 5000 mm

900 x 4000 mm

900 x 2000 mm

Muut mitat

Muut mitat sopimuksen mukaan.

Paksuus

30 mm

40 mm

50-60 mm

80-120 mm

Toleranssit SFS 5454 mukaisesti.

Pakkaus

Muovi tai kartonki. Muovilla suojattu lavapakkaus.

Pakkauskoko

Ks. voimassaoleva hinnasto

Palo-ominaisuudet

Palo-ominaisuudet Euroluokka

A1 EN

Palamattomuus

Palamaton EN

Standardin mukaisesti

13501-1

Standardin mukaisesti

ISO 1182

Lämmönjohtavuus

Lämmönjohtavuus 10 °C, λ_{10}

0.034 W/mK

Lämmönjohtavuus 50 °C, λ_{50}

0.039 W/mK

Lämmönjohtavuus 100 °C, λ_{100}

0.046 W/mK

Lämmönjohtavuus 150 °C, λ_{150}

0.055 W/mK

Lämmönjohtavuus 200 °C, λ_{200}

0.065 W/mK

Lämmönjohtavuus 300 °C, λ_{300}

0.090 W/mK

Lämmönjohtavuus 400 °C, λ_{400}

0.122 W/mK

Lämmönjohtavuus 500 °C, λ_{500}

0.160 W/mK

Arvot ovat valmistajan ilmoittamia.

Vastaa BS 2972 asettamia vaatimuksia.

Äänenvaimennus

Paksuus

30 mm

40 mm

50-60 mm

80-120 mm

Asennus

Työselitykset

M3.2 (SFS 3976), Bb (LVI 50-10344)



PAROC OY AB, PL 47 (Läkkisepäntie 23), 00621 Helsinki, Puh. 046 876 8000, Faksi 046 876 8002, www.paroc.fi

Tiedot tässä tuotelehtisessä ovat yksinomainen ja täydellinen kuvaus tuotteen ominaisuuksista. Tämän tuotelehteen sisältöä ei ole pidettävä takuun antamisena. Sikäli kuin tuotetta käytetään sellaiseen tarkoitukseen, johon sitä ei ole tämän tuotelehteen antamien tietojen mukaisesti tarkoitettu, emme voi taata tuotteen soveltuvuutta kyseiseen käyttötarkoitukseen, elleimme ole erikseen käyttäjässä vahvistaneet tuotteen soveltuvan tavallisesta poikkeavaan käyttötarkoitukseen. Tämä tuotelehti korvaa aiemmat tuotelehtiset. Pidätämme oikeudet muokata tai muuttaa tuotelehtisillemme. PAROC ja punavalkoraidat ovat Paroc Oy Ab:n rekisteröityjä tavaramerkkejä. © Paroc Group 2010

Viimeksi päivitetty: 29.12.2010

PAROC Pro Wired Mat 100 AL1

(PAROC Wired Mat 100 AL1)



Tuotekuvaus

Alumiinifoliolla päällystetty kivivillaverkkomatto.

Käyttökohteet

Teollisuuden prosessilaitteiden palo- ja lämmöneristys. Savuhormien, savukaasukanavien ja pakoputkien palo- ja lämmöneristys. Ilmanvaihtokanavien paloeristys.

Tekniset ominaisuudet

Nimellistiheys

100 kg/m³

Maksimikäyttölämpötila

750 °C

Useiden päällysteettömien kivivillaeristeiden korkein käyttölämpötila on +750 °C. Sideaine poistuu eristeestä siltä osin kun sen lämpötila ylittää +200 °C. Eristyskyky säilyy kuitenkin ennallaan, puristusjännitys heikkenee. Kivivillaeristeiden sintraantumislämpötila on >1000 °C (standardin DIN 4102-17 mukaisesti).

Mitat

Leveys x Pituus

900 x 4000 mm

900 x 2000 mm

Muut mitat

Muut mitat sopimuksen mukaan.

Paksuus

50-60 mm

80-120 mm

Palo-ominaisuudet

Palo-ominaisuudet Euroluokka A1 EN

Standardin mukaisesti 13501-1

Lämmönjohtavuus

Lämmönjohtavuus 10 °C, λ_{10} 0.034 W/mK

Lämmönjohtavuus 50 °C, λ_{50} 0.039 W/mK

Lämmönjohtavuus 100 °C, λ_{100} 0.046 W/mK

Lämmönjohtavuus 150 °C, λ_{150} 0.055 W/mK

Lämmönjohtavuus 200 °C, λ_{200} 0.065 W/mK

Lämmönjohtavuus 300 °C, λ_{300} 0.090 W/mK

Lämmönjohtavuus 400 °C, λ_{400} 0.122 W/mK

Lämmönjohtavuus 500 °C, λ_{500} 0.160 W/mK

Arvot ovat valmistajan ilmoittamia.

Äänenvaimennus

Paksuus

50-60 mm

80-120 mm

Asennus

Työselitykset

M3.4 (SFS 3976), Bc (LVI 50-10344)

Toleranssit SFS 5454 mukaisesti.

Pakkaus

Muovi tai kartonki. Muovilla suojattu lavapakkaus.

Pakkauskoko

Ks. voimassaoleva hinnasto



PAROC OY AB, PL 47 (Läkkisepäntie 23), 00621 Helsinki, Puh. 046 876 8000, Faksi 046 876 8002, www.paroc.fi

Tiedot tässä tuotelehtisessä ovat yksinomainen ja täydellinen kuvaus tuotteen ominaisuuksista. Tämän tuotelehteen sisältöä ei ole pidettävä takuun antamisena. Sikäli kuin tuotetta käytetään sellaiseen tarkoitukseen, johon sitä ei ole tämän tuotelehteen antamien tietojen mukaisesti tarkoitettu, emme voi taata tuotteen soveltuvuutta kyseiseen käyttötarkoitukseen, elleimme ole erikseen kysyttäessä vahvistaneet tuotteen soveltuvan tavallisesta poikkeavaan käyttötarkoitukseen. Tämä tuotelehtinen korvaa aiemmat tuotelehtiset. Pidätämme oikeudet muokata tai muuttaa tuotelehtisiämme. PAROC ja punavalkoraidat ovat Paroc Oy Ab:n rekisteröityjä tavaramerkkejä. © Paroc Group 2010

Viimeksi päivitetty: 10.2.2011

PAROC Wired Mat 80 AluCoat



Tuotekuvaus

Verkkovahvistetulla alumiinilaminaatilla päällystetty kivivillaverkkomatto.

Käyttökohteet

Ilmanvaihtokanavien palo- ja lämmöneristys.

Tekniset ominaisuudet

Nimellistiheys

80 kg/m³

Maksimikäyttölämpötila

250 °C

Päällysteen pintalämpötila ei saa ylittää 80 °C (lämpötilarajoitus määräytyy päällysteen liima-aineen lämmönkestävyyden mukaan). Useiden päällysteettömien kivivillaeristeiden korkein käyttölämpötila on +750 °C. Sideaine poistuu eristeestä siltä osin kun sen lämpötila ylittää +200 °C. Eristyskyky säilyy kuitenkin ennallaan, puristusjännitys heikkenee. Kivivillaeristeiden sintraantumislämpötila on >1000 °C (standardin DIN 4102-17 mukaisesti).

Mitat

Leveys x Pituus

900 x 5000 mm

900 x 4000 mm

900 x 2000 mm

Paksuus

40 mm

50-60 mm

80-100 mm

Muut mitat

Muut mitat sopimuksen mukaan.

Toleranssit SFS 5454 mukaisesti.

Pakkaus

Muovi tai kartonki. Muovilla suojattu lavapakkaus.

Pakkauskoke

Ks. voimassaoleva hinnasto

Palo-ominaisuudet

Palo-ominaisuudet Euroluokka A1 EN

Standardin mukaisesti 13501-1

Lämmönjohtavuus

Lämmönjohtavuus 10 °C, λ_{10}

0.035 W/mK

Lämmönjohtavuus 50 °C, λ_{50}

0.040 W/mK

Lämmönjohtavuus 100 °C, λ_{100}

0.047 W/mK

Lämmönjohtavuus 150 °C, λ_{150}

0.056 W/mK

Lämmönjohtavuus 200 °C, λ_{200}

0.067 W/mK

Arvot ovat valmistajan ilmoittamia.

Äänenvaimennus

Paksuus

40 mm

50-60 mm

80-100 mm

Päästöt

Päästöluokitus

M1

Standardin mukaisesti

Indoor Climate 2006

Asennus

Työselitykset

Bc (LVI 50-10344)



PAROC OY AB, PL 47 (Läkkisepäntie 23), 00621 Helsinki, Puh. 046 876 8000, Faksi 046 876 8002, www.paroc.fi

Tiedot tässä tuotelehtiosässä ovat yksinomainen ja täydellinen kuvaus tuotteen ominaisuuksista. Tämän tuotelehtiosan sisältö ei ole pidettävä takuun antamisena. Sikäli kuin tuotetta käytetään sellaiseen tarkoitukseen, johon sitä ei ole tämän tuotelehtiosan antamien tietojen mukaisesti tarkoitettu, emme voi taata tuotteen soveltuvuutta kyseiseen käyttötarkoitukseen, elleimme ole erikseen käyttötarkoitusta vahvistaneet tuotteen soveltuvan tavallisesta poikkeavaan käyttötarkoitukseen. Tämä tuotelehtiosan korvaa aiemmat tuotelehtiosat. Pidätämme oikeudet muokata tai muuttaa tuotelehtiosiamme. PAROC ja punavalkoiset ovat Paroc Oy Ab:n rekisteröityjä tavaramerkkejä. © Paroc Group 2010

Viimeksi päivitetty: 10.2.2011

PAROC Wired Mat 100 AluCoat



Tuotekuvaus

Verkkovahvistetulla alumiinilaminaatilla päällystetty kivivillaverkkomatto.

Käyttökohteet

Ilmanvaihtokanavien palo- ja lämmöneristys.

Tekniset ominaisuudet

Nimellistiheys

100 kg/m³

Maksimikäyttölämpötila

750 °C

Useiden päällysteettömien kivivillaeristeiden korkein käyttölämpötila on +750 °C. Sideaine poistuu eristeestä siltä osin kun sen lämpötila ylittää +200 °C. Eristyskyky säilyy kuitenkin ennallaan, puristusjännitys heikkenee. Kivivillaeristeiden sintraantumislämpötila on >1000 °C (standardin DIN 4102-17 mukaisesti).

Mitat

Leveys x Pituus

900 x 5000 mm

900 x 4000 mm

900 x 2000 mm

900 x 2500 mm

Paksuus

40 mm

50, 60 mm

100 mm

70, 80 mm

Muut mitat

Muut mitat sopimuksen mukaan.

Toleranssit SFS 5454 mukaisesti.

Pakkaus

Muovi tai kartonki. Muovilla suojattu lavapakkaus.

Pakkauskoko

Ks. voimassaoleva hinnasto

Palo-ominaisuudet

Palo-ominaisuudet Euroluokka A1

Standardin mukaisesti EN 13501-1

Lämmönjohtavuus

| | |
|---|------------|
| Lämmönjohtavuus 10 °C, λ_{10} | 0.034 W/mK |
| Lämmönjohtavuus 50 °C, λ_{50} | 0.039 W/mK |
| Lämmönjohtavuus 100 °C, λ_{100} | 0.046 W/mK |
| Lämmönjohtavuus 150 °C, λ_{150} | 0.055 W/mK |
| Lämmönjohtavuus 200 °C, λ_{200} | 0.065 W/mK |
| Lämmönjohtavuus 300 °C, λ_{300} | 0.090 W/mK |
| Lämmönjohtavuus 400 °C, λ_{400} | 0.122 W/mK |
| Lämmönjohtavuus 500 °C, λ_{500} | 0.160 W/mK |

Arvot ovat valmistajan ilmoittamia.

Äänenvaimennus

Paksuus

40 mm

50, 60 mm

100 mm

70, 80 mm

Asennus

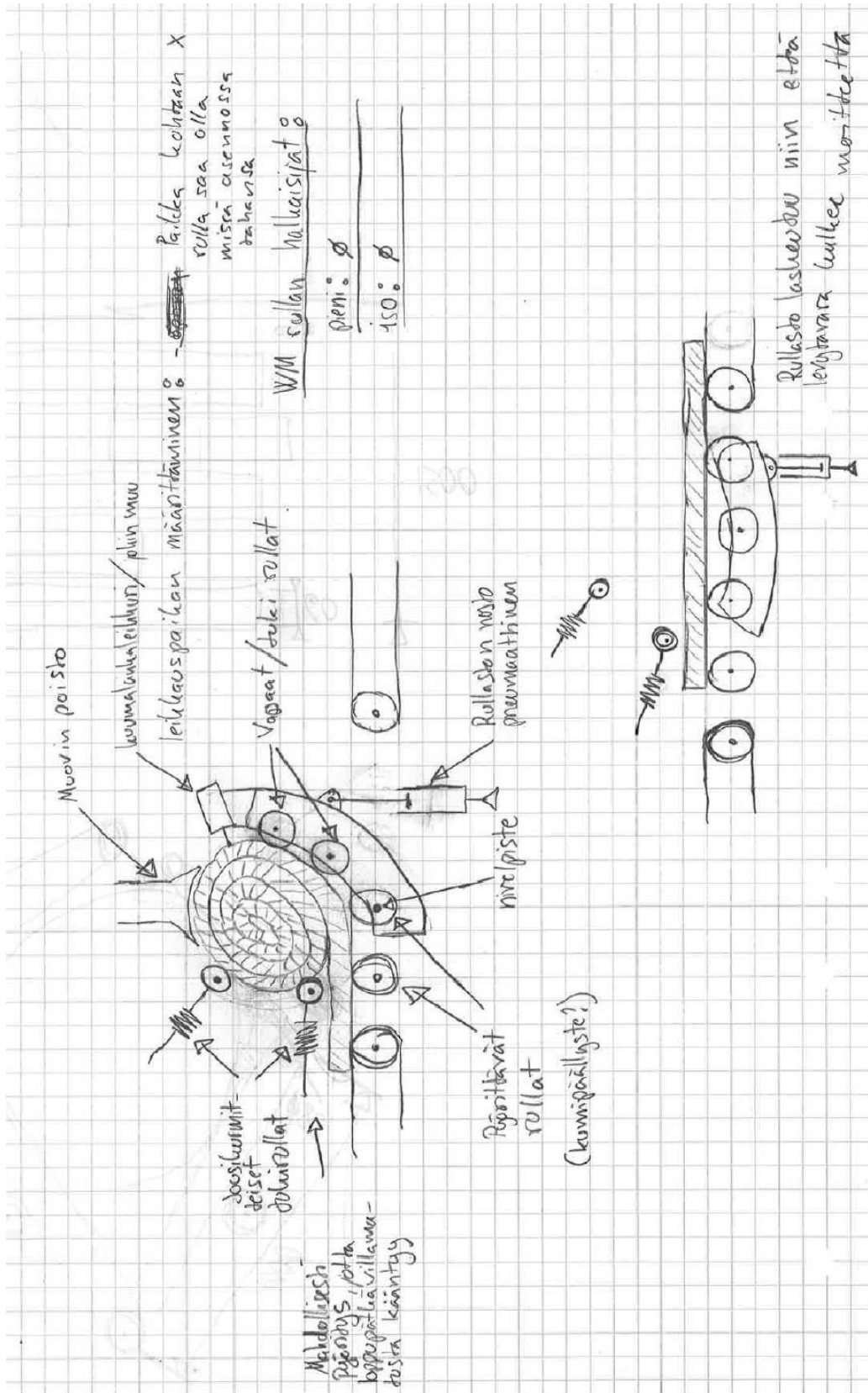
Työselitykset

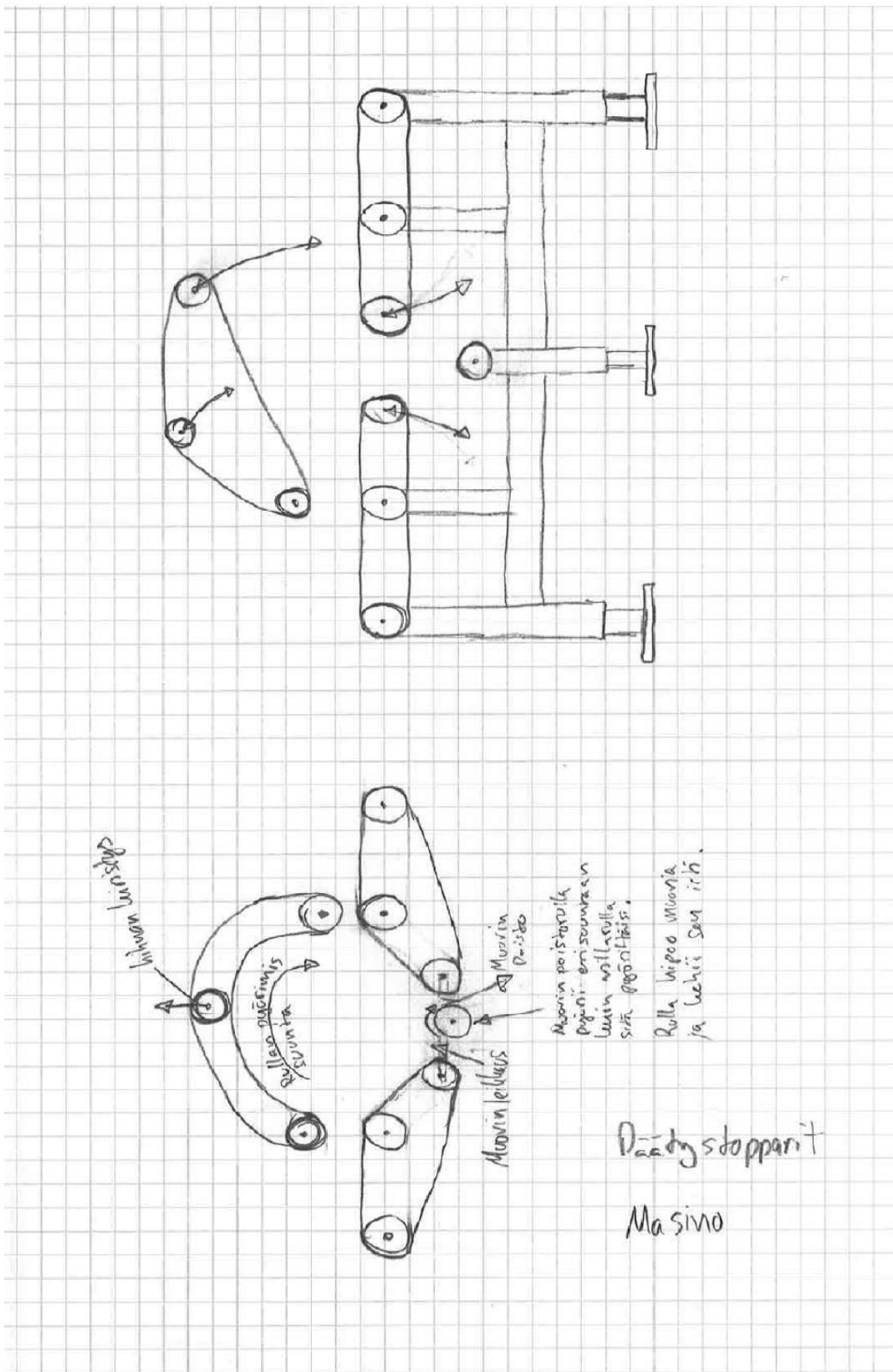
Bc (LV1 50-10344)

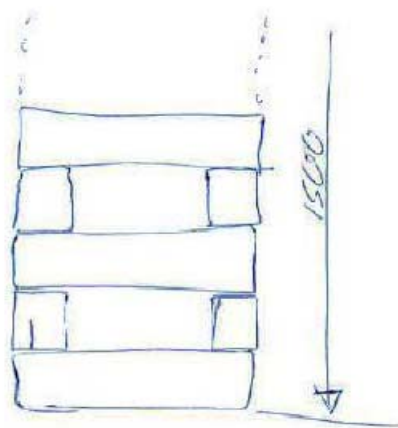
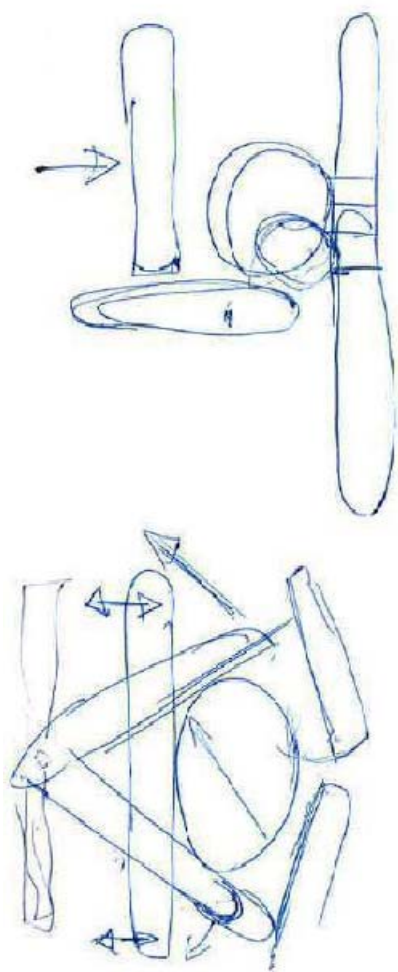


PAROC OY AB, PL 47 (Läkkisepäntie 23), 00621 Helsinki, Puh. 046 876 8000, Faksi 046 876 8002, www.paroc.fi

Tiedot tässä tuotelehtisessä ovat yksinomainen ja täydellinen kuvaus tuotteen ominaisuuksista. Tämän tuotelehtisen sisältöä ei ole pidettävä tekun antamisena. Sikäli kuin tuotetta käytetään sellaiseen tarkoitukseen, johon sitä ei ole tämän tuotelehtisen antamien tietojen mukaisesti tarkoitettu, emme voi taata tuotteen soveltuvuutta kyseiseen käyttötarkoitukseen, elleimme ole erikseen kysyttäessä vahvistaneet tuotteen soveltuvan tavallisesta poikkeavaan käyttötarkoitukseen. Tämä tuotelehtinen korvaa aiemmat tuotelehtiset. Pidätämme oikeudet muokata tai muuttaa tuotelehtisemme. PAROC ja punavalkoraidat ovat Paroc Oy Ab:n rekisteröityjä tavaramerkkejä. © Paroc Group 2010







Joko testopaletti nousse oudenruulan seaporssa,
dai pelluristään tulo suunnan bihuasto.

