

Jani Hautakoski

Traktorikäyttöisen pellettipuristimen suunnittelu

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tammikuu 2011



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Tekniikan toimipiste, Ylivieska	Aika Tammikuu 2011	Tekijä/tekijät Jani Hautakoski
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Traktorikäyttöisen pellettipuristimen suunnittelu		
Työn ohjaaja Tapio Malinen	Sivumäärä 30	
Työelämäohjaaja		
<p>Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin traktorikäyttöinen pellettipuristin. Puristimesta tuli valmistaa 3D-mallinnukset ja toteuttaa laakeri mitoitus. Suunnittelun vaatimuksena oli että, koneen tarvitsema käyttövoimanlähde oli traktori. Työssä tutkittiin myös pelletin muodostumiseen tarvittavaa pintapainetta. Työn suunnittelu ja toteutus tehtiin omaan tarpeeseen.</p> <p>Työssä saavutettiin tavoitteet ja päämäärät. Ideoidusta pellettipuristimesta ja sen tärkeimmistä osista tehtiin 3D-kuvat. Laitteen laakerien mitoitus toteutettiin ja sopivat laakerit valittiin.</p> <p>Opinnäytetyön lopussa pohditaan pellettipuristimen onnistumista ja kehitettäviä kohtia.</p>		

Asiasanat

Pellettipuristin

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date January 2011	Author Jani Hautakoski
Degree programme Mechanical Engineering and Production Technology		
Name of thesis Designing a tractor driven pellet press		
Instructor Tapio Malinen		Pages 30
Supervisor		
<p>In this thesis a tractor driven pellet press was designed. The design included creating 3d modelling for the press and calculating the bearing dimensions. It was required that the source of the propulsion power should be a tractor. In addition, the required surface pressure needed for forming pellets was studied. The planning and execution of the study was carried out for personal purposes.</p> <p>The set objectives and goals were achieved in the study. The designed pellet press and its main components were modelled with 3d images. The dimensions of the bearings were calculated and suitable bearings were selected.</p> <p>Finally, the thesis discusses the successfulness of the pellet press and points that could be developed.</p>		

Key words Pellet press

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 SUUNNITTELUMETODIT	2
2.1 Systemaattinen suunnittelumetodi VDI 2222	2
2.2 Luova koneensuunnittelu	3
2.3 Suunnittelumetodin valinta	4
3 PELLETTILÄMMITYS	5
3.1 Pellettilämmityksen taustaa	5
3.2 Pellettilämmityslaitteistot	7
4 PUUPELLETIN VALMISTUS	9
4.1 Puupelletin raaka-aineet	9
4.2 Pellettipuristimen toimintaperiaate	10
4.2.1 Tasomatriisipuristin	10
4.2.2 Rengasmatriisipuristin	11
4.2.3 Lineaarinenpuristin	12
5 IDEAN KEHITTTELY	13
5.1 Puristintyyppin valinta	13
5.1.1 Matriisin koon valinta	14
5.1.2 Kolleripyörien koon valinta	15
5.1.3 Puristimen suunnittelu	16
5.2 Puristusvoiman mitta	17
5.2.1 Puristusvoiman mittaustulokset	18

5.3 Laakerointi	20
5.3.1 Kolleripyörien laakeri valinta	21
5.3.2 Matriisin laakerien valinta	23
6 TULOKSET	26
7 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Omassa talossa käytän lämmitykseen puupellettiä. Pelletin hinta on noussut tasaisesti ja ajatus omasta pienestä pellettipuristimesta on pyörinyt mielessä jo pitkään. Aloitettuani opiskelut Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulussa syksyllä 2007 aikuisryhmässä, ideaa olen pyöritellyt mielessä enemmän. Päätin tehdä aiheesta opinnäytetyön koska, oli aika päättää pelkkä mietiskely. Pellettipuristimia on markkinoilla jonkin verran, mutta hinnaltaan ne ovat kalliita ja usein myös tarkoitettu suureen tuotantoon. Pellettipuristin on perustoiminnaltaan suhteellisen yksinkertainen eikä vaadi ihmeitä, että pelletin saa puristettua. Se, että puristimella saadaan puristettua pelletit omakotitalon lämmitykseen vuodeksi, on jo haasteellisempi asia.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena onkin suunnitella omaan käyttöön pieni pellettipuristin. Lähtökohtana on, että puristin toimisi traktorikäyttöisesti eikä sähköä tarvittaisi ollenkaan. Lisäksi työn tarkoitus on testata menetelmä ja suunnitella toimiva kokonaisuus.

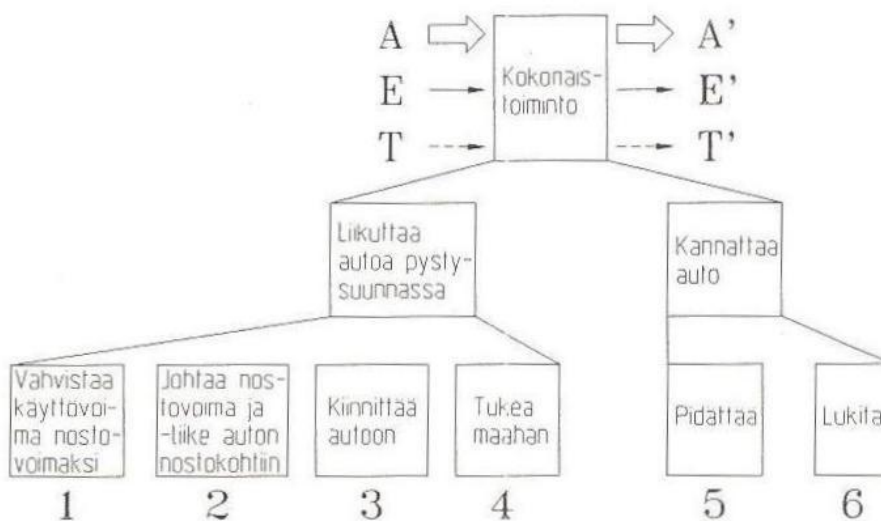
Tämän työn tarkoitus ei ole tehdä täydellisiä pellettipuristimen työpiirustuksia eikä työtä toteuteta tämän opinnäytetyön ohessa. Puristimeen ei myöskään suoriteta lujuustarkastelua. Laakerimitoitukset puristimeen tehdään, koska laakerointi on merkittävässä roolissa ja joutuu puristimessa todella kovalle rasitukselle.

Opinnäytetyö toteutetaan toiminnallisen raportointimallin mukaan. Taustatietoja on etsitty alan kirjoista ja internetistä. Työn kirjoittamisessa on käytetty Microsoft Office Word 2007 - ohjelma ja kaavioiden tekoon on käytetty Microsoft Office Excel 2007 - ohjelmistoa. 3D-mallinnukset on suoritettu SolidWorks 2010 - Ohjelmalla.

2 SUUNNITTELUMETODIT

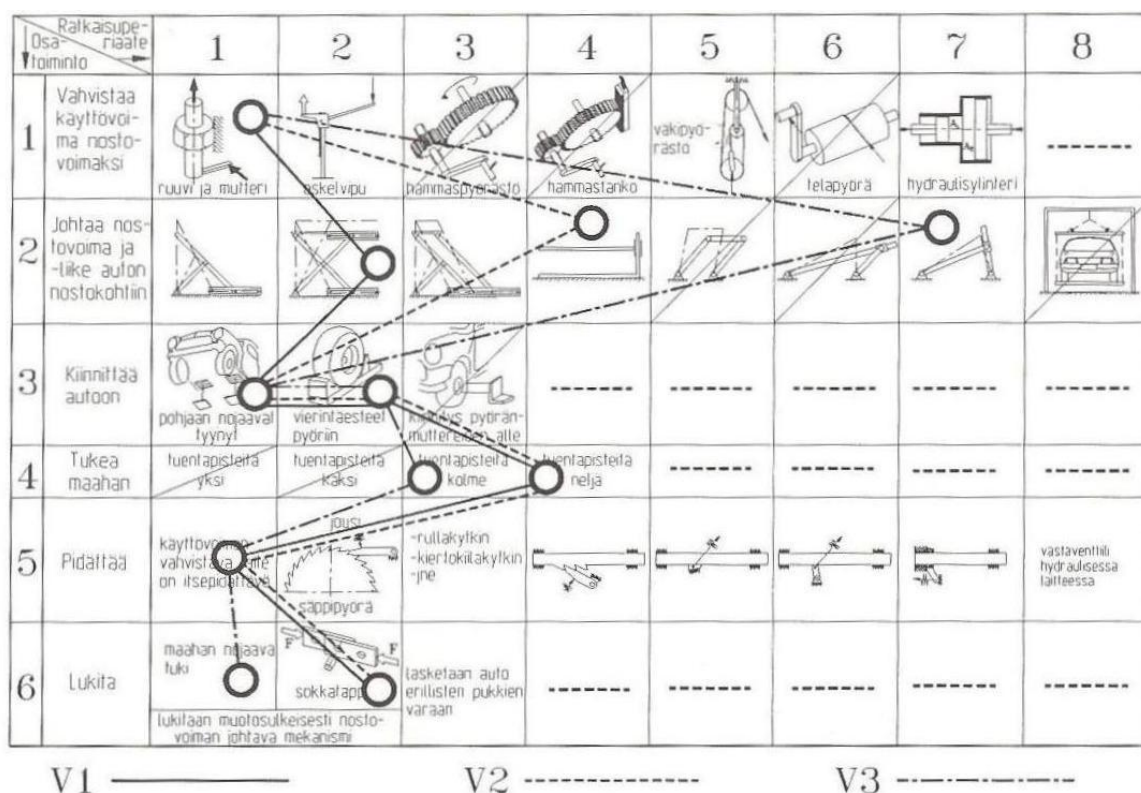
2.1 Systemaattinen suunnittelumetodi VDI 2222

Systemaattinen suunnittelumetodin perusajatus on, että ongelma tai kehitettävä tuote on ylimmällä tasolla. Sitä nimitetään yleisesti kokonaistoiminnoksi. Tämän jälkeen kokonaistoiminto jaetaan osatoiminnoiksi. Jokaiselle osatoiminnolle ideoidaan mahdollisimman monia eri osaratkaisuja erikseen ja toisistaan riippumatta.



KUVIO 1. Kokonaistoiminnon jako osatoimintoihin (Tuomaala 1995, 83.)

Kun kaikki osatoiminnot on käsitelty ja niille on määritelty ratkaisuvaihtoehdot, systemaattisen metodin mukaan saadut tulokset yhdistetään jäsentelykaavioksi eli ns. morfologiseksi laatikoksi. (Tuomaala 1995, 89.)



KUVIO 2. Kolmen parhaan yhdistelmän sijainti jäsentelykaaviossa (Tuomaala 1995, 90.)

Kuten yllä olevasta kuvasta huomataan, on jokaisesta rivistä otettu yksi ja yhdistelty osaratkaisuja. Yleensä osaratkaisuista kootaan viidestä kuuteen yhdistelmää ja valitaan oman arviokyvyn mukaan kolme tai neljä parasta jatko kehittämistä varten.

2.2 Luova koneensuunnittelu

Luova koneensuunnittelu perustuu intuitioihin, joita on saatu, kun alitajuntaa on käytetty tietoisien tajunnan rinnalla. Tietoinen tajunta on ajattelun operatiivinen keskus, mutta sen kapasiteetti ja erityisesti muisti on hyvin rajallinen. Alitajunta sisältää käytännössä rajattoman muistin ja tämän muistin sisällön saamme tietoiseen tajuntaan ikään kuin hiekkakerroksen alapäin läpi puhkaisten. Puhkaisu tapahtuu juuri tarvittavan tietosisällön kohdalta ja puhkaisun laukaisee tarve. Luovan työn oleellisin kysymys on taito laukaista yhteys. Luovan koneensuunnittelun perusasioita on myös tietoperusta. Ihminen ei voi

luoda tyhjästä mitään. Perustietämystä ei voi opiskella, vaan sen on suurelta osin tultava kokemuksen kautta. Perustietämykseksi sanotaankin suunnittelijan omakohtaisia kokemuksia ja ratkaisuja sekä erilaisia menetelmiä, aineiden ominaisuuksia, komponentteja, materiaaleja, ym. (Tuomaala 1995, 4-5,144-145.)

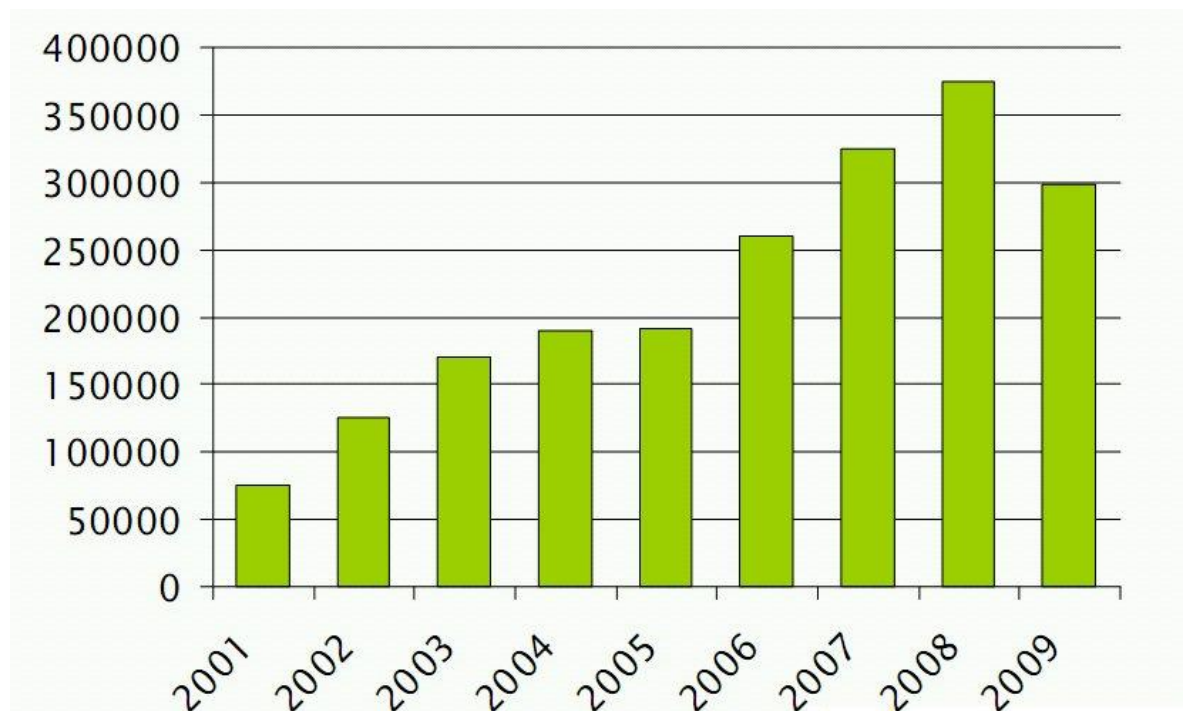
2.3 Suunnittelumetodin valinta

Tässä opinnäytetyössä käytetään VDI 2222 - systemaattista suunnittelumetodia. Systemaattinen suunnittelumetodi sopii mielestäni tähän työhön hyvin, ja se on kokemattomalle suunnittelijalle parempi. Projektia viedään suunnittelumetodin mukaan, mutta sitä ei erikseen esille tuoda. Systemaattiseen suunnittelumetodiin kuuluvia valintoja tehdään useissa kohdissa projektia, ja vain osa valinnoista tulee selkeästi esiin.

3 PELLETTILÄMMITYS

3.1 Pellettilämmityksen taustaa

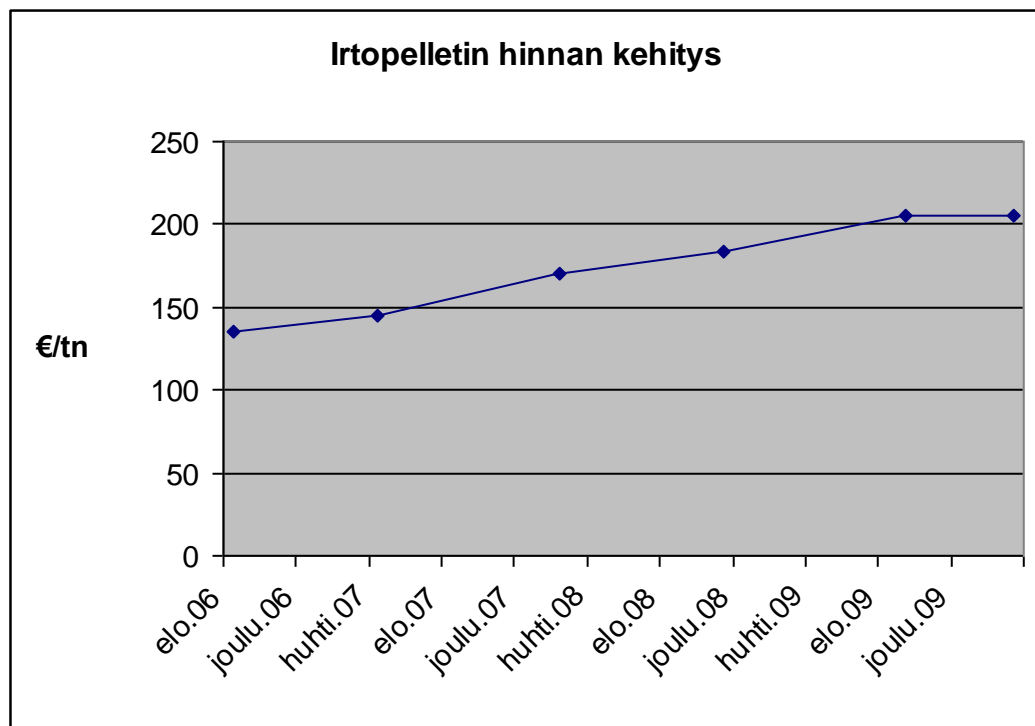
Pellettilämmittäjien määrää Suomessa ei ole systemaattisesti tilastoitu. Pellettimyyjien ja laitemyyjien tietojen pohjalta vuoden 2009 lopussa oli noin 22 000 pientaloa, joissa lämmitetään pelletillä. Suurempia kiinteistöjä ja aluelämpölaitoksia on noin 1000 kpl. (Pellettienergiayhdistys 2010)



KUVIO 3. Pelletin tuotanto Suomessa vuosina 2001-2009 (pellettitonnia)

(Pellettienergiayhdistys 2010.)

Omien pellettiostojen pohjalta laadittu kaavio kuvaa hyvin pelletin rajua hinnan kehitystä. Kysymyksessä on irtotavarana ostettu pelletti, joka toimitetaan siihen tarkoitetulla kuorma-autolla. Irtotavaran toimittamisen ehtona on toimittajasta riippuen 3000-4000 kg:n ostoerä. Kaaviossa näkyvät hinnat ovat ilman toimituskuluja, ja ostoerä on ollut aina 4000 kg.



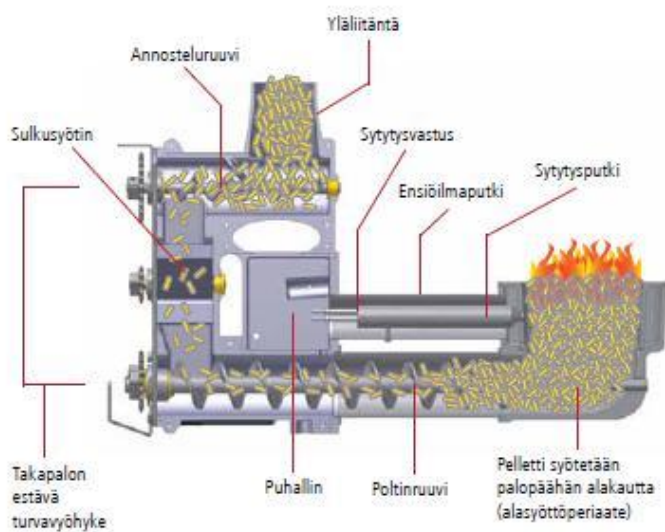
KUVIO 4. Irtopelletin hinnan kehitys

3.2 Pellettilämmityslaitteistot

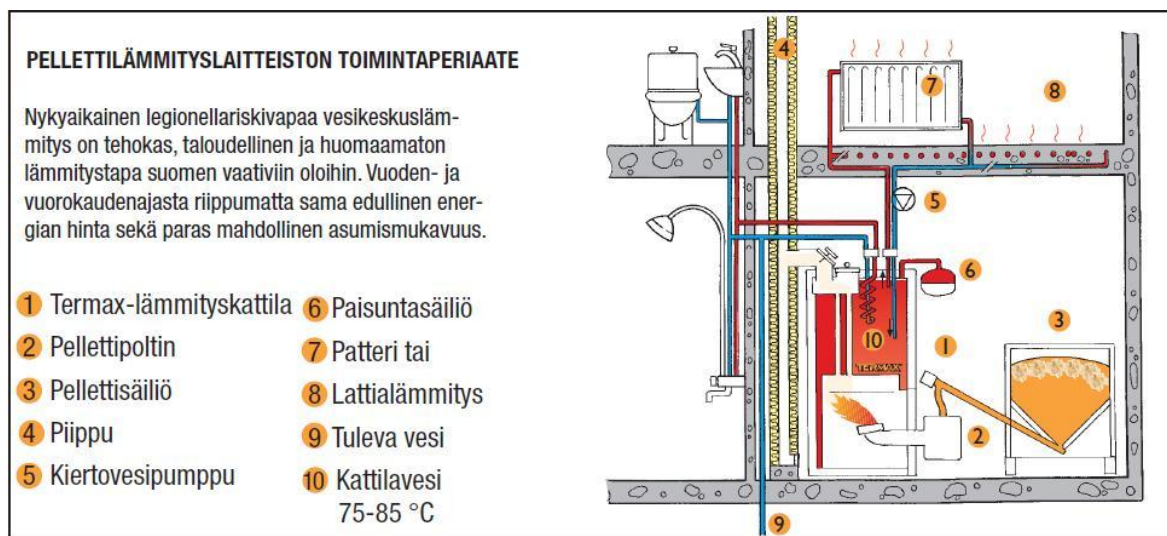
Pellettilämmityslaitteistot ovat kehittyneet paljon ja toimivat täysin automaattisesti termostaatin mukaan. Lämmitysjärjestelmät hoitavat itse pellettien sytytyksen sekä pelletin kuljetinjärjestelmät toimivat automaattisesti. Yleisesti käytössä on kahdentyyppisiä järjestelmiä. Viikkosiilojärjestelmä sisältää pelleteille pienen täytettävän pellettisiilon, josta pelletin automaattisesti menee polttoon. Järjestelmät, joissa on iso pellettisiilo ovat huoltomampia, koska siilo täytetään harvemmin. Usein isot pellettisiilot suunnitellaan vuoden pelletti määrälle.



KUVIO 5. Pellettikattila ja kuljetin (Nordtherm 2010.)



KUVIO 6. BeQuem pellettipolttimen läpileikkaus (Ariterm Oy 2010.)



KUVIO 7. Pellettijärjestelmän toimintaperiaate (Nordtherm 2010.)

4 PUUPELLETIN VALMISTUS

4.1 Puupelletin raaka-aineet

Puupelletit valmistetaan puusepänerstailta, sahoilta ja höyläämöiltä saatavasta kutterinpurusta sekä hiontapölystä. Pääasiassa pelletin valmistuksessa käytettävät raaka-aineet ovat kuivia. Joissakin tapauksissa joudutaan käyttämään kosteaa raaka-ainetta, mutta silloin ennen pelletin puristamista raaka-aineet kuivataan. Käytettävä kosteusprosentti on puristimen mallin ja käytettyjen raaka-aineiden mukaan aina tapauskohtainen. Pelletin puristamiseen ei välttämättä tarvita mitään lisäaineita, vaan puristettaessa puusta vapautuu ligniiniä, joka sitoo raaka-aineen pelleteiksi.

TAULUKKO 1. Pelletin ominaisuudet (Vapo 2010)

Raaka-aine	kemiallisesti käsittelemätön kuoreton puu
Käyttökohde	pienkuluttajat, lämmityspolttoaine
Koko	halkaisija 6-8 mm, keskipituus 10-30 mm
Energiasisältö	>4,70 kWh/kg eli >4,70 MWh/tonni eli >3 MWh/i-m ³
Kosteus	<10 %
Tuhkapitoisuus	<0,5 %
Ominaispaino	600 kg/i-m ³
Tilan tarve	1,5 m ³ /tonni

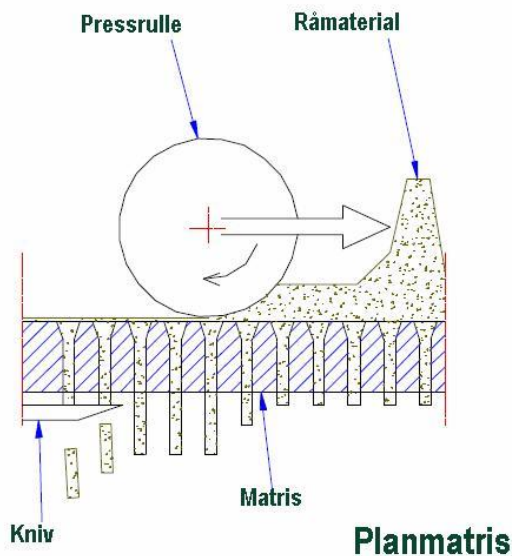
i-m³ = irtokuutiometri

4.2 Pellettipuristimen toimintaperiaate

Puristinmalleja on ainakin kolmea päätyyppiä, rengasmatriisilla tai tasomatriisilla oleva ja lineaarinen puristus. Puristimeen tuotu hieno puuainees pakotetaan joko rullien tai kuten lineaaripuristimessa männän avulla matriisiin, jossa on reikiä. Matriisissa puupuru tiivistetään reikiin ja uusi puru aina työntää edellistä tiivistynyttä purua rei'issä eteenpäin. Kaikissa puristimissa matriisin paksuus ja reikien kitka vaikuttaa muodostuvan pelletin kovuuteen. Mitä pidempi matka tiivistyneellä purulla on ulos, sitä lujempaan uusi puupuru aina tiivistyy. Puristuksen aikana syntyy huomattavasti lämpöä ja se saa aikaan, että puusta vapautuva ligniini sitoo pelletit ja liimalisäaineita ei tarvita.

4.2.1 Tasomatriisipuristin

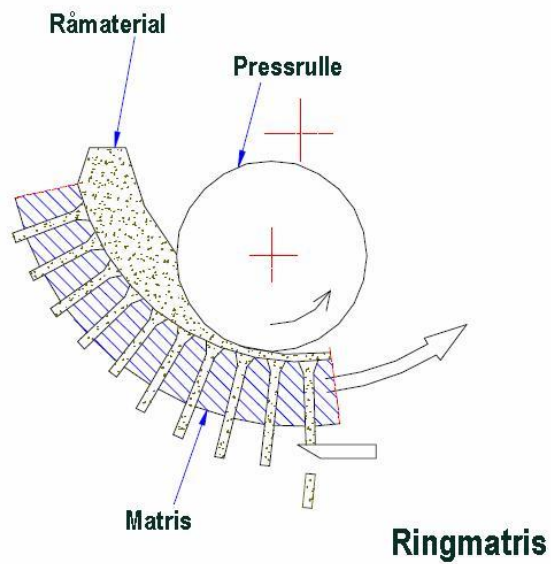
Tasomatriisipuristimessa on rei'itetty levy vaakatasossa, jonka päällä puristinrullat eli kolleripyörät ovat. Puristettava raaka-aine tulee ylhäältä matriisiin päälle ja kolleripyörät painavat raaka-aineen pelleteiksi. Tasomatriisi puristimista löytyy kaksi eri tyyppiä, toisessa mallissa pyörii matriisi ja toisessa kolleripyörät.



KUVIO 8. Tasomatriisipuristin (Ulf-Peter Granö 2010.)

4.2.2 Rengasmatriisipuristin

Rengasmatriisissa rei'itetyn putken sisällä pyörii puristinrullat, jotka puristavat putken sisällä olevan raaka-aineen rei'istä ulos pelletteinä. Puristettava raaka-aine laitetaan koneeseen sivusta. Rengasmatriisipuristimia on myös kahdentyyppisiä, toisessa puristintyyppissä pyörii matriisi ja toisessa puristinrullat. Puristinrullien määrä myös vaihtelee, yleensä niitä on kaksi tai kolme.

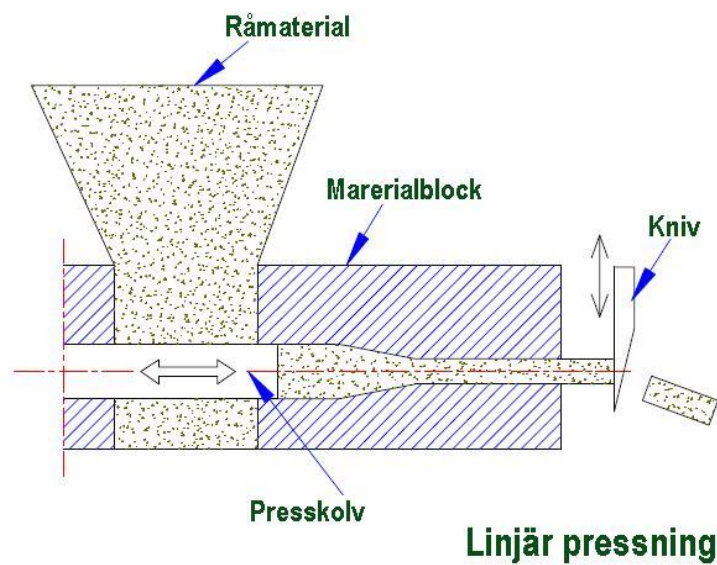


KUVIO 9. Rengasmatriisipuristin (Ulf-Peter Granö 2010.)

4.2.3 Lineaarinenpuristin

Lineaarinenpuristin on yksinkertainen, mutta suureen tuotantoon sopimaton. Puristimessa on sylinteri, jossa oleva mäntä painaa raaka-aineen matriisin läpi pelleteiksi.

Lineaarinenpuristin voi olla kaksivaikutteinen, jolloin puristus tapahtuu molemmissa päissä.



KUVIO 10. Lineaarinenpuristin (Ulf-Peter Granö 2010.)

5 IDEAN KEHITTELY

5.1 Puristintyyppin valinta

Puristintyyppit, joiden kesken valinta tehdään, on rengas- ja tasomatriisipuristin. Hyödyt ja haitat tätä projektia silmällä pitäen ovat seuraavat:

Rengasmatriisipuristin

+ Kohtuullisen helppo lisätä kapasiteettia matriisia jatkamalla, yksinkertainen

- Matriisin tekeminen, enemmän liikkuvia osia,

Tasomatriisi puristin on

+ Yksinkertainen, vähän liikkuvia osia, kierrosluvun laskeminen kulmavaihteella, matriisin tekeminen,

- kapasiteetin lisääminen vaikeaa,

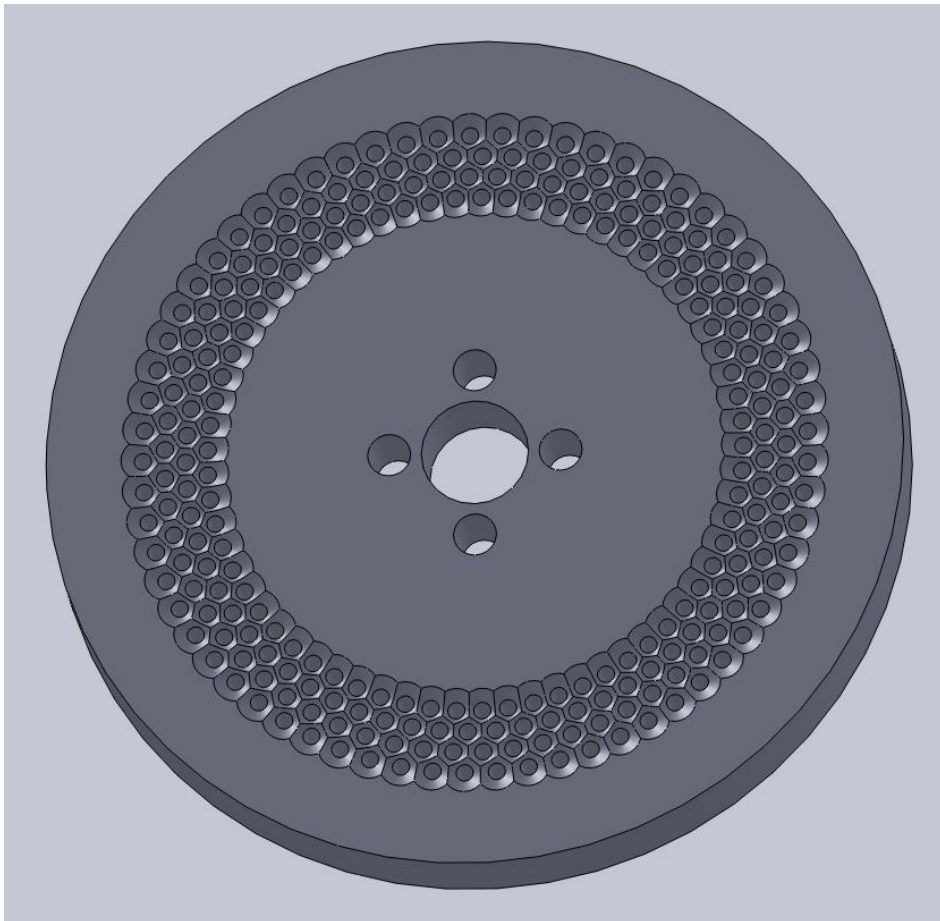
Valitaan tasomatriisipuristin suunnittelun kohteeksi.

5.1.1 Matriisin koon valinta

Myynnissä olevat laitteet ovat teholtaan noin 200-250 kg/h ja matriisin halkaisija 200-250 mm sekä jos koneen teho 300-350 kg/h ja matriisin halkaisija on noin 300-350 mm.

Näiden edellä mainittujen laitteiden pohjalta valitsen matriisin ulkohalkaisijaksi 400 mm.

Matriisin halkaisijaksi valitsen saman kuin oli testissä käytetyn koematriisin paksuus eli 40 mm. Matriisin akselin koko määräytyy laakereiden perusteella.

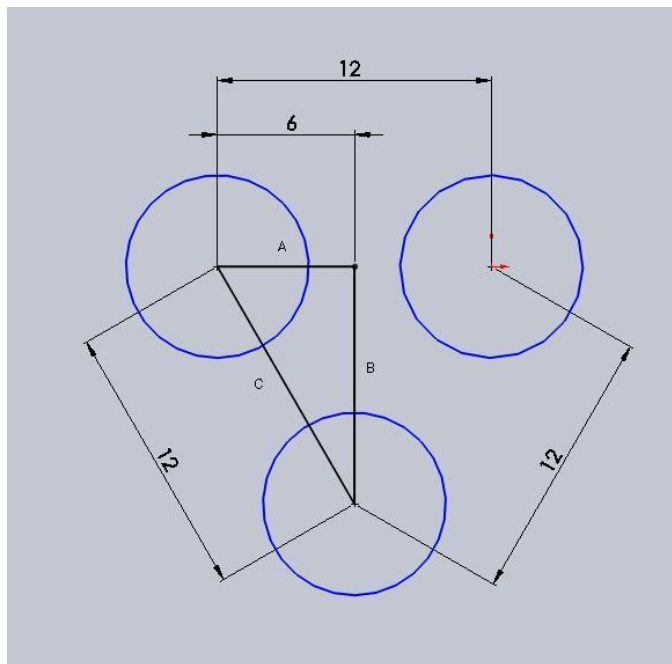


KUVIO 11. Matriisin 3D-mallinnus

5.1.2 Kolleripyörien koon valinta

Kolleripyörät eli puristinrullat ovat halkaisijaltaan usein 80 mm-200 mm. Mitä suuremmat pyörät on, sitä parempi on toimintavarmuus. Kolleripyöriin joudutaan suuren pintapaineen vuoksi asentamaan suuret laakerit ja laakerimitoitus joudutaan tekemään ennen pyörän koon valintaa. Laakerimitoitusten jälkeen valitsen suuret 200 mm kolleripyörät.

Kolleripyörien leveys valitaan sen mukaan mikä on matriisin reikien koko, rivimäärä ja väli. Minun laitteessani reiät ovat 8 mm, kuten puupelletit yleensä, rivimäärä 4 kpl ja reikien väli 12 mm. Matriisin reiät eivät ole joka rivissä vierekkäin, vaan aina viereisen rivin reiät ovat edellisen keskellä. Tämän vuoksi riviväli ei ole 12 mm, vaan se saadaan laskemalla Pythagoraan lauseella.



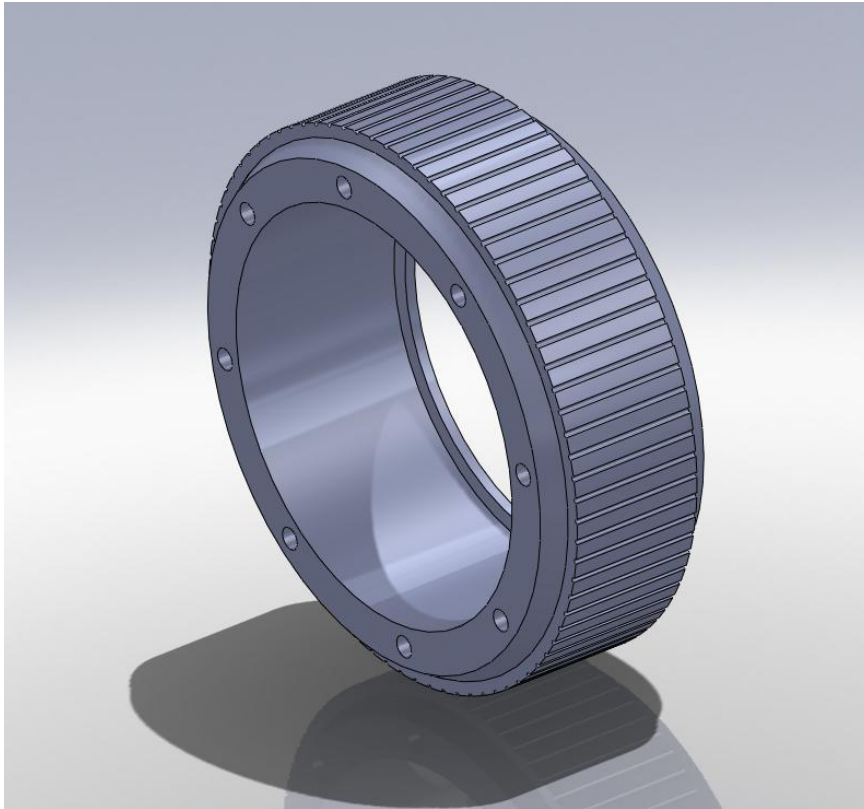
KUVIO 12. Matriisin reikien välit

$$B = \sqrt{C^2 - A^2}$$

$$B = \sqrt{12^2 - 6^2}$$

$$B = 10,39\text{mm} \approx 10\text{mm}$$

Pyöristän tuloksen tasalukuun, ja näin saadaan riviväliksi 10 mm. Neljä riviä ja 6mm viisteet reikien yläpäässä on 50 mm sisällä. Valitsen kolleripyöräksi 50 mm leveät pinnastaan uritetut rullat. Akselin paksuus, jolla pyörät ovat, tulee laakereiden mukaan.



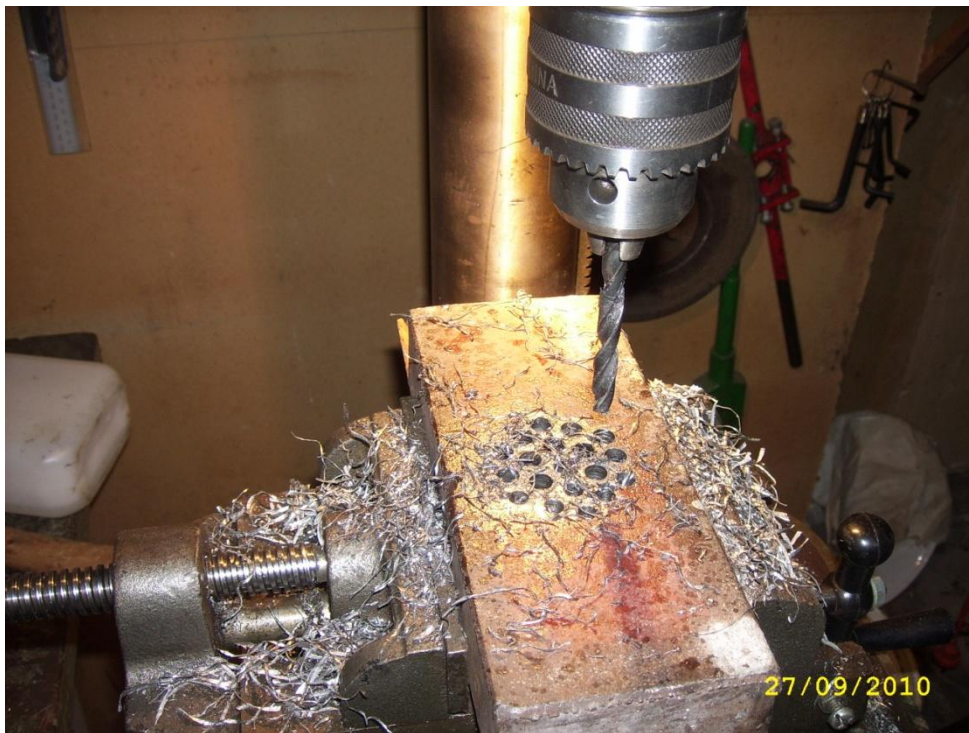
KUVIO 13. Kolleripyörän 3D-mallinnus

5.1.3 Puristimen suunnittelu

Puristin toteutetaan niin että matriisi pyörii alhaalta päin tulevan akselin päällä, jonka päällä kolleripyörät painavat kutterinpurua matriisin läpi. Kolleripyörien ja matriisin välistä välystä säädetään matriisin, ja sen akselin väliin tulevilla shimmilevyillä. Kolleripyörien akseli kiinnittyy puristimen runkoon puristusliitoksella. Puristuslaitteistoon tulee purusäiliö, josta vasaramylly imee purut hienonnettavaksi. Siitä puru menee sykloniin, josta edelleen matriisin päälle. Osa vasaramyllyn imusta on ohjattu pellettien rei'itetyn ulostulo aukon alle, ja ottaen näin irtoaineksen uudelleen kierto. Purusäiliön alle menevä putki on mahdollista irrottaa säiliöstä ja asentaa siihen imuputki, jonka voi viedä esim. peräkärriin.

5.2 Puristusvoiman mittaus

Pellettipuristimen yksi suurimpia ongelmia on suuren puristinvoiman vuoksi puristimen laakerit.



KUVIO 14. Koematriisin poraus

Laakerit mitoitetaan oman tutkimuksen perusteella. Tutkimus toteutettiin niin, että pieneen koematriisiin valmistettiin poraamalla 8 mm:n reikiä 12 mm:n välein 40 mm:n paksuiseen levyyn ja tekemällä viisteet reikien alkupäähän. Lopuksi asensin reikien ympärille sisäreiältään 56,3 mm:n putken. Varsinainen tutkimus toteutettiin 50 tonnin prässillä, jossa on mittari. Puupurua painettiin prässillä koematriisin läpi ja katsottiin paljonko mittari maksimissaan näyttää. Kokeen perusteella pystytään laskemaan pinta-alojen ja prässin tulosten perusteella, paljonko suunnittelemani puristin rasittaa laakereita.

5.2.1 Puristusvoiman mittaustulokset



KUVIO 15. Puristusmittaus laitteisto

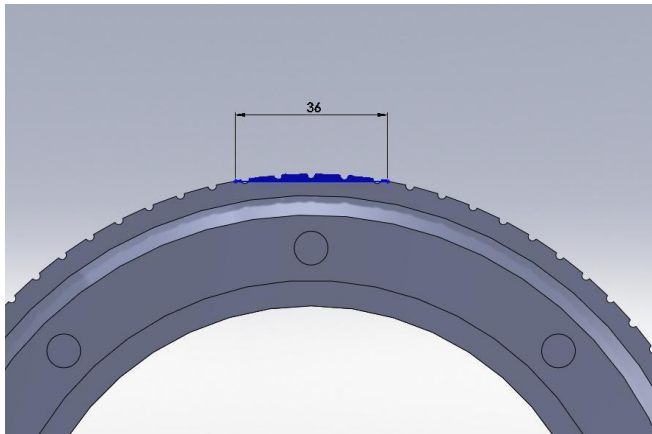
Puristusmittaus suoritettiin 50 tonnin hydrauliiikkaprässillä, ja tulokseksi saatiin 35 tonnia. 35 tonnin kohdalla koematriisin päällä oleva puru alkoi liikkua matriisissa, ja pellettejä alkoi muodostua. Koe uusittiin varmuuden vuoksi muutamia kertoja, ja aina tulos oli sama. Mittauksessa käytetyn koepuristimen männän pinta-ala oli 2376 m^2 . Tarvitaan 343 kN puristusaine, että pellettejä alkaa tällaisessa matriisissa muodostumaan. Neliömilliä kohden pintapaine on $144,5 \text{ N}$, ja sen avulla voidaan laskea laakerien rasitukset.



KUVIO 16. Koematriisi puristusmittauksessa

5.3 Laakerointi

Puristuskokeessa saatiin tulokseksi, että purua täytyy puristaa $144,5 \text{ N/mm}^2$ pintapaineella, että pellettejä muodostuu. Puristus pintaa yhdellä rullalla eli kolleripyörällä on noin 1800 mm^2 , ja pyöriä on koneessani 2 kpl eli pinta-alaa on 3600 mm^2 . Pyörien ja matriisin väliin syntyy yhteensä 520 kN :n puristusvoima, 260 kN kolleripyörää kohti. Laakerikoon valinnat teen laskemalla nimelliskestoian L_{10h} (käyttötuntia) alla olevalla kaavalla.



KUVIO 17. Kolleripyörän puristus pinta

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

L_{10h} = nimelliskestoikä, käyttötuntia

n = pyörimisnopeus, r/min

C = laakerin dynaaminen kantavuusluku, N

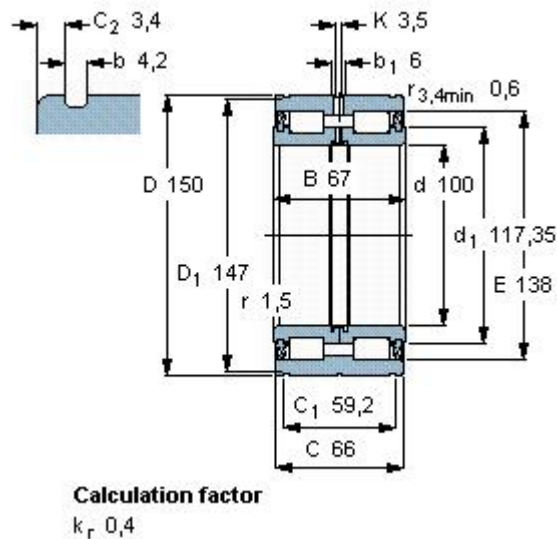
P = laakerin dynaaminen ekvivalenttikuormitus, N

p = eksponentti, jonka arvo kuulalaakereille on 3, rullalaakereille $10/3$

Kotitalouskoneet, maatalouskoneet, kojeet, lääketieteelliset koneet, laakerien tarvittavan nimelliskestävyyden ohjearvot ovat 300 ... 3000 käyttötuntia. (SKF Laakerikirja 1991, 34.)

5.3.1 Kolleripyörien laakeri valinta

Kolleripyörien laakereiksi valinta oli vaikeaa, koska täytyy löytää kestävä laakeri tietyin mittaehdoin. Valitsen SKF NNF 5020 ADB-2LSV kaksiriviset lieriörullalaakerit molemmin puolilla tiivisteillä.



KUVIO 18. SKF NNF 5020 ADB-2LSV kaksirivinen lieriörullalaakeri (SKF 2010.)

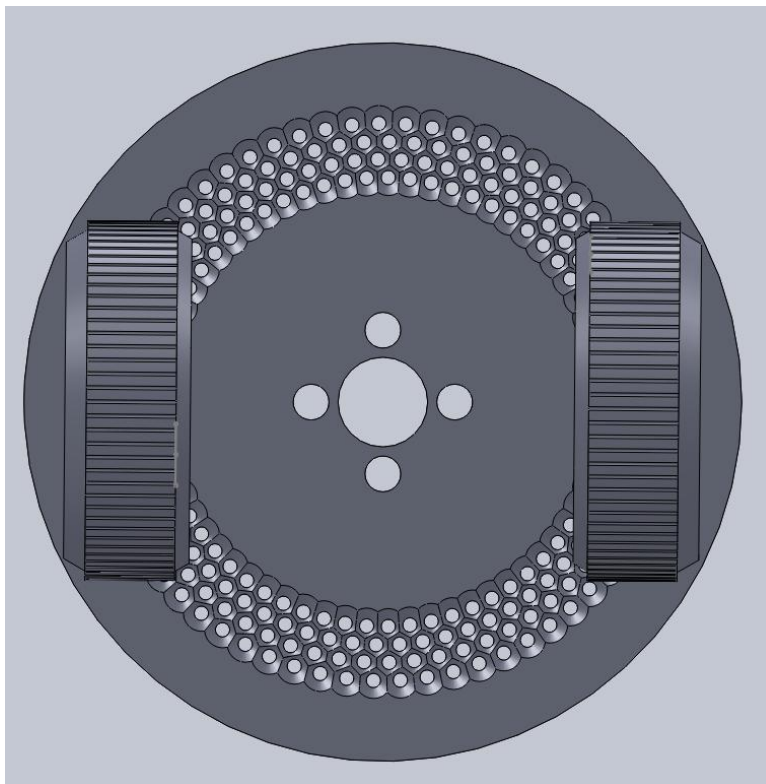
Kolleripyörien laakerivalinnassa käytin apuna L_{10h} laakerin käyttötuntikaavaa. Lisäksi pyörimisnopeus piti laskea, koska se on eri kuin matriisilla. Kolleripyörien keskeltä mitattuna ne pyörivät 280 mm:n kehällä. Pyörät pyörivät $280 \text{ mm} \cdot \pi = 879,65 \text{ mm}$:n pituisella kehällä. Kolleripyörien halkaisija on 200 mm, ja niiden kehämitta on $200 \text{ mm} \cdot \pi = 628,32 \text{ mm}$. Matriisinkierrosluku on 100 r/min.

Kolleripyörien nopeus on $\frac{879,65 \text{ mm} \cdot 100 \text{ r/min}}{628,32 \text{ mm}} = 140 \text{ r/min}$

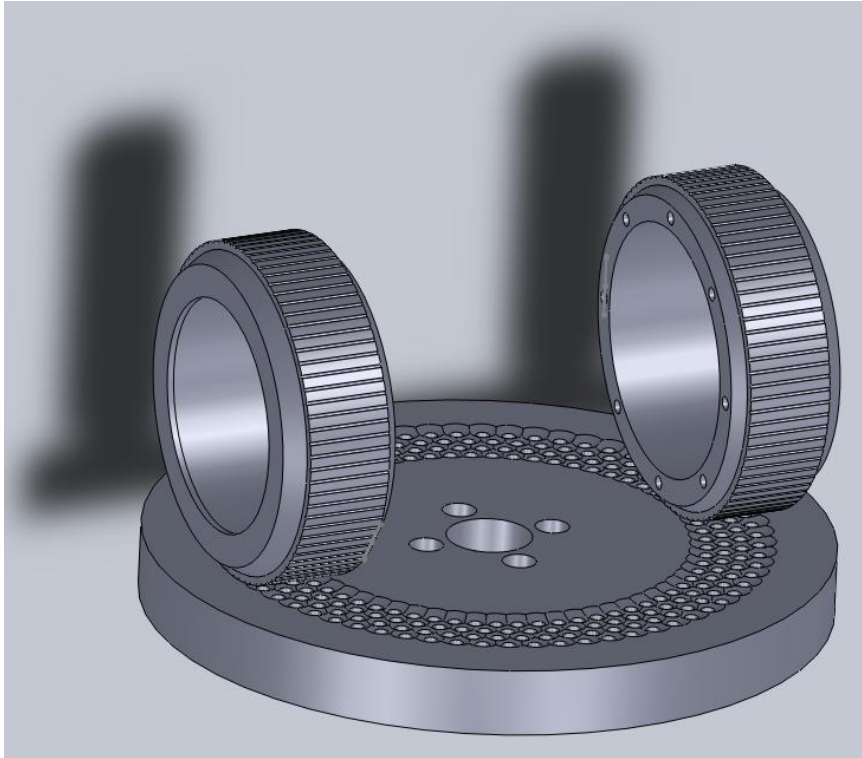
$$L_{10h} = \frac{1000000}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60 \cdot 140} \left(\frac{347000}{260000} \right)^{10/3}$$
$$L_{10h} = 311,584$$

SKF NNF 5020 ADB-2LSV kaksirivisen lieriörullalaakerin kestoikä menee toleranssiin, joka on 300...3000 käyttötuntia.



KUVIO 19. Kolleripyörien paikat matriisilla

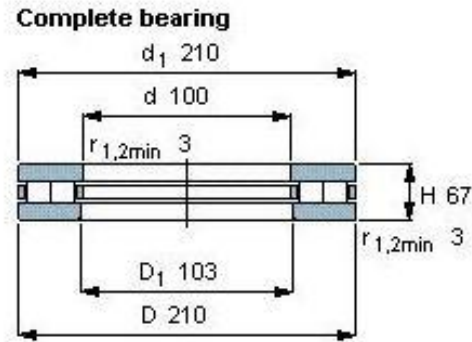


KUVIO 20. Kolleripyörät matriisilla

Kolleripyöriin tulee aina yksi laakeri yhteen pyörään. Kun pyörät ovat vain 50 mm paksuiset ja laakerit 67 mm, tulee ongelma. Yksi vaihtoehto olisi laittaa pyörän ulkopuolelle laakerissa oleviin uriin sokat, mutta en usko, että pidemmän päälle olisi kestävä ratkaisu. Valitsen lukitustavaksi pyörän sisäpuolelle pulttiliitoksella tuleva lukitusrenkas. Sisäpuolella on tilaa olla hyvin lukitusrenkaalle. Pyörän malli on tarkoitus tehdä keskikohdasta paksumpi myös ulospäin.

5.3.2 Matriisin laakerien valinta

Matriisin aksiaalista kuormaa ottaa vastaan painelaakeri ja kestäväksi laakerityypiksi valitaan lieriömäinen aksiaalirullalaakeri. SKF laakerikuvastosta tutkitaan ja lasketaan sopivan kokoisia laakereita. Sopivaksi osoittautui 89420 M aksiaalirullalaakeri, jonka dynaaminen kantavuusluku on 680 kN.



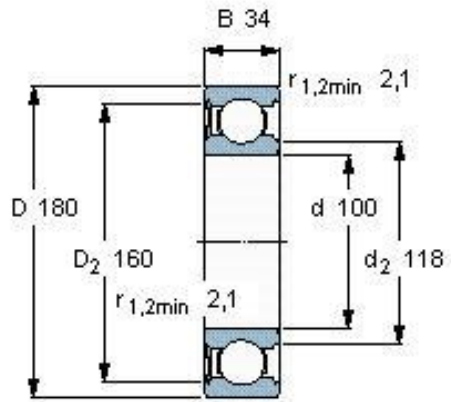
KUVIO 21. SKF 89420M aksiaalirullalaakeri (SKF 2010.)

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60 \cdot 100} \left(\frac{680000}{520000} \right)^{10/3}$$

$$L_{10h} = 407,569$$

SKF 89420M aksiaalirullalaakerin kestoikä menee toleranssiin joka on 300...3000 käyttötuntia.

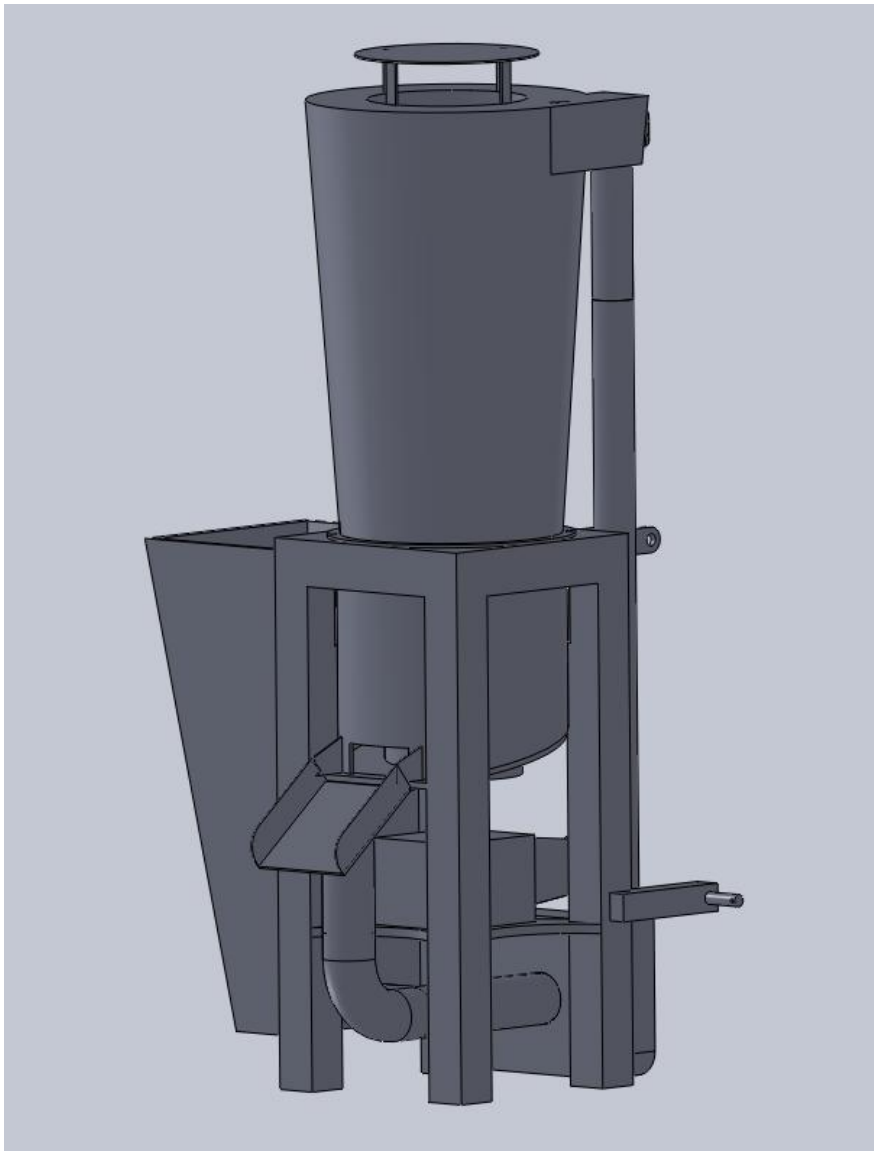
Puristimeen tulee kaksi matriisin akselin laakeria, jotka vastaan ottavat vain radiaalivoimia. Laakerit tulevat olemaan samalla sisähalkaisijalla kuin painelaakerikin. Matriisin akselin laakereiksi valitaan SKF 6220-RS1, mittojen perusteella. Näille laakereille ei tule suuria voimia, ja siksi laskentaa ei suoriteta. Laakerit ovat kuitenkin aika suuret johtuen suuresta akselin halkaisijasta. Matriisin akselin voitelu tullaan suorittamaan rasvanipalla laakereiden väliin jäävään tilaan, muut laakerit ovat kestovoideltuja.



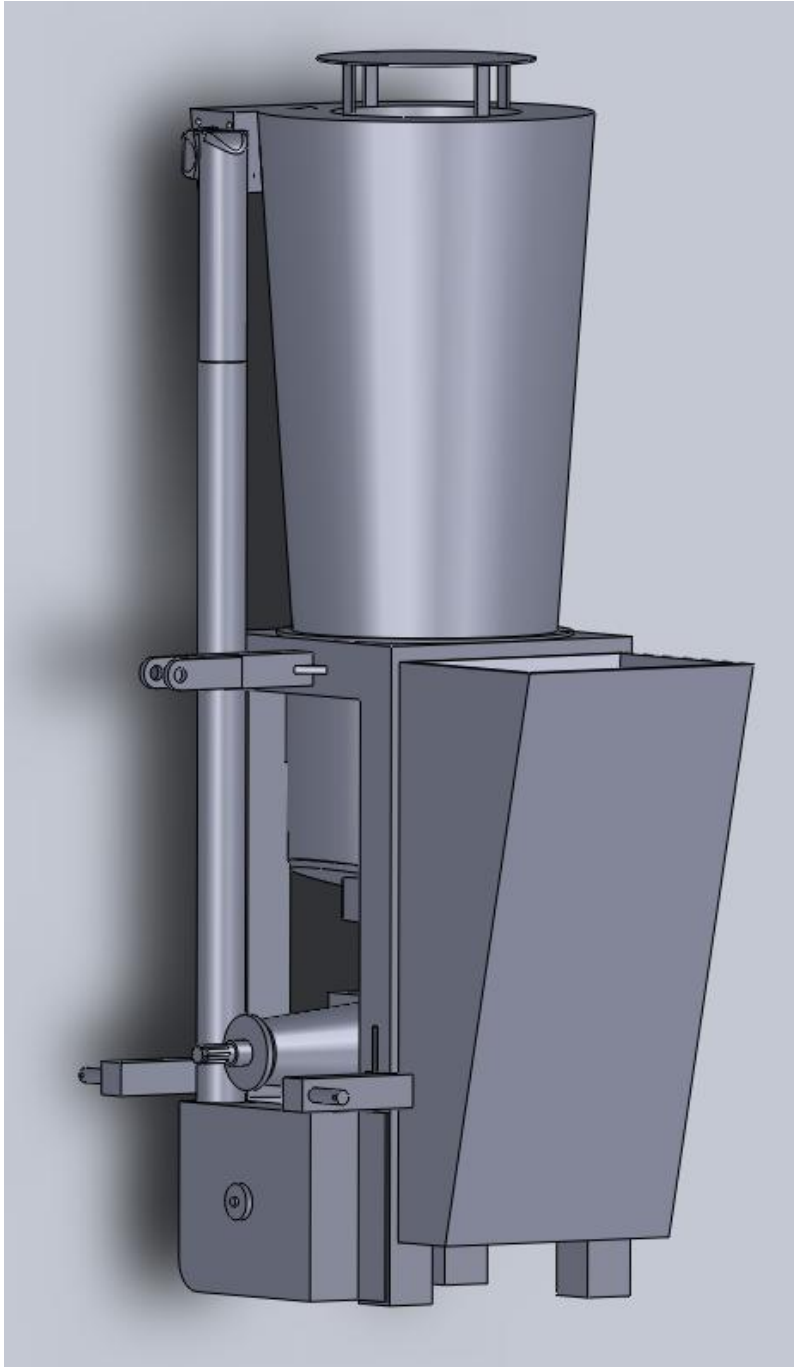
KUVIO 22. SKF 6220-RS1 urakuulalaakeri (SKF 2010.)

6 TULOKSET

Pellettipuristin kokonaisuus, joka mahdollisesti toteutetaan lähiaikoina. On mahdollista ja todennäköistä, että puristin vaatii vielä joitain muutoksia. Tämä työ onkin ns. prototyypin valmistusta varten. Uskon kuitenkin, että pellettiä saadaan puristettua ja kone muutenkin toimii. Jatkokehittelyä varmasti tulee ja aina kaikki laitteet muuttuu ja kehittyy ajan kanssa. Jos tuote joskus kaupallistettaisiin, olisi laakerit ehkä se, mitä pitäisi tutkia ja testata eniten.



KUVIO 23. Opinnäytetyössä suunniteltu pellettipuristin kokonaisuus takaviistosta.



KUVIO 24. Opinnäytetyössä suunniteltu pellettipuristin kokonaisuus etuviistosta

7 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö oli erittäin mielenkiintoinen ja antoisa. Työn tuloksista nautitaan edullisesti lämmitetyssä talossa vielä joskus. Työn aikana esiin tuli paljon uusia ajatuksia, toteutustapoja ja menetelmiä. Olisi ollut kiva tehdä myös itse puristin tämän työn ohessa, mutta sen valmistaminen olisi ollut todella hidasta. Työ onnistui mielestäni hyvin, ja sen lopullisen onnistumisen saadaan selville vasta, kun puristin rakennetaan valmiiksi. Työssä haasteellisinta oli saada laakerointi täsmäämään kaikkiin muihin koneenosiin. Pintapaineen ollessa suuri, joutuu rakentamaan suuret laakerit, ja niiden sovittaminen koneeseen oli vaikeaa. Lisää kehittämistä vaativat raaka-aineen ohjauslevyt matriisilla sekä puristetun pelletin mahdollinen jäähdytys. Pelletin puristamisessa syntyy lämpöä ja pelletit ovat lämpimiä puristuksen jälkeen. Sitä en vielä tiedä, vaativatko pelletit näin pienessä laitteessa erillisen jäähdytyksen. Laitteen valmistuttua, voimme testata jäähtyykö pelletit ilman erillistä jäähdytystä. Erillisen jäähdytyksen rakentaminen ei ole vaikeaa, vaan kuljettimessa jolla pelletit siirretään siiloon, jäähdytetään ne siirron aikana ilmalla.

LÄHTEET

Ariterm Biomatic+ 20 asennus ja käyttöohje. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://195.198.92.151/ariterm/Ariterm%20Biomatic+%2020%20FIN%20260710%20low%20res.pdf> Luettu 22.11.2010.

Bioenergiaa metsästä 2003-2007 Projektin info. Euroopan unionin osaksi rahoittama Interreg-projekti. Jyväskylän Yliopisto. Www-dokumentti. Saatavissa:

https://ciweb.chydenius.fi/project_files/FI-INFO-pdf-b/INFO-F108.pdf Luettu 23.11.2010.

SKF. 1991. Laakerikirja.

SKF laakerikuvasto, 2010a. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=173006&prodid=173006420> Luettu 24.11.2010.

SKF laakerikuvasto, 2010b. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=105026&prodid=1050260220> Luettu 24.11.2010.

SKF laakerikuvasto, 2010c. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://skfprod2.skf.com/skf/productcatalogue/Forwarder?action=PPP&lang=en&imperial=false&windowName=null&perfid=143131&prodid=143131020> Luettu 24.11.2010.

Suomen Pellettienergiayhdistys ry, 2010. Tilastotietoja. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www.pellettienergia.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=76 Luettu 22.11.2010.

Termax pellettikattila esite. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.nordtherm.fi/esitteet/termaxpellet25suomi.pdf> Luettu 22.11.2010.

Tuomaala Jorma. 1995. Luova koneensuunnittelu. Jyväskylä. Gummerus kirjapaino Oy.

Vapo-puupelletin ominaisuuksia. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.vapo.fi/fin/maatilaasiakkaat/lammityspolttoaineet/pelletit/puupelletti/?id=552>

Luettu 22.11.2010.