

Jarmo Pitkäranta

**Turkistarhaukseen  
ruokintatrukkiin liitettävä  
imuri**

Opinnäytetyö

Kevät 2012

Tekniikan yksikkö

Tietotekniikan koulutusohjelma

Mekatroniikka



# SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Koulutusohjelma: Tietotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Mekatroniikka

Tekijä: Jarmo Pitkäranta

Työn nimi: Turkistarhaukseen ruokintatrukkiin liitettävä imuri

Ohjaaja: Markku Kärkkäinen

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 41

Liitteiden lukumäärä: 3

---

Päättötyön tarkoituksena on rakentaa Suomen Turkiseläinten Kasvattajia varten eläintenkarvojen poistoon tarkoitettu hydraulimoottorilla toimiva imuri, joka voidaan liittää ruokintatrukkiin. Työn yksi tärkeimmistä asioista on se, että imuri voidaan koteloineen liittää ruokintatrukkiin. Ketun kasvattajille on tärkeää, että sama peruskone soveltuu moniin eri tarkoituksiin. Trukkiin liitettävän laitteiston täytyy myös olla helposti liitettävä ja irrotettavissa trukista sekä riittävän kevyt, jotta sitä olisi helppo käsitellä.

Tuotteen päätarkoitus on imuroida karvat ja muut epäpuhtaudet pois kettujen ruokinnan yhteydessä tarharakenteista hallitusti. Imurin käyttö on hyödyllistä, koska nykyaikana tarhaukset ovat siirtyneet enemmän hallirakennuksiin, jossa irtokarvat häiritsevät enemmän kuin ulkotarhoissa. Toinen merkittävä hyöty on se, ettei karvojen poistoon tarvitse käyttää vettä kuten tällä hetkellä. Veden runsaan käytön johdosta maaperään joutuu ylimääräisiä ravintoaineita, mikä on epäsuotavaa.

Koska karva kerätään talteen, on tarkoitus jatkossa selvittää, onko karvan käyttö villan lisäaineena mahdollista. Tämä tarjoaisi mahdollisuuden karvan uusiokäytölle. Jatkossa on tarkoitus rakentaa myös sähkömoottorilla toimiva sekä perässä vedettävä imuri, joka sopii paremmin hallirakennuksiin suuremman säiliötilavuutensa johdosta. Tuotetta on tarkoitus markkinoida tulevaisuudessa myös Tanskassa.

Asiasanat: hydrauliiikka, keskipakovoima

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**Thesis abstract**

Faculty: School of Technology  
Degree programme: Information Technology  
Specialisation: Mechatronics

Author: Jarmo Pitkäranta

Title of the thesis: Vacuum extractor attachment for fur farming feeding-truck

Supervisor: Kärkkäinen Markku

Year: 2012                      Number of pages: 41      Number of appendices: 3

---

The goal of this thesis was to build a vacuum which uses truck loader's hydraulic for Finnish fur breeders' association. The main purpose of this device is that it can remove fox hair with vacuum. When vacuum is used, water is no longer needed to remove hair from fox cages. This is good because the enriched water may harm the surrounding nature. This hair removal device has to be easy to attach to and remove off a feeding truck. In the future it will be studied whether the fox hairs can be recycled.

Keywords: hydraulics, centrifugal force

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

## SISÄLLYS

<b>LYHENTEET .....</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 TOIMEKSIANNON ESITTELY.....</b>	<b>9</b>
2.1 Vesa Kalijärvi Oy .....	9
2.2 PSTK.....	10
2.3 Lakeuden Hydro .....	10
2.4 Norcar-BSB Oy .....	11
2.5 Fanax Oy.....	11
<b>3 LAITE ESITTELY .....</b>	<b>13</b>
3.1 Minkomatic 570.....	13
3.2 Hydrauliiikkapumput.....	13
3.2.1 Hammaspyöräpumput .....	16
3.3 Casappa PLP 20.8 .....	19
3.4 Hihnakäyttöinen puhallin BDC 200-180 .....	21
3.4.1 Newtonin 3. laki.....	22
3.5 Kotelo.....	23
<b>4 NYKYINEN KARVOJEN POISTAMISEN RATKAISU.....</b>	<b>24</b>
<b>5 TUOTTEEN SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN .....</b>	<b>25</b>
5.1 Suunnittelu .....	25
5.2 Rakentaminen.....	26
<b>6 RAKENTAMISESSA HUOMATTUJA ONGELMIA.....</b>	<b>33</b>
<b>7 TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT .....</b>	<b>34</b>
<b>8 LOPPUKOMMENTIT JA KIITOKSET .....</b>	<b>36</b>
8.1 Loppukomentit.....	36

8.2 Kiitokset.....	36
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>38</b>
<b>LITTEET .....</b>	<b>39</b>

## LYHENTEET

OEM	Original Equipment Manufacturer
PSTK	Pohjois-Suomen Turkiseläinten Kasvattajat
STKL	Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto
$V_k$	Kierrotilavuus
$V_{rad}$	Radiaanitulavuus
Q	Tilavuusvirta
$Q_{teor}$	Teoreettinen tilavuusvirta
$Q_{tod}$	Todellinen tilavuusvirta
n	Kierrosnopeus
$\omega$	Kulmanopeus
$\pi$	Pii
$\eta_{kok}$	Kokonaishyötysuhde
$\eta_{hm}$	Hydromekaaninen hyötysuhde
$\eta_{vol}$	Volumetrinen hyötysuhde

## 1 JOHDANTO

Turkistarhaus on pääosin vanhaan Vaasan lääniin sijoittuva vientielinkeino.

Alan tekninen kehitys ja innovaatiot ovat pääsääntöisesti yrittäjien itsensä keksimiä.

Ruokintakoneen kehittäminen noin viisikymmentä vuotta sitten oli eräs alan työläintä työvaihetta helpottava tekijä. Ruokintakoneen hydrauliiikan ja muun tekniikan kehittymisen myötä on laitteen ympärille valmistettu monenlaisia päivittäistä työtä helpottavia lisälaitteita.

Yksi vaikeimmista tehtävistä on puusta ja metalliverkoista koostuvien rakenteiden puhdistus. Puhdistukseen käytettäviä laitteita on tällä hetkellä kaksi, molemmat saavat käyttövoimansa ruokintakoneen hydrauliiikasta. Toinen on pyörivä harjalaite lattioiden puhdistukseen, jonka ongelmana on tukkeutuminen ja karvapölyn ilmaan nostaminen, josta se leijuu takaisin rakenteisiin. Toisena laitteena käytetään painepesuria, jossa ongelmaksi muodostuu käytettävä runsas vesimäärä, mikä taas huuhtelee kettujen lannasta ravinteita tarha-alueelle aiheuttaen ympäristöongelmia.

Hankkeen tavoitteena on kehittää tehokas imuri sekä säiliö, johon irtokarvat ja muut epäpuhtaudet voidaan imeä, sekä kuljettaa hallitusti pois tarha-alueelta. Käyttövoimaksi on tarkoitettu ensisijaisesti hydrauliiikka. Hankkeen tarkoituksena on myös mahdollistaa imurin liittäminen ruokinkoneeseen, jotta ruokinnan yhteydessä voitaisiin suorittaa tarhojen puhdistus.

Mikäli laitteesta saadaan toimiva, tulisi lisäksi kartoittaa muissa turkiseläintuotantomaisissa käytössä olevaa ruokintakalustoa ja laitteen soveltuvuutta niihin, koska varsinkin Tanskassa tuotannon siirtyminen laajoihin hallirakennuksiin lisää puhdistustarvetta. Joten heti kehittämisvaiheessa tulisi ottaa huomioon laitteen mal-

lisuojaukset, sekä vientimahdollisuudet, koska vastaavanlaista laitteistoa ei ole olemassa missään. Lisäksi tulisi selvittää laitteen tarve perinteisessä tuotantoeläinkasvatuksessa maatalouden sektorilla.



## **2 TOIMEKSIANNON ESITTELY**

Yrityksien kanssa on tehty voimakkaasti yhteistyötä, jotta tuotteesta on saatu turkistarhaajille sopiva. Lisäksi jotkut yrityksistä on sponsoroinut työtä, joka on auttanut sen valmistamista.

### **2.1 Vesa Kalijärvi Oy**

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Vesa Kalijärvi Oy. Vesa Kalijärvi Oy on keskikokoinen turkistila, jossa siitosnaaraita on noin 500. Yritys tuottaa laadukkaita sini- ja hopeaketunnahkoja sekä erilaisia muunnoskettuja. Suurin osa on sinikettuja ja loput 10 - 20 % muita kettuja. Yritykseen kuuluu kaksi turkistilaa, joista toinen sijaitsee Ekolan kylässä ja toinen Alahärmän kirkonkylässä. (Kalijärvi 2010.)

Vesa Kalijärvi on toiminut turkistarhauksen parissa vuodesta 1979 lähtien. Hänen lisäksi yrityksessä työskentelee vakituisesti hänen poikansa. Nahkonta eli prosessi, jossa turkisnahka otetaan hyötykäyttöön, ostetaan urakointina. Vesa Kalijärvi Oy tekee yhteistyötä erään turkisompelimon kanssa, jossa hän tuottaa omista ketunnahoistaan valmiita tuotteita. Yhdessä he ovat suunnitelleet myyntiin erilaisia turkiksesta valmistettuja asusteita kuten käsineitä, huiveja ja hääviittoja. (Kalijärvi 2010.)

Tuotetuista ketunnahoista 60 - 70 % myydään Turkistuottajat Oyj:n kautta, joka on Vantaalla sijaitseva kansainvälinen turkishuutokauppayhtiö. Osa nahoista myydään itse muokkaamattomina ja valmiiksi muokattuina ja värjättyinä. Muokkaus, värjäys ja karvapeitteen leikkaus tapahtuu PanFur 2000 Oy -nimisessä muokkamossa Panttilassa. Loput nahat jatkojalostetaan valmiiksi tuotteiksi ja myydään. Yrityksen tavoitteena on lisätä jatkojalostustuotteiden määrää. Tarkoituksena on kehittää myyntiin uusia tuotteita ja laajentaa tuotevalikoimaa. (Kalijärvi 2010.)

## **2.2 PSTK**

Pohjois-Suomen Turkiseläinten Kasvattajat ry (PSTK ry) on turkiseläinkasvattajien vuonna 1938 perustama yhdistys, joka valvoo tuottajien etuja ja tiedottaa ajankohtaisista asioista, järjestää koulutusta ja kursseja jäsenilleen sekä seuraa turkiseläinkeinon yleistä kehitystä niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa. (PSTK 2006.)

Vuonna 2008 jäseniä yhdistyksessä oli 529 yritystä. Jäseneksi voivat liittyä kaikki toiminta-alueella toimivat turkistilat, jossa toiminta-alue käsittää suomenkielisen Pohjanmaan Kauhajoelta aina Lappiin saakka. (PSTK 2006.)

PSTK:n alueella tuotetaan 1 000 000 ketunnahkaa, 500 00 minkinnahkaa ja 80 000 suomensupinahkaa. Toiminta-alueella on yhteensä 4 tuottajien omistamaa rehukeskusta sekä Turkistalouden tutkimuslaitoksen koetarha Kannuksessa (MTT) ja turkistalouskoulu. (PSTK 2006.)

Yhdistyksellä on vahvaa yhteistyötä Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry:n (STKL ry) sekä elinkeinon muiden järjestöjen ja huutokauppayhtiö Turkistuottajat Oyj:n kanssa. (PSTK 2006.)

Yhdistyksen toimisto sijaitsee Himangalla (PSTK 2006).

## **2.3 Lakeuden Hydro**

Lakeuden Hydro Oy on perustettu 1971 Seinäjoelle, Vaasaan liike perustettiin 1976. Lakeuden Hydro Oy on hydrauliiikan ja pneumatiikan, teollisuusletkujen, laakereiden ja tiivistysrenkaiden sekä työkalujen myyntiin keskittynyt yritys Pohjan-

maalla. Tuotevalikoimansa lisäksi Lakeuden Hydro Oy hoitaa asiakkaittensa hydrauliiikka- ja pneumatiikkaongelmat kokonaisvaltaisesti aina suunnittelusta testaukseen ja huoltoon saakka. Lakeuden Hydro Oy on vahva teollisuuden hydrauliiikka-järjestelmien osaaja. Yritys on yli 35 vuotta suunnitellut ja ratkonut hydrauliiikkaongelmia, jonka ansiosta yrityksellä on tukeva pohja jalostaa suunnitelmat toimiviksi järjestelmiksi korjaamoissaan. Lakeuden Hydro Oy haluaa huolehtia myös ympäristöstä, jonka johdosta he ovat laatineet ympäristöjärjestelmän, jonka BVQI on sertifioinut vuonna 2000. (Lakeuden Hydro 2008.)

## **2.4 Norcar-BSB Oy**

Norcar-BSB Oy on vuonna 1979 perustettu maailman johtava turkistarhauslaitteiden toimittaja. Yrityksen toimituksiin kuuluvat myös pienkuormaajat ja teollisuusautomaatiot. Norcar-BSB:ssä on kolme erillistä yksikköä, pienkuormaajat, tarhaus ja teollisuusautomaatio. Pienkuormaajayksikön valmistukseen ja myyntiin kuuluu Agromatic- ja Norcar-pienkuormaajat, joista 1998 jälkeen on tullut mm. maatalouksille ja urakoitsijoille hyvin suosittuja tuotteita. Tarhausyksikkö valmistukseen ja myyntiin kuuluu laitteita ja koneita turkistarhaajille aina Minkomatic-ruokintatrukeista ja rehunvalmistuskoneista alkaen juottojärjestelmiin ja nauhoitus-koneisiin saakka. Teollisuusautomaatioyksikön valmistukseen ja toimituksiin kuuluvat laitteet ovat robotit ja kokonaiset tuotantolinjat teollisuudelle niin Suomessa kuin ympäri Eurooppaa. (Norcar-BSB 2010.)

## **2.5 Fanax Oy**

Fanax Oy on vuonna 1995 perustettu, yksityisessä omistuksessa oleva ilmankäsittelykomponenttien maahantuojaja sekä jälleenmyyjä. Fanax Oy:n edustukseen kuuluu Euroopan suurimpien ja tunnetuimpien valmistajien tuotteita. Edustuksessa ovat mm. Rosenberg Saksa, Ecofit Ranska, Torin-Sifan Iso-Britannia, S.E.A.T Ranska ja Sodeca Espanja. (Repo 2010.)

Fanax Oy:n asiakaskunta koostuu OEM (original equipment manufacturer) -valmistajista, urakoitsijoista sekä After Sales-markkinoista. (Repo 2010.)

Toiminnassaan Fanax Oy on keskittynyt suoraikäyttöisten ja korkean hyötysuhteen omaavien keskipakopuhaltimien markkinointiin. Fanax Oy:n vahva erikoisosaa-  
misalue on räjähdysvaarallisten, ATEX-luokiteltujen tilojen ilmankäsittelykom-  
ponentit. (Repo 2010.)

Kokemusta ilmankäsittelyalalta yritykseltä löytyy jopa 35 vuoden ajalta. Tästä joh-  
tuen Fanax Oy onkin saavuttanut markkinoilla vakaan, luotetun ja joustavan toimit-  
tajan aseman. (Repo 2010.)

### **3 LAITE ESITTELY**

#### **3.1 Minkomatic 570**

Minkomatic 570 on voimakas kone keskisuurelle tarhalle. Rehusäiliöt on valmistettu iskunkestävästä ABS-muovista tai ruostumattomasta teräksestä, joista löytyy eri kokoja. Minkomatic 570:ssä on 26 hv:n dieselmoottori ja hydrostaattinen voimansiirto. Rehupumppua voidaan käyttää hydraulisesti molempiin suuntiin. (Norcar-BSB 2010.)

Minkomatic 570:een voidaan tarvittaessa vaihtaa pienet pyörät, jonka ansiosta kääntösäde on ainoastaan 228 cm, tai vaihtoehtoisesti suuret etupyörät, jonka ansiosta paino jakaantuu paremmin ja kääntösäde 266 cm. Minkomatic 570:ssä on joustava taka-akseli, joka aikaansaa mukavamman ajon epätasaisilla alustoilla. (Norcar-BSB 2010.)

#### **3.2 Hydrauliiikkapumput**

Pumput joita käytetään hydraulikassa toimivat yleensä syrjäytysperiaatteella ja ne tuottavat tilavuusvirtaa. Pumpussa akselille pyörimisliikkeen muodossa tuotu mekaaninen energia muuttuu hydrauliseksi energiaksi. Järjestelmässä syntyy paine silloin, kun pumpun synnyttämää tilavuusvirtaa vastustetaan esimerkiksi sylinterin liikuttaman kuorman avulla. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 189-190.)

Kun hydraulipumppua käytetään paineettomana saadaan jokaista sen kierrosta kohden tietty nestemäärä, jota kutsutaan kierrostitavuudeksi  $V_k$ . Pumpun tilavuusvirta  $Q$  riippuu pyörimisnopeudesta  $n$  ja kierrostitavuudesta  $V_k$ . (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 189-190.)

$$Q = V_k \times n$$

Missä  $Q =$  tilavuusvirta [ $\text{m}^3$ ]

$V_k =$  kierrostitavuus [ $\text{m}^3/\text{r}$ ]

$n =$  kierrosnopeus [ $\text{r/s}$ ]

Oikea tunnus kierrostitavuudelle on  $Q_{\text{teor}}$ , koska vastukset pumpun sisällä ja nesteen viskositeetista muodostuva vastus pienentävät sitä (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 189-190).

Radiaanitulavuus on tilavuus, jonka pumppu tuottaa kiertyessään yhden radiaanin. Tätä tilavuutta voidaan käyttää myös kierrostitavuuden tilalla (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 189-190).

$$V_{\text{rad}} = V_k / (2 \times \pi)$$

Missä  $V_{\text{rad}} =$  radiaanitulavuus [ $\text{m}^3/\text{rad}$ ]

Pyörimisnopeuden tilalla täytyy käyttää kulmanopeutta  $\omega$ .

$$\omega = 2 \times \pi \times n$$

Missä  $\omega =$  kulmanopeus [ $\text{rad/s}$ ]

$n =$  pyörimisnopeus [ $\text{r/s}$ ]

$$Q = \omega \times V_{\text{rad}}$$

Pumpun imu- ja painepuolen välillä vallitsee aina paine-ero, tämä aiheuttaa sisäisiä vuotoja pumpussa. Matalamman paineen puolelle virtaa nestettä korkeamman paineen puolelta. Volumetrisellä hyötysuhteella otetaan huomioon vuotojen aiheut-

tamat häviöt. Paine sekä pumpun pyörimisnopeus vaikuttavat volumetrisen hyötysuhteen suuruuteen. Pumpun välysten kautta tapahtuvat vuodot kasvavat paineen kasvaessa. Pumpun tuottama tilavuusvirta kasvaa kierrosluvun kasvaessa ja vällykset pysyvät samansuuruisina. Vuotovirtaukset eivät kasva paljonkaan suuremmiksi, tämän johdosta pumpun volumetrinen hyötysuhde paranee. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 189-190.)

Pumpun tuottama todellinen tilavuusvirta  $Q_{\text{tod}}$  on.

$$Q_{\text{tod}} = \eta_{\text{vol}} \times n \times V_k$$

Pumpun kokonaishyötysuhde  $\eta_{\text{kok}}$  muodostuu hydromekaanisesta hyötysuhteesta  $\eta_{\text{hm}}$  sekä volumetrisesta hyötysuhteesta  $\eta_{\text{vol}}$  yhdessä.

$$\eta_{\text{kok}} = \eta_{\text{hm}} \times \eta_{\text{vol}}$$

Missä  $\eta_{\text{hm}}$  = kitka- ja pyörrehäviöistä johtuva hydromekaaninen hyötysuhde

$\eta_{\text{vol}}$  = Sisäisistä vuodoista aiheutuva volumetrinen hyötysuhde

Hydraulista painetta ei voida varastoida, koska neste ei puristu kokoon. Tämän johdosta hydraulijärjestelmän suunnittelussa täytyy ottaa huomioon sen vaatima tilavuusvirran suuruus pumppujärjestelmän mitoituksen vuoksi. Tärkeää on hetkellisen huippukulutuksen selvittäminen, ettei järjestelmän toimisi moitteettomasti myös kriittisessä tilanteessa. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 189-190.)

Lähes kaikki valmistettavat hydraulipumput kuuluvat seuraavaan neljään tyyppiin: hammaspyöräpumput, ruuvipumput, siipipumput sekä mäntäpumput. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 189-190.)

Rakenteensa ja muiden ominaisuuksiensa perusteella voidaan pumpputyypit jakaa useisiin alaryhmiin. Seuraavaksi on lueteltu tavallisimmat pumpputyypit:

- 1) Hammaspyöräpumput: ulkopuolisesti sivuavat hammaspyörät (kaksipyöräiset ja monipyöräiset), sivupuolisesti sivuavat hammaspyörät (erottajalla varustetut ja hammasrengaspumput)
- 2) Ruuvipumput: 1-ruuviset, 2-ruuviset ja 3-ruuviset
- 3) Siipipumput: yksikammioiset ja monikammioiset
- 4) Rivimäntäpumput: kampimekanismi ja epäkeskopumput
- 5) Säteismäntäpumput: pyörivä sylinteriryhmä ja kiinteä sylinteriryhmä
- 6) Aksiaalimäntäpumput: staattoriaksaalipumput, suoraroottoripumput ja kulmaroottoripumput

### **3.2.1 Hammaspyöräpumput**

Rakenteensa perusteella hammaspyöräpumput jaetaan ulkohammaspyöräisiin eli ulkoryntöisiin ja sisähammaspyöräisiin eli sisäryntöisiin pumppuihin. Hammaspyöräiden keskinäisiin sijaintiin ja niiden lukumäärään perustuu hammaspyöräpumppujen jako. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 191-192.)

Pumpun tuoton tasaamiseksi on kehitelty erilaisia hammaspyöräratkaisuja, koska hammaspyöräpumpun tuottama tilavuusvirta ei ole tasaista. Ulkohammaspyöräisissä pumppuissa tilavuusvirtaa pystytään tasaamaan rakentamalla kaksoishammaspyöräpumppuja, joissa hammaskehät ovat erivaiheiset tai lisäämällä hammaspyöräiden hammaslukua. Vinot hampaat vähentävät tilavuusvirran vaihtelua, mutta lisäävät pumpun valmistuskustannuksia. Vinot hampaat aiheuttavat aksiaalivoimia, näiden kompensointi ja huomioonottaminen laakeroinnissa tekee pumpun rakenteesta monimutkaisemman. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 191-192.)



Kaksipyöräinen ulkoryntöinen pumppu on yleisin hammaspyöräpumpuista. Pumppun toinen pyörä pyörii vapaasti ns. käytävä pyörän pyörittämänä ja ns. käytävä pyörä on kytketty käyttömoottorin akselille. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 191-192.)

Hammaslovien välinen tilavuus kasvaa ryntökohdan jälkeen ja täyttyy nesteellä. Painepuolelle neste siirtyy ulkokehää pitkin hammaslovissa. Kun hampaat lähenevät ryntökohtaa painepuolella, pienenee niiden välinen tila ja siirtyy paineinen neste painekanavaan. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 191-192.)

Hampaiden kosketus ryntökohdassa estää paineisen nesteen vuodon takaisin imupuolelle. Hampaan pään välissä on poistumistie hampaiden väliin jäävälle nesteelle. Tämä neste johdetaan yleensä pyörien sivuille, jossa se voitelee hammaspyörien ja niiden sivulevyjen välit. Vuotohäiriöiden pienentämiseksi hammaspyörien ulkokehän ja pumppun pesän välillä on oltava mahdollisimman pieni vällys. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 191-192.)

Hyötysuhteet ja painearvot riippuvat ulkoryntöisten pumppujen sisäisestä rakenteesta. Pyörimisnopeudet ovat välillä 500 – 5000 r/min ja kokonaishyötysuhde on parhaimmillaan 0,9 – 0,93. Paineet vaihtelevat 14 – 21 MPa:n välillä. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 191-192.)

Sisäryntöisessä hammaspyöräpumpussa on käyttömoottorin akselille kytketty pyörä, joka on ulkopuolisesti hammastettu. Sisempi eli käytävä hammaspyörä pyörittää ulkokehällä olevaa sisähammastettua pyörää. Ryntökohdan jälkeen hammaspyörien hampaat irtoavat toisistaan, jolloin hammaslovien välinen tilavuus kasvaa ja muodostuu alipainetta, jolloin öljyä siirtyy säiliöstä pumppuun. Hammaslovissa hydraulioöljy siirtyy imukammioista painekammioon, jossa hammaspyörien hampaat lähestyvät toisiaan ja öljy puristuu pumppun paineliitintään. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 191-192.)

Hammasrengaspumppu on toinen sisähammaspyöräisellä rakenteella toteutettu pumpputyyppejä, jota kutsutaan gerotor-pumpuksi. Sisempi hammaspyörä on käyt-

tävänä pyöränä tässä pumpussa. Samaan suuntaan käytävän pyörän kanssa pyörii ulompi eli käytetty pyörä. Käyttävän pyörän hampaat liukuvat ulomman pyörän hampaita pitkin tiivistäen hammasloven. Imuaukon kohdalla hammaslovi täyttyy nesteestä tilavuuden kasvaessa. Tämän jälkeen hammasloven tilavuus pienentyy ja neste puristuu paineliitäntään. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 191-192.)

Sisäryntöisen hammaspyöräpumpun tuottama tilavuusvirta on tasaisempaa kuin ulkoryntöisen hammaspyöräpumpun. Melutaso on myös alhaisempi sisäryntöisellä hammaspyöräpumpulla. Hyötysuhde huononee sisäryntöisessä hammaspyöräpumpussa viskositeetin pienentyessä ja paineen kasvaessa. Pyörimisnopeus pumpuilla on noin 500 – 4000 r/min ja suurimmat käyttöpaineet ovat 10 – 14 MPa. Parhaimmillaan kokonaishyötysuhde on 0,93. Hyvä imukyky, suuri tilavuusvirta ja alhainen melutaso ovat sisäryntöisten hammaspyöräpumppujen hyötyjä. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 191-192.)

### 3.3 Casappa PLP 20.8

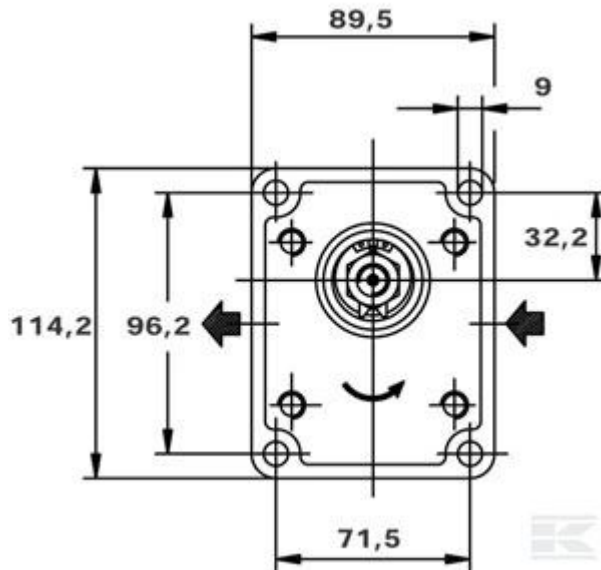
Hydrauliikkapumpuna käytetään Casappa PLP 20.8 - pumppua, joka on sisäryntöinen hammaspyöräpumppu.



**Kuva 1. Hydraulipumppu**

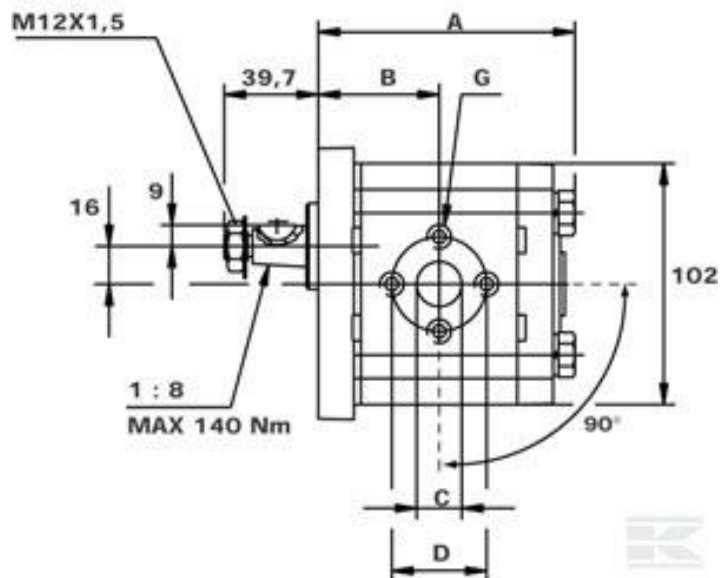
Hydrauliikkapumpun tiedot:

Pumpun kotelo on alumiinia ja takakansi sekä laippa ovat terästä. Yhtäjaksoinen paine on 250 bar, hetkellinen paine 280 bar sekä paine katto on 300 bar. (Kramp 2008.)



**Kuva 2. Mittatietoja hydraulipumpusta edestäpäin**

Seuraavaa lohkokuva varten tarvittavat mittatiedot ovat (kuva 3).  $A=98$  mm,  $B=46,25$  mm,  $D=30$  mm,  $E=30$  mm,  $N_{\max.}$  (Rpm)=3500,  $N_{\min.}$  (Rpm)=600 (Kramp 2008).

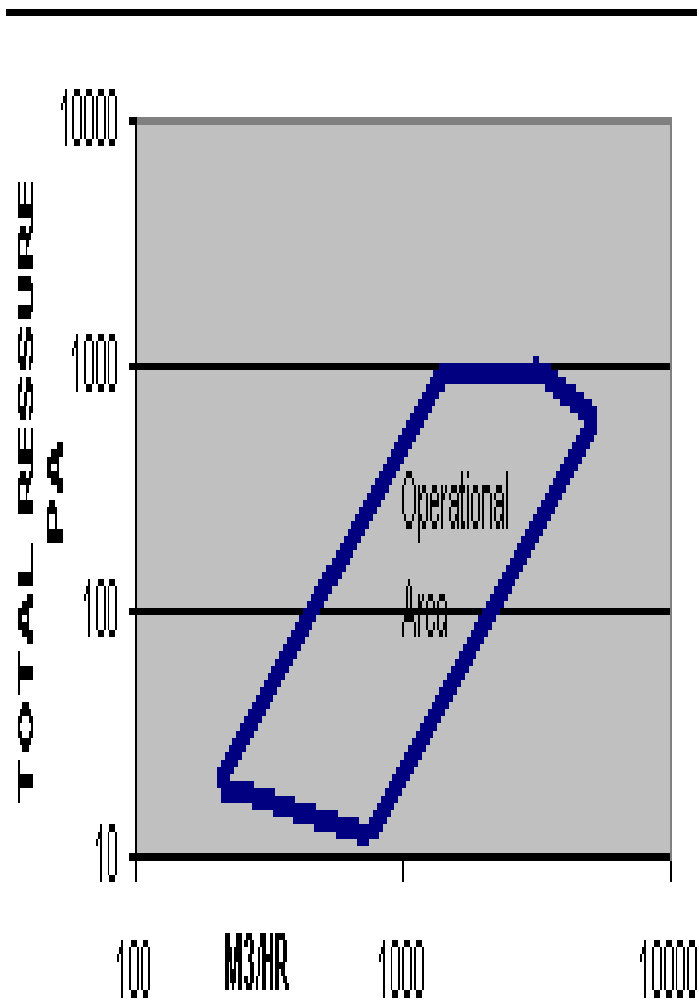


**Kuva 3. Mittatietoja hydraulipumpusta sivultapäin**

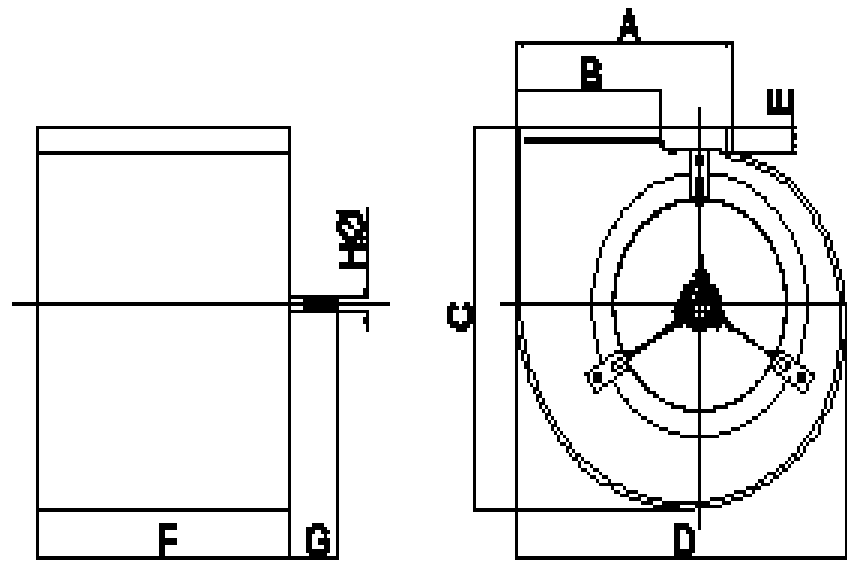
### 3.4 Hihnakäyttöinen puhallin BDC 200-180

Puhaltimen imuteho on  $800 \text{ m}^3/\text{h}$  (Torin-sifan 2010).

Hihnakäyttöinen puhallin käyttää toimintaperustanaan Newtonin kolmatta lakia.



Kuva 4. Kuvio puhaltimen imutehosta



Dimensions (mm):								
FanType	A	B	C	D	E	F	G	H
BDC200-180	222	162	307	321	27	232	84	20

Kuva 5. Mittatiedot hihnavetoisesta puhaltimesta

### 3.4.1 Newtonin 3. laki

Newtonin kolmas laki eli voiman ja vastavoiman laki.

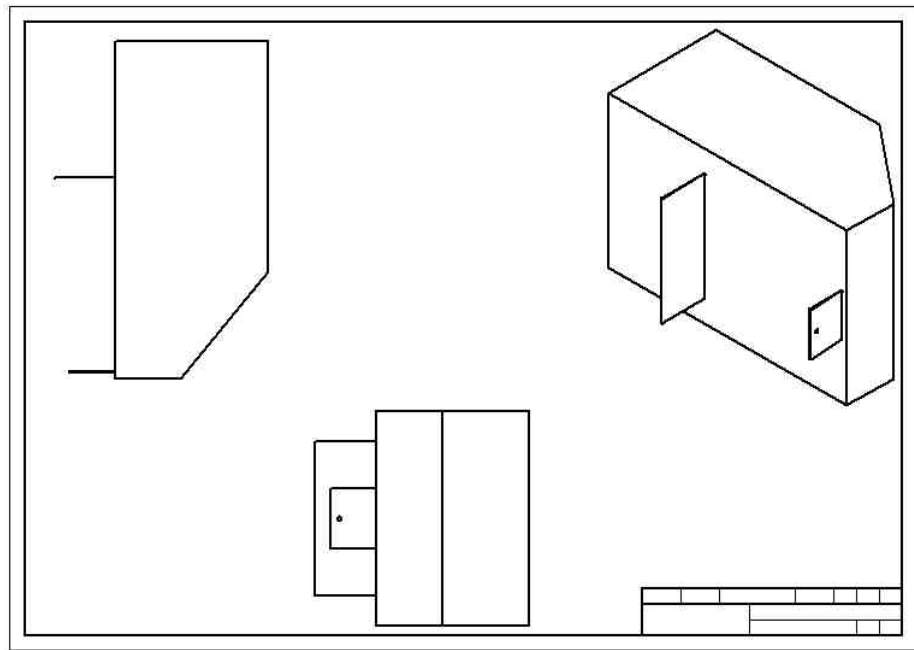
Kahden kappaleen vuorovaikutuksesta aiheutuu näiden välille vastakkaissuuntaiset voimat, jotka ovat yhtä suuret, tätä kutsutaan toistensa vastavoimiksi (Aaltonen, Hänninen, Seikola & Virtanen 2008, 40).

Esimerkiksi autoa työntäessäsi se tuntuu raskaalta työntää eteenpäin, koska auto vaikuttaa vastakkaisella voimalla ihmiseen, kuin hän autoa työntäessä eteenpäin.

Voima ja vastavoima vaikuttavat eri kappaleisiin, vaikka aiheutuvat samasta vuorovaikutuksesta. Voimien tasapainoa tarkastellessa vastavoimaa ei oteta huomi-

oon, sillä vain samaan kappaleeseen vaikuttavat voimat voivat tasapainottaa toisensa. (Aaltonen, Hänninen, Seikola & Virtanen 2008, 40.)

### 3.5 Kotelo



**Kuva 6. Mallipiirros tulevasta kotelosta**

Imurin toimintaan liittyy myös kotelo, jonne kerätään ketun karvat tarharakennuksista. Kotelon mitat ovat: leveys 750 mm, syvyys 750 mm sekä korkeus 1100 mm. Kuva kotelosta on esitelty kuvassa 6. Kotelo on rakennettu 2 mm:n alumiinista, jottei kokonaispaino kasvaisi liian suureksi käsiteltävyyden kannalta. Kotelo on suunniteltu siten, että se voidaan liittää ruokintatrukkiin helposti ja ettei se häiritse trukin jäähdytystä tai muitakaan trukin omia toimintoja.

Myöhemmässä kappaleessa 5.2 olevat kuvat kotelosta eivät ole kuvan 6. kaltaisia, koska kuvan 6 kotelo on se mikä on lopullisessa mallissa käytössä oleva. Tässä on käytetty nelikulmaista koteloa, koska rakenteeseen tullaan tekemään muutoksia käyttäjien mukaan.

#### 4 NYKYINEN KARVOJEN POISTAMISEN RATKAISU

Nykyisin karvojen poistaminen on ratkaistu painepesurilla, joka on rakennettu ruokintatrukkiin. Siinä on käytetty ruokintasiiloa vesisiilona ja trukkiin on liitetty pesuri, joten vanha trukki on modifioitu pesukoneeksi. Tässä on huonoa se, ettei pystytä ruokkimaan samalla kertaa.

Pesurin käytössä haittana on se, että pestessä häkkeitä sekä tarhojen lattiaita luontoon pääsee ylimääräisiä ravintoaineita, joita ei haluta sinne pääsevän.



**Kuva 7. Ruokintatrukki joka on muutettu pesutrukiksi**



## 5 TUOTTEEN SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN

### 5.1 Suunnittelu

Tuotteen kehittäminen aloitettiin toimeksiantajan kanssa käydyllä keskustelulla, jossa etsittiin asioita joita voisi/pitäisi parantaa turkistarhauksessa. Ongelmaksi havaittiin karvojen poissaaminen, jolloin päätettiin alkaa kehittää parempaa menetelmää nykyisen tilalle. Tuotteen suunnittelussa valittiin käyttövoimaksi hydraulikka, jota on mahdollista käyttää ruokintatrukista.

Ensimmäisenä täytyi tarkastella trukin hydraulikkaa, jotta pystyttäisiin valitsemaan oikeanlainen ja mahdollisimman tehokas hydraulimoottori. Hydraulimoottori olisi saanut olla hieman tehokkaampi, mutta trukin oma hydraulikka ei mahdollistanut sitä. Vaikka hydraulikkamoottorin teho jäikin pienemmäksi mitä toivottiin, tämä ei kuitenkaan vaikuttanut laitteen toimivuuteen mitenkään, vaan imurista saatiin riittävä teho.

Hydraulimoottorin tultua selvitettyksi täytyi valita sopiva keskipakopuhallin, joka sopisi moottorin kanssa yhteen sekä olisi riittävän suuri imuteholtaan. Tässä ongelmana hetkellisesti oli hydraulikkamoottorin pyörimisnopeus, jonka johdosta riittävän tehokasta puhallinta oli vaikea löytää. Pienen selvittelyn jälkeen löytyi kuitenkin käyttötarkoitukseen sopiva puhallin.

Tämän jälkeen alkoi kotelon suunnittelu. Suunnitteluvaiheessa ilmeni ongelma, joka liittyi kotelon muotoon. Muodon on oltava sellainen, ettei kotelo tuki trukin ilmanottoa. Toisena ongelmana nousi esiin itse trukki, koska siihen ei ollut ajateltu liitettävän tämäntyyppistä koteloa. Hetken hahmottelun tuloksena löytyi malli, joka soveltui trukkiin häiritsemättä sen ilmanottoa.

## 5.2 Rakentaminen

Tuotteen rakentaminen aloitettiin siitä miten saadaan liitettyä kotelo trukkiin. Se ratkaistiin trukin perässä sijaitsevalla perävaunun kiinnityshahloilla (kuva 8).



**Kuva 8. Kiinnityshahlo**

Kun trukin perään liitetään koteloa, täytyy muistaa että trukin omaa ilmanottoaukkoa ei saa peittää trukin moottorin lämpenemisen vuoksi (kuva 9).



**Kuva 9. Trukki takaapäin**

Kun kotelo saatiin asennettua trukkiin paikalleen, katsottiin puhaltimelle paras sijoituspaikka kotelon päällä. Puhaltimen sijaintiin vaikutti myös hydraulipumppu, koska se pyörittää puhallinta hihnavetoisesti. Tällöin pumppu ja puhallin on sijoitettava joko vierekkäin tai päällekkäin, ja tässä ratkaisussa ne ovat päällekkäin. Toinen tärkeä puhaltimen sijoitukseen vaikuttava seikka oli puhaltimeen liitettävän imuletkun saatavuus trukilla ajettaessa (kuva 10).



**Kuva 10. Kotelo jonka päällä hihnavetoinen puhallin**

Kun puhallin saatiin kiinnitetyksi koteloon, täytyi seuraavaksi katsoa hydraulipumpulle oikea paikka. Koska puhallin sijoitettiin kotelon keskilinjaan, täytyi hydraulipumppu sijoittaa puhaltimen alapuolelle, että hihnaveto onnistuisi (kuva 11).





**Kuva 11. Hydraulimoottorin ja puhaltimen välinen hihna**

Viimeisenä täytyi enää kiinnittää hydraulipumpun ja trukin väliset hydrauliletkut, jonka jälkeen imurin toimintaa päästiin testaamaan.



**Kuva 12. Trukin hydrauliliittimet**

Trukin hydrauliliittimet sijaitsevat sen oikealla puolella kyljessä (kuva 13).



**Kuva 13. Trukki sivultapäin, jossa huomataan paremmin liittimet sekä hydraulin suunnanvaihtaja**

Trukin hydraulipumpun teho suuntautuu ensisijaisesti rehupumpulle. Jos hydraulivoiman suuntaa halutaan vaihtaa, on oikealla puolella kyljessä suunnan vaihtoon tarkoitettu kahva.

Samassa paikassa on poljii, jolla pumpun tilavuusvirtaa voidaan säätää ja näin vaikuttamaan puhaltimen pyörimisnopeuteen. Puhaltimen imutehon säätöominaisuus on tärkeä, koska tällöin voidaan tarvittaessa imeä hiljempaa tai toisaalta lujempaa tilanteen vaatiessa. Lisäksi puhallin ei pyöri jatkuvasti, vaan ainoastaan tarvittaessa, jolloin vältetään turhalta meluhaitalta (kuva 14).



**Kuva 14. Lähempi kuva hydrauliiikan suunnanvaihtajasta sekä nopeuspolkimesta**

Lopuksi irrotettiin kotelo pois trukista ja avattiin pohja, joka on helppo aukaista pikalukituksen ansiosta (kuva 15).

Testauksessa käytettiin nelikulmaista koteloa, joka ei ole vastaa muodoltaan varsinaisen tuotantokäyttöön tarkoitetun laitteen koteloa. Koekäyttöä varten teetettiin yksinkertaisempi malli, koska tiedossa oli jo tällöin, että kotelon muotoa on muutettava vastaamaan paremmin turkistarhaajien tarpeita. Tuotantokäyttöön tarkoitettu kotelo on esitetty aiemmassa luvussa.





**Kuva 15. Kotelon pohjaluukku auki**



## **6 RAKENTAMISESSA HUOMATTUJA ONGELMIA**

Tuotteen rakentamisen aikana huomattuja ongelmia oli muutama, mutta ne kaikki saatiin suhteellisen helposti ratkaistua.

Ensimmäiseksi ongelmaksi muodostui kotelon kiinnitys trukin perään. Koska trukin yläosassa ei ole kiinnitysmahdollisuutta imurin kotelolle, oli tälle ongelmalle löydettävä ratkaisu. Ratkaisuna oli L-kulmainen koteloon kiinnitettävä metallilevy, joka istuu trukin yläosaan ja täten tukee koteloa.

Toiseksi ongelmaksi muodostui imurin löytäminen. Imurin yhteensopivuus hydraulimoottoriin riippui hydraulimoottorista, jonka pyörimisteho määritteli, minkälainen imuri piti olla. Tämä löydettiin kuitenkin pienen etsinnän jälkeen ja imurin imutehokin oli riittävän suuri karvojen poistoon häkeistä.

Viimeiseksi ongelmaksi muodostui imurin kotelon koko. Keskusteluissa turkistuottajien kanssa ilmeni useita toisistaan poikkeavia näkökantoja, mikä aiheutti määrättyä päänsärkyä. Alustava kotelomalli tehtiin saatujen mielipiteiden ja oman näkemyksen yhdistämistulosten perusteella. Tämän mallin pohjalta tullaan käymään jatkokeskustelua turkistuottajien kanssa mahdollisista muutostarpeista.

## 7 TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Tulevaisuudessa tuotekehittelyä on tarkoitus jatkaa. Aikomuksena on tehdä hydraulikkamoottorilla toimiva imuri, joka on trukin perässä vedettävä. Tällöin voitaisiin käyttää suurempaa säiliötä, johon mahtuisi enemmän ketunkarvaa. Tämä tuote sopii paremmin hallirakennuksissa oleviin kettutarhoihin, koska siellä karvat eivät leiju ulkoilmaan vaan jäävät halliin sisälle, joten siksi tarvitaan enemmän säiliötilaa.

Toisena jatkokehitystyönä on tarkoitus rakentaa imurit, jotka ovat perässä vedettävä, ja lisäksi imuri joka on trukkiin liitettävä. Nämä imurit toimisivat kuitenkin sähkömoottorikäytöllä. Sähkömoottorikäytössä on se etu, että moottorille on helpompi löytää yhteensopiva imuri, jolla saataisiin suurempi imuteho aikaiseksi. Tämä mahdollistaisi tiiviimmin häkkeihin kiinni jääneiden karvojen poistamisen. Näiden tuotteiden kohdalla tarvitsee tarkistaa riittääkö trukin sähkönsyöttö kaikille sitä tarvitseville laitteille, vai pitäisikö imurille tehdä oma akusto.

Lisäksi selvitystyön alla on turkiskarvan uusiokäyttö esimerkiksi villalangan mukana, sekä kuka mahdollisesti voisi käyttää turkiskarvaa villalangan valmistuksessa.

Näihin kaikkiin tuotteisiin liittyy luonnollisestikin markkinointi, joka aloitetaan mahdollisimman pian mm. Suomessa ja Tanskassa.

Markkinointia tulee suunnata voimakkaasti ulkomaille, koska vuonna 2010 Tanska on tuottanut 14 000 000 minkinnahkaa markkinoille, Kiina 12 000 000, Puola 4 300 000, Hollanti 4 800 000 ja Suomi 2 000 000. Lisäksi Suomi on tuottanut 2 000 000 ketunnahkaa markkinoille, jonka johdosta Suomi onkin suurin ketunnahkojen tuottaja. (PSTK 2006.)

PSTK:n sekä rannikon ruotsinkielisten tarhaajien alueella oli vuonna 2010 nahkojen yhteismyyntiarvo 226 000 000 euroa. PSTK:n tekemä myyntiarvo oli

97 000 000 euroa, joka on koko Suomen tuotosta 42 %. Rannikon ruotsinkielisten tarhaajien tekemä myyntiarvo oli 129 000 000 euroa, joka on 56 % koko Suomen tuotosta. (PSTK 2006.) Näin ollen voidaan markkinanäkymien todeta näyttävän varsin hyviltä.

## **8 LOPPUKOMMENTIT JA KIITOKSET**

### **8.1 Loppukommentit**

Päättötyön tulos tulee markkinoitavaksi heti testauksien ja modifikaatioiden jälkeen sekä laajemman markkinointisuunnitelman jälkeen.

Opinnäytetyö on ollut haastava ja ongelmallinen, mutta hyvien yhteistyökumppaneiden ansiosta kaikista ongelmista selvittiin.

Suurin ongelma mikä huomattiin lopussa, on kastunut ja kasaan painunut karva. Tämän irtisaamiseen ei imurin teho aivan riittänyt. Tähän ongelmaan on jo keksitty ratkaisu, sillä imuletkun sisälle asennetaan puhaltimen akseliin kiinni metallivaijeri, jonka toisessa päässä on harja. Harjanpää on samalla tasolla kuin imusuuttimen kärki, jolloin imuroidessa harja pyörii ja samalla irrottaa karvan joka on tiukemmin kiinni.

### **8.2 Kiitokset**

Haluan kiittää Lakeuden Hydroa hyvästä yhteistyöstä, avunannosta sekä sponsoroinnista tekemässäni tuotteessa.

Olemme Lakeuden Hydron kanssa suunnitelleet jo alustavia jatkotoimenpiteitä tulevaisuuden suunnitelmia ajatellen, joten Lakeuden Hydro on tärkeä yhteistyökumppani tämän työn aikana sekä tulevaisuudessa.

Lisäksi Haluan kiittää myös Fanax Oy:tä sponsoroinnista sekä hyvistä tuotteen suunnitteluun liittyvistä avunannoista päättötyöhöni liittyen.

Lopuksi haluaisin kiittää turkistarhaajia hyvästä yhteistyöstä, avunannosta sekä hyvistä kehitysideoista, jolla tuotteesta saadaan parempi. Kiitän mahdollisuuksista päästä eri tarharakennuksiin tutkimaan mitenkä karvojen poisto onnistuisi eri tarhoilla sekä mahdollisuudesta keskustella tuotteen tarpeellisuudesta.

## LÄHTEET

Aaltonen, P., Hänninen, H., Seikola, A. & Virtanen, J. 2008. Tekniikan fysiikka ja kemia. Helsinki: Edita.

Kalijärvi, V. 2010. [xxx.xxx@xxx.fi](mailto:xxx.xxx@xxx.fi) 17.6.2010. Kommentteja kyselyyn. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Jarmo Pitkäranta. [Viitattu 20.6.2010].

Keinänen, T & Kärkkäinen P. 2005. Automaatiojärjestelmien hydrauliiikka ja pneumatiikka. Helsinki: WSOY.

Kramp. 2008. Pump PLP20.8DO-82E2-LEA/EA-EL. [www-dokumentti]. Kramp Osakeyhtiö. [Viitattu 23.2.2011]. Saatavissa: [www.kramp.com/shop/action/itemcatprd\\_60\\_1\\_10351\\_244476\\_495034\\_PLP208D082E2+Pump+PLP208D082E2LEAEAEL](http://www.kramp.com/shop/action/itemcatprd_60_1_10351_244476_495034_PLP208D082E2+Pump+PLP208D082E2LEAEAEL)

Lakeuden Hydro 2008. Seinäjoki. [www-dokumentti]. Lakeuden Hydro Osakeyhtiö. [Viitattu 3.8.2010]. Saatavissa: [www.lakeudenhydro.com/1.html](http://www.lakeudenhydro.com/1.html)

Norcar-BSB. 2010. 570. [www-dokumentti]. Norcar-BSB Osakeyhtiö. [Viitattu 23.2.2011]. Saatavissa: [www.norcar.com/fi/turkistarhaus/ruokinta/500-sarja/570](http://www.norcar.com/fi/turkistarhaus/ruokinta/500-sarja/570)

Norcar-BSB. 2010. Yritys. [www-dokumentti]. Norcar-BSB Osakeyhtiö. [Viitattu 23.2.2011]. Saatavissa: [www.norcar.com/fi/yrityksesta](http://www.norcar.com/fi/yrityksesta)

PSTK. 2006. PSTK. [www-dokumentti]. PSTK rekisteröity yhdistys. [Viitattu 13.8.2010]. Saatavissa: [www.stkl-fpf.fi/pstk](http://www.stkl-fpf.fi/pstk)

Repo, V. 2010. [xxx.xxx@xxx.fi](mailto:xxx.xxx@xxx.fi) 5.5.2010. Kommentteja kyselyyn. [Henkilökohtainen sähköposti]. Vastaanottaja: Jarmo Pitkäranta. [Viitattu 6.5.2010].

Torin-sifan. 2010. Product details. [www-dokumentti]. Torin-sifan Osakeyhtiö. [Viitattu 3.9.2010]. Saatavissa: [www.torin-sifan.com/display.asp?product=46](http://www.torin-sifan.com/display.asp?product=46)

## LIITTEET

Liite 1.



Jarmo Pitkäranta  
Petäjäkuja 1  
62300 Härmä

### LAUSUNTO

17.3.2009

**Pyydettyinä lausuntona turkistiloille kehitettävästä uudesta imurilaitteesta.**

Turkistiloilla yksi suuri työvaihe päivittäisissä rutiineissa on tilan vaatimat puhtaanapitotoimenpiteet. Tällä hetkellä puhtaanapito hoidetaan useassa tapauksessa painepesureilla, jolloin veden suuri määrä aiheuttaa jonkin verran lisää ympäristöön liittyvää kuormitusta

SEAMK megatroniikka opiskelija Jarmo Pitkäranta on ideoinut turkiseläinten ruokinnassa käytettävään ruokintatrukkiin hydraulikäyttöistä suurtehoimuria.

Edellä mainittua laitetta voitaisiin käyttää turkistilalla monenlaisiin päivittäisiin puhtaanapitotöihin ja suuri etu laitteessa olisi että sen käytöstä ei aiheudu lisää ympäristökuormaa.

**Turkiselinkeinon puolesta voin suositella laitteen kehittämistä elinkeinomme tarpeisiin.**

**Pohjois-Suomen Turkiseläinten Kasvattajat ry**

  
**Hannu Kärjä**  
toiminnanjohtaja

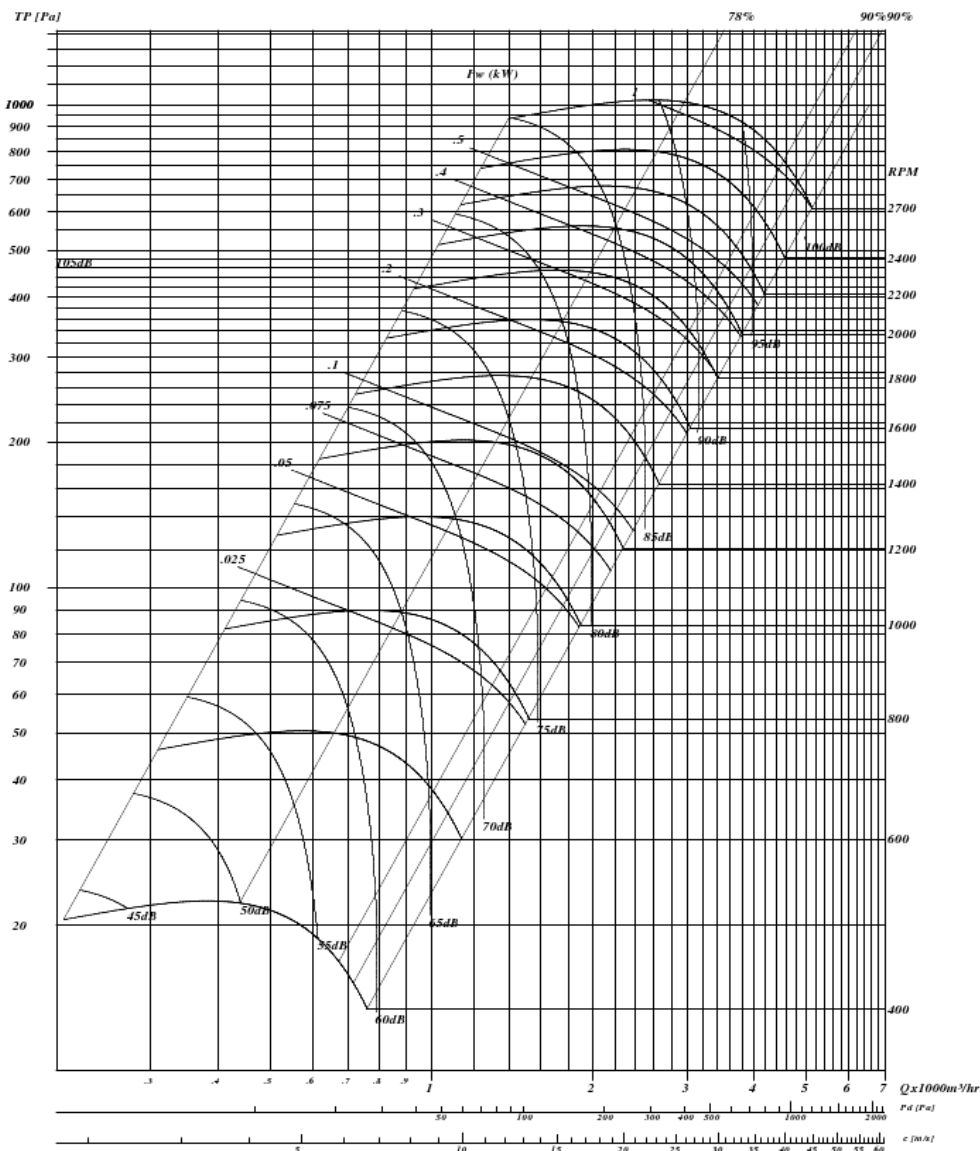
Liite 2.

# TORIN Ltd.

## AMCA STANDARD 210/85

Type : BDC200-180L  
 Min Ambient Temp. : -20 °C    Max rpm : 2700  
 Max Ambient Temp. : 80 °C  
 Max Input Power : 2,1 kW  
 Blower configuration : Free outlet  
 Ambient temperature : 23°C    Altitude : 0 m

TEST STANDARDS  
 Bar. Pressure : 762 mmHg  
 Dry Bulb : 15.5 °C  
 Gamma : 1.2 kg/m<sup>3</sup>





## Liite 3.

14.11.2011

## LAUSUNTO

Käyttökokemuksia karvaimurin prototyypistä, tarhaolosuhteissa.

- Imurin kiinnittäminen ja irroitus onnistuu yhden henkilön toimesta kohtuullisen helposti.
- Laitteisto ei estä trukilla suoritettavaa eläinten ruokintaa, joten imuri voi olla kiinitettynä lähes koko ajan.
- Testiajossa todettiin imutehon olevan riittävä kuivan karvapölyn ja osittain karvapaakkujenkin imemiseen, kuitenkin sumuisen ja sateisen sään ollessa kyseessä läpimärän karvan tultua poljetuksi höyläämättömiin lattialautoihin imuteho jäi vajaaksi.
- Verkkohäkkien päältä puhdistus sujui erittäin mallikkaasti.
- Säiliön täytyttyä se on helppo tyhjentää, joko kompostoitavaksi lannan kanssa, tai poltettavaksi.
- Laitteiston kestävyydestä tai ongelmakohtista pitkällä aikavälillä ei lyhyen käyttökokemuksen vuoksi voi vielä todeta muuta, kuin ulkoisen arvion perusteella komponentit, sekä kotelo vaikuttavat kaikilta osin laadukkailta.

Ehdotuksia imurin edelleenkehittämiseksi.

- Voiko imurin moottorin kierrosnopeutta saada säädettäväksi, vai tulisiko ottaa yhteyttä ruokintakoneen valmistajaan mahdollisen öljyntuoton/ paineen säätömahdollisuuteen.
- Imuletkun suuttimia voisi myös olla eri kokoisia.
- Jatkossa voisi miettiä myös laitteiston takaosaan leveämpää suulaketta nimenomaan lattioiden puhdistusta varten.

TURKISTARHA  
VESA KALIJÄRVI OY  
62310 VOLTTI

