

---

# KUIVAAVAT VILJASIILOT SUOMESSA



**HAMK**  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU

Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Mustiala 11.5.2012

Jussi Mattila



Mustiala  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Maatilatalous

---

<b>Tekijä</b>	Jussi Mattila
<b>Vuosi</b>	2012
<b>Työn nimi</b>	Kuivaavat viljasiilot Suomessa

---

## TIIVISTELMÄ

Kuivaava viljasiilo on rantautunut Suomeen parina viime vuotena muutaman pioneerin johdosta. Kuivaavista viljasiiloista ja niiden toimimisesta Suomessa on vielä hyvin vähän tietoa asian tuoreuden takia. Tämä opinnäytetyö kerää ison osan saatavilla olevasta tiedosta tiiviiseen pakettiin ja soveltaen tietoja vetää muutaman johtopäätöksen asiasta.

Työn tavoite on edistää maanviljelyä sekä tarjota uusi näkökulma ja vaihtoehto kuivauksen järjestämiseksi.

Työssä on tutkittu useita lehtiartikkeleita kyseisestä aiheesta, sekä myyjiä, ostajia ja käyttäjiä on haastateltu. Tutkimusmenetelminä on käytetty kirjallisuusanalyysiä ja haastattelua.

Tulokset osoittavat, että kuivaava viljasiilo on toimiva ja harkitsemisen arvoinen vaihtoehto kuivausjärjestelmäksi Suomen oloissa. Kuivaavia viljasiiloja voidaan käyttää usealla eri tavalla kustannustehokkaasti. Opinnäytetyön tilaaja on HAMK Mustiala.

**Avainsanat** Kuivaava viljasiilo, lisälämpö, kylmäilmakuivaus, käyttäjäkokemukset, kustannukset

**Sivut** 17

Mustiala  
Degree Programme in Agriculture and Rural Industries  
Agriculture Option

---

<b>Author</b>	Jussi Mattila	<b>Year</b> 2012
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Drying grain silos in Finland	

---

ABSTRACT

Drying grain silos have arrived in Finland in last couple of years thanks to a couple of brave pioneers. There is only a little information available about the new silos and their usefulness in the Finnish circumstances. This thesis attempts to gather all that information in a tight and easy-to-understand package and draws a few conclusions using that information.

The object of this thesis is to improve agriculture and to offer a new perspective and option in the field of grain drying.

During the making of this thesis various newspaper and internet articles were used to gather information. Many sellers, importers' representatives and users were interviewed. Research methods used were literature analysis and phone- and face-to-face interviews.

The results show that the drying grain silos are a workable option in Finland and worth of consideration compared to traditional methods. Drying grain silos can be used cost-efficiently in many ways. This thesis is made for HAMK Mustiala as teaching material.

**Keywords** Drying grain silo, added heat, cold air drying, costs, users experiences

**Pages** 17

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
2	KUIVAAVAN VILJASIILON YLEISIN TOIMINTAPERIAATE.....	1
3	KUIVAAVAN VILJASIILON YLEISIN RAKENNE.....	3
4	SAMI-KUIVAUSSIILOJEN RAKENNE JA TOIMINTA .....	3
5	ERILAISIA KÄYTTÖTAPOJA .....	4
6	LISÄLÄMMITYKSEN HYÖTY .....	5
7	KÄYTTÖKOKEMUKSIA KUIVAAVISTA SIILOISTA .....	6
7.1	Tyytyväisyys .....	6
7.2	Toimivuus.....	6
7.3	Rahoitus.....	7
7.4	Mistä se ajatus sitten lähti .....	7
7.5	Viljan puhdistus.....	7
7.6	Kuivatuskustannukset.....	7
8	ONGELMIA KUIVAAVISSA VILJASIILOISSA .....	8
9	KUIVAAVAT VILJASILOT MAAILMANLAAJUISESTI .....	9
10	HINTAESIMERKKI KM-LEHDESTÄ (10/2009).....	9
11	TUOREEMPIEN HINTAKYSELYJEN TULOKSET .....	10
12	VAIHTOEHTOJA KUIVAAVILLE VILJASIILOILLE .....	11
12.1	Twisterin tuuletuspohjallinen siilo .....	11
12.2	Antti Quatro kuivaava viljasiilosto .....	12
13	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	14
13.1	Kuivaava viljasiilo vai ilmatiivis säilöntä .....	14
13.2	Kuivaava viljasiilo vai lämminilmakuivuri.....	15
14	MAAHANTUOJIA JA MYYJIÄ.....	15
14.1	Kuivaavat viljasiilot .....	16
14.2	Kuivaavat viljasiilostot.....	16
14.3	Tuuletuspohjalliset siilot .....	16
15	LÄHTEET. ....	16

---

## 1 JOHDANTO

Kuivaava viljasiilo on rantautunut Suomeen parina viime vuotena muutaman pioneerin tuomana. Kuivaavista viljasiiloista ja niiden toimimisesta Suomessa on vielä hyvin vähän tietoa asian tuoreuden takia. Tämä opinnäytetyö kerää kaiken saatavilla olevan tiedon tiiviiseen pakettiin ja soveltaen tietoja vetää muutaman johtopäätöksen asiasta.

## 2 KUIVAAVAN VILJASIILON YLEISIN TOIMINTAPERIAATE

Suomessa on totuttu, että vilja kuivataan erissä ja kuivatut viljaerät säilötään siiloihin. Kuivaava viljasiilo muuttaa tätä käsitystä radikaalisti, koska kuivaavassa siilossa on sekaisin kosteudeltaan monenlaisia jyviä. Kuivaavan viljasiilon tarkoitus on kuitenkin kuivata koko siilossa oleva viljamäärä riittävän kuivaksi. Käyttäjältä tämä vaatii viljankuivausprosessin tuntemista sekä tietämystä ilman suhteellisen kosteuden ja viljan kosteuden välisestä riippuvuudesta.

Puintikostea (mieluiten alle 20 % kostea) ja mahdollisimman puhdas vilja nostetaan sähkö- tai traktorikäyttöisellä viljaruuvilla siilon harjan korkeuteen ja sieltä se tippuu levittimeen, jonka pyöriä siivekkeiden läpi viljavirta muuttuu tasaiseksi jyväsateeksi ja putoaa siilon pohjalle. Märkää, kosteudeltaan 20-25 % viljaa voidaan täyttää siiloon vain metrin päivässä. Vilja kulkee yhden tai kahden puhdistajan läpi ennen siiloon putoamistaan. Siilon pohjalla on teräksinen lattiarakenne ja eräänlainen tyhjä ilmatila. Puhallin puhalttaa kuivausilmaa tähän ilmatilaan ja se aikaansaa ylipaineen. Lattiapinnan rei'itys päästää puhaltimelta tulevan kuivausilman viljan joukkoon, ja kun ylipaine kasvaa tarpeeksi suureksi, vilja päästää ilman läpi ja kuivausprosessi alkaa. Kuivaava viljasiilo toimii kylmäilmakuivurina, mutta tarvittaessa siiloon pystytään puhaltamaan esilämmitettyäkin ilmaa.

Viljaa sekoitetaan koko kuivauksen ajan (3-4 viikkoa) pystyruuveilla (kuva 2). Sekoitusruuveja on kahdesta kolmeen kappaletta. Pystyruuvit on kiinnitetty yläpäästään kääntyvään vaaka-akseliin, joka on kiinnitetty siilon katon keskipisteen kohdalle ja se tukeutuu siilon reunalla olevaan kiskoon (kuva 1). Pystyruuvit eivät ylety lattiaan asti (kuva 2), vaan sekoittamatta jää lattian rajaan noin 7 cm:n paksuinen kerros viljaa, joka kuivuu ilman sekoittamistakin, koska kyseinen viljakerros on lähinnä tuloilma-aukkoja.



Kuva 1, sekoitusruuvien akseli katossa (Mattila, 2012)



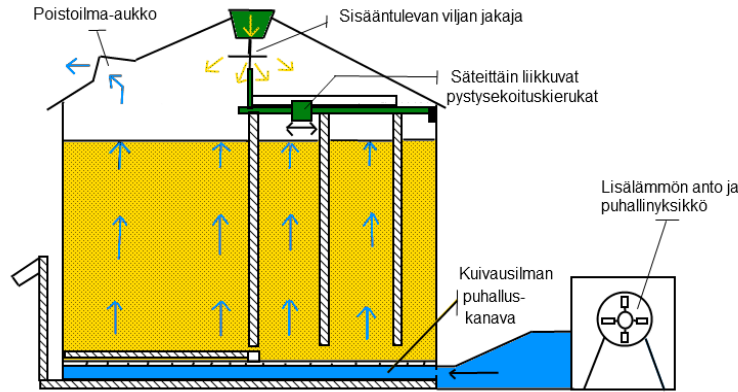
Kuva 2, sekoitusruuvi (Mattila, 2012)

Akselin kiertäessä katossa siinä kiinni olevat sekoitusruuvit pyörivät ja samalla nostavat viljaa alhaalta ylöspäin. Vaaka-akseli kiertää siilon ympäri 6-8 kertaa päivässä. Hidas sekoitus ja joka paikan läpikäyvät sekoitusruuvit varmistavat kuivauksen tasaisuuden ja estävät kuorettuman ja kokkareiden syntymistä. Ruuvien höllentämä vilja läpäisee ilmaa paremmin kuin kasaan painunut vilja. Kokkareinen vilja alkaisi helposti itää ja pilaantua.

Kosteaan viljaan muodostuu helposti paakkuja. Kuivaavan viljasiilon ruuvien liikerataa säätävään ohjaukseen sisältyvä automatiikka tunnistaa paakut, kun sekoitusruuvin viljamassassa etenevä liike hidastuu paakkujen kohdalla. Kun ruuvit eivät ole alapäästään kiinni, niin yläpää jatkaa matkaansa ja ruuvin kulma alkaa muuttua. Yläpään liike pysähtyy kulman kasvaessa tarpeeksi suureksi. Paikallaan olevalla ruuvilla on näin ollen aikaa hajottaa tiivistymää.

Siilon tyhjentäminen tapahtuu avaamalla ulkopuolelta siilon keskellä oleva pohjaluukku, jolloin lattian alla olevalla ruuvikuljettimella (kuva 3) pystytään tyhjentämään siilo. Kun siilon keskeltä ei enää saada valutettua viljaa, käytetään lattian päällä olevaa lakaisuruuvia (kuva 3, alhaalla, sekoituskierukkojen päiden vasemmalla puolella). Lakaisuruuvin takia sekoitusruuvit jäävät noin 30 cm lattiapinnan yläpuolelle.

Siilon ohjaamiseen on olemassa monenlaisia ratkaisuja. Yksinkertainen tekniikka on edullista, mutta siilon toimintojen ohjaamiseen on saatavilla jopa internetin välityksellä toimivia ohjausyksiköitä.



Kuva 3, kuivaavan viljasiilon perustoimintaperiaate (Mattila, 2012)

### 3 KUIVAAVAN VILJASIILON YLEISIN RAKENNE

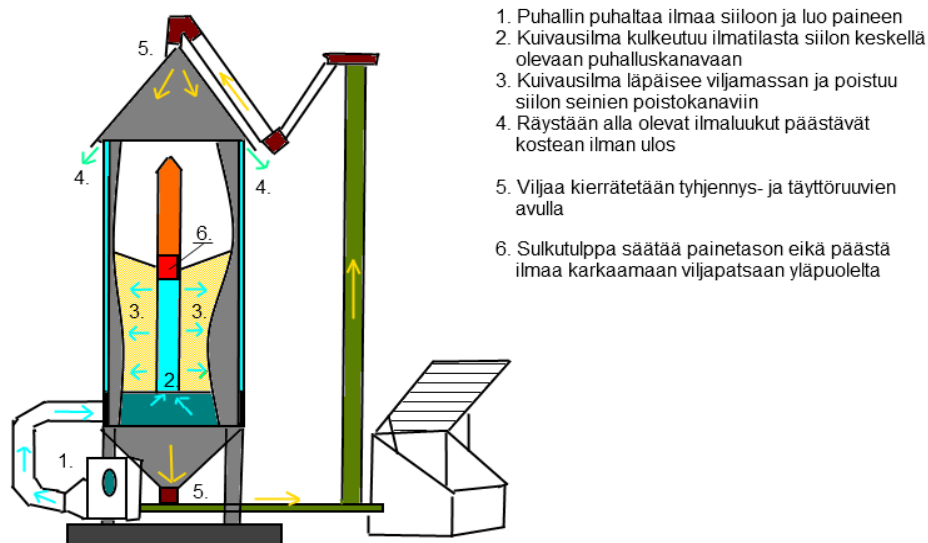
Kuivaava viljasiilo pystytetään teräsbetonilaatan päälle. Tukeva perusta on tarpeen, että siilo pysyy hyvin paikallaan. Siilon seinät ovat galvanoitua terästä ja seinät ovat ympyrälieriönmuotoisia. Katto-osa on myös galvanoitua terästä. Katolla on täyttöaukko, miehistöluukku, kattotikkaat ja turvakaide. GSI:n siilokuivurissa on myös kyljessä ovi, josta pääsee sisälle tyhjään siiloon. (GSI kuivaussiilot 2010.) Siilojen tilavuudet vaihtelevat. Dan-Corn toimittaa Suomeen siiloja, joiden räystäskorkeus on 7,85 m ja erikoistilauksesta 4,5 m ja 26,8 m. Saman valmistajan säiliöiden halkaisijat ovat 4,6 m – 32 m. Säiliöiden tilavuudet ovat 100 – 1200 m<sup>3</sup>. (Dan Cornin tuoteluettelo n.d.) Eri valmistajilta saa hieman erikokoisia siiloja, esim. GSI:n kuivurisiilojen tilavuudet ovat väliltä 220 - 1180 m<sup>3</sup>. (GSI kuivaussiilot 2010.) Kuivaavat viljasiilot käyttävät yli 15 kW:n puhaltimia riippuen siilokoosta. Saatujen varmistamattomien tietojen mukaan kaikki Suomeen tuodut siilot käyttävät samaa sekoitusruuvien liikuttamiskoneistoa (kuva 1). Myös viljan purku suoritetaan useilla valmistajilla vakiona samoilla välineillä (mm. Dan Corn ja Buschhoff).

### 4 SAMI-KUIVAUSSILOJEN RAKENNE JA TOIMINTA

Suomalaisen Reikälevyn valmistama ja vielä tämän opinnäytetyön teon hetkellä kehityksen alla oleva kuivaava viljasiilo poikkeaa ratkaisevasti maahan-tuojien ulkomaalaisista siiloista. Kooltaan ne ovat normaalien varastosiilojen luokkaa. SAMI-kuivaussiiloissa vilja kiertää siilossa poisto- ja täyttökuljettimien avulla määrätyn ajoin (kuva 4, kohta 5). Siilossa viljaa jatkuvasti sekoittavia pystyruuveja ei siis ole. Kuivausilma virtaa viljaan siilon keskellä olevan putken rei'istä. (kuva 4, kohdat 2-3) Tässä putkimaisessa puhalluskanavassa on automaattisesti säätyvä ilmalukko (kuva 4, kohta 6), joka säätelee painetta ja estää ilman karkaamisen vajaan siilollista kuivattaessa. Kosteaa il-

ma poistuu siilon sisäseinillä olevien kanavaelementtien kautta siilon kattoon asennetuista ilmaventtiileistä. (kuva 4, kohta 4) SAMI:n järjestelmä tarkkailee puhallettavan ja ulostulevan ilman lämpötilaa ja automaattisesti päättelee, milloin tarvitsee käyttää järjestelmään liitettyä lisälämmön lähdettä ja milloin viljaerä on valmis. SAMI-kuivaussiilojärjestelmä voidaan helposti asentaa myös vanhoihin kartiopohjalla varustettuihin siiloihin. Tasapohjaisiin vanhoihin siiloihin voidaan asentaa SAMI:n rei'itetyt suppilon reunalevyt siilon sisälle, jolloin tyhjennys helpottuu. Näin pienellä kikkailulla saadaan järjestelmä toimimaan myös tasapohjaisissa siiloissa. SAMI-kuivaussiiloa on piakkoin saatavana mitoissa: halkaisija 5,5 m tai 7,5 m, tilavuudet 104-496 m<sup>3</sup>. Myyjät vakuuttavat, että hinnoittelu on muita kuivurisiiloja huomattavasti edullisempaa. (SAMI:n esittely 2012.)

Yrityksistä huolimatta mitään tarkkaa tietoa SAMI:n kuivaavien viljasiilojen hinnoittelusta tai toimivuudesta ei tähän opinnäytetyöhön annettu. Hyvin epävirallisten tietojen mukaan eräs tilallinen on saanut vuonna 2011 SAMI:n 104 kuution kuivaavasta siilosta tarvikkeineen ja elevaattorin kanssa tarjouksen arvoltaan 68 000 euroa. Myös puhelimesta (2012) SAMI:n edustaja mainitsi ikään kuin ohimennen, että hinnat alkavat reilusta 60 000 eurosta, mutta lopullista vahvistusta hän ei antanut.



Kuva 4, SAMI:n kuivaavan viljasiilon rakenne ja toimintaperiaate (Mattila, 2012)

## 5 ERILAISIA KÄYTTÖTAPOJA

Kuivaavia viljasiiloja käytetään eniten rehuviljan kuivaukseen ja säilytykseen, mutta kuivaussiilosta saa irti myös muunlaista hyötyä. Se voi toimia myyntiviljalle (leipävilja, tärkkelysvilja yms.) puskurikuivurina, joka kuivaa viljan niin alhaiseen prosenttiin kuin se on mahdollista ja vilja säilyy laadukkaana, ja sitten kun vilja myydään ja aletaan ajaa esim. tehtaalle, kuivataan vilja tavoitekosteuteen esim. pienellä vaunukuivurilla sitä mukaa kuin sitä ajetaan. Jos viljasiiloja on enemmänkin tarjolla tilalla, sadon kosteus voidaan kuivata koska tahansa tavoiteprosentteihin. Normaali kuivuri myös puhdistaa sadon



---

siltä osin, mitä siilokuivauksesta on jäänyt roskia. Tällä tavalla öljykulut jäävät pienemmiksi kuin sadon kaiken kosteuden öljyllä kuivaaminen, ja vastaanottokapasiteetti pysyy suurena. Puinnissa ei siis ole pullonkaulaa. Menetelmää käytetään jo Suomessa.

Kuivaava viljasiilo voi myös toimia jäädytys­siilona lämminilmakuivurille. Tällöin lämminilmakuivurilla kuivattu, mutta jäädyttämätön erä, siirretään jäähtymään siilokuivuriin, ja lämminilmakuivuri voidaan täyttää uudella kuivattavalla erällä. Kuivausajastahan on normaalissa lämminilmakuivurissa aina noin tunti pois, joka vaaditaan erän jäädyttämiseen. Tästä kuivaavan viljasiilon käyttötavasta ei ole saatavana vielä tarkempaa tietoa Suomesta, mutta kuivaavia siiloja muistuttavista Twisterin tuuletuspohjallisista siiloista ja niiden sopivuudesta jäädytykseen - sekä puskurikuivaukseen - on tietoa opin­näytetyön kohdassa ”12 Vaihtoehtoja kuivaaville viljasiiloille”.

## 6 LISÄLÄMMITYKSEN HYÖTY

Vaikka Suomessa on mahdollista kuivata kuivuriviljasiilolla viljaa 16 prosenttiin ilman lisälämmön antoa (Koivisto 2009, 38-39.) ja haastateltu Buschhoffin omistaja onnistui kuivaamaan syksyllä 2011 rehuviljansa 10 prosenttiin, suositellaan siilon ottoilman lämpötilan nostoa muutamalla asteella. Nyrkkisääntö on, että ilman lämpötilan laskiessa alle 12 asteen, lisälämpöä on pakko antaa. Lämpimämmällä kelillä pakkoa ei ole, mutta se lyhentää kuivatusaikaa useilla päivillä ja edesauttaa alhaisempiin prosentteihin pääsyä.

Jos lämpötila laskee nopeasti ja kuivaus ei ole vielä ihan valmis, kannattaa odotella kevään kylmiä kelejä. Pakkasella ilma on kuivaa, mutta kylmä ilma ei sido kosteutta viljasta. Tällöin lisälämpöä kaivataan ja siitä saatu hyöty on suurimmallaan.

Jokainen nostettu lämpöaste laskee ilman suhteellista kosteutta 4,5 prosenttia. Mitä alhaisempi suhteellinen kosteus, sitä enemmän ilma pystyy ottamaan kosteutta viljasta. Dan-Corn suosittelee enintään 10-15 asteen nousua ulkolämpötilaan nähden. Muuten viljasiilon muodostuu kondenssivedestä niin sanottua siilon seinien ja katon hikoilua.

Lisälämmön tuottoon on useita mahdollisuuksia. KM:n artikkelin mukaan Jarmo Kontulaisen ratkaisu on se, että hän asentaa ”puhaltimien eteen radiaattoria, johon tuotettaisiin lämpöä reilun sadan kilowatin teholla talon vanhasta hakekattilasta”. Tästä voidaan päätellä, että lisälämmön määrä on jo melko suuri (arviolta ilman lämpötila nousee hieman alle 20 astetta), mutta Kontulaisella onkin kaksi isoa Dan-Cornin siiloa. Hakkeen kulutus jää kuitenkin paljon pienemmäksi kuin hakepannalla lämminilmakuivuria pyöritettäessä. (Mustonen 2009, 14-20.) Hakekattilan käyttö kuivaavan viljasiilon ilman lämmitykseen on yleisin lisälämmön annon muoto.

---

Jos halutaan nostaa ilman lämpötilaa vain muutamalla asteella, esim. hyvään sään, hakekattilan puuttumisen tai käyttäjän nuukuuden takia, voidaan ottoilmaa lämmittää siirrettävällä öljykäyttöisellä puhaltimella. Näitä saa vuokratua, eivätkä ne edes maksa mahdollisia verrattuna vaikka hakekattilaan. Öljyä tietenkin kuluu, mutta naurettavan vähän verrattuna lämminilmakuivuriin.

## 7 KÄYTTÖKOKEMUKSIA KUIVAAVISTA SIILOISTA

Käyttäjäkokeuksia kuivaavista viljasiiloista saatiin ottamalla yhteyttä kolmeen kuivaavan viljasiilon omistajaan ja kyselemällä heidän mielipiteitään sekä kokemuksiaan kuivaavista viljasiiloista. Haastateltavina olivat Dan-Corn 4007 -mallin kuivaavan viljasiilon omistava Kalevi Pukara (2011) sekä GSI 42-7:n omistava Mikko Mäki-Latvala (2011). Molempien isäntien tilojen tuotantosuuntana toimii sikatalous. Erään nimettömänä esiintyvän sikatilallisen Buschhoffin 800 kuutiometrin kuivaavaa viljasiiloa käytiin katsomassa, kuvia ottamassa ja isäntää haastattelemassa (2012).

### 7.1 Tyytyväisyys

Kaikki tilat olivat erittäin tyytyväisiä valitsemaansa kuivatusmuotoon. Kiitosta saivat etenkin yksinkertaisuus, energiatehokkuus sekä se, että puintiaikana ei tarvitse odotella viljan kuivumista vaan voi puida niin nopeasti, kuin puinturilla vaan ikinä ehtii.

Buschhoffin omistajan mukaan siiloa hankkiessa kannattaa kaikki mahdolliset myyjän kanssa sovitut asiat olla paperilla kirjallisina sopimuksina. Päivämäärät pitää lyödä lukkoon ja korvaukset myöhästymisistä päättää. Hän oli hyvin tyytyväinen, että näin tehtiin ja siitä, että maahantuoja Farmi Tilatech myös järjesti siilon pystytyksen sekä valoi perustukset.

### 7.2 Toimivuus

Yhdelläkään tilalla ei ollut suurempia ongelmia siilojen toimivuuden kanssa. Pukaran tilan Dan-Cornissa on ollut pieniä ongelmia kairan kanssa sekä pieniä talviongelmia, mutta nämä jutut kuuluivat takuun piiriin ja ne on jo korjattu. Toimivuuden takeena tilat pitivät siilojen yksinkertaista rakennetta. Pukaran ja Mäki-Latvalan tiloilla kuivatuksessa hyödynnettiin imuilman lämmittämistä hakkeen voimalla. Näin saadaan varmistettua viljan kuivuminen haluttuun kosteuteen sekä saadaan aikaiseksi säästöjä sähkön kulutuksessa. Buschhoffin omistaja ei ensimmäisenä vuotenaan 2011 käyttänyt lainkaan lisälämpöä, mutta onnistui kuivaamaan viljansa alle 10 prosentin kosteuteen.

### 7.3 Rahoitus

Ensimmäisten joukossa kuivaavan viljasiilonsa rakentanut Kalevi Pukara ei saanut hankkeelleen investointitukea, vaan joutui pystyttämään siilonsa omarahoitteisesti. Hieman Pukaran siilon pystyttämisen jälkeen kuivaaville viljasiiloille alettiin myöntämään valtionavustusta, jota Mäki-Latvala pääsi hyödyntämään oman siilonsa pystytyksessä. Buschhoffin omistaja sai ELY-tukea 20% ja korkotukilainaa 70%. Hän laski, että lopulliset kustannukset Buschhoffin 800 kuutiometrin siilon ostamisesta ja pystyttämisestä (+omat viritykset) olivat reilu 100 000 euroa.

### 7.4 Mistä se ajatus sitten lähti

Pukara kuuli kuivaavista viljasiiloista ensimmäistä kertaa LSO:n neuvojalta vuonna 2008. Kuivaava viljasiilo herätti Pukaran lisäksi myös naapuritilallisten mielenkiinnon. Tämän takia tilalliset lähtivät yksissä tuumin katsomaan jo toiminnassa ollutta kuivaavaa viljasiiloa. Siilon nähtyään ja siilon omistajan kanssa juteltuaan rohkaistui Pukaran isäntä sekä emäntä investoimaan Dan-Cornin viljasiiloon.

Mäki-Latvalan tilalla vilja-ala oli kasvanut 150:n hehtaariin, minkä takia heidän 160:n hehtoliträn lämminilmakuivurinsa alkoi käymään auttamattomasti liian pieneksi. Ilmatiiviin siilon ja kuivaavan viljasiilon välillä tarpeeksi kauan pähkäilyään Mäki-Latvala päätyi GSI:n kuivaavan viljasiilon valintaan.

Buschhoffin omistaja painotti valinnassaan sitä, että siilo sekoittaa itse rehu-tiljamassan tasalaatuiseksi, eikä erillistä sekoitusta ennen jokaista ruokintaa tarvita.

### 7.5 Viljan puhdistus

Mäki-Latvalan siiloon vilja kierrätetään kuivurin elevaattorin/esipuhdistajan kautta. Vilja ei näin ollen puhdistu yhtä hyvin, kuin lämminilmakuivurissa useaan kertaan esipuhdistajan ohittava vilja. Puhtautta saadaan kuitenkin lisättyä panostamalla rikkakasvien torjuntaan pellostä sekä säätämällä puimuri puimaan mahdollisimman puhdasta viljaa. Pellolta lähtevien viljakuormien puhtauteen joudutaan kiinnittämään huomiota etenkin Pukaran tilalla, jonka siilossa ei ole minkään asteista puhdistusjärjestelmää. Buschhoffin omistaja ei puhdistaa viljaa ennen kuivaavaan viljasiiloon laittamista, mutta käyttää kuivatun, ruokintaan menevän satsin aina lämminilmakuivurin kautta, joka puhdistaa sitä.

### 7.6 Kuivatuskustannukset

Kaikilla tiloilla oli huomattu kuivaavan viljasiilon saavan aikaan huomattavia säästöjä kuivatuskustannuksissa. Pukaran tilalla kuivatuskustannukset alenivat

---

7000:lla eurolla keskiverto vuoteen verrattuna, kun tila otti käyttöön kuivaavan viljasiilon (puitava ala 100 ha). Mäki-Latvalan tilalla taas oli pantu merkille kuivaavan viljasiilon nostaneen sähkölaskua 500:lla eurolla, mutta vastaavasti alentaneen öljylaskua 9000:lla eurolla. Tilojen laskelmissa on kuitenkin syytä ottaa huomioon, että laskuihin ei oltu lisätty tilojen omasta metsästä itse valmistetun hakkeen kustannuksia/työtä.

Kuivatuksen kokonaiskustannuksiksi (pois lukien hakkeen hinta, sekä kiinteät kustannukset) Mäki-Latvala arvioi 3 euroa per tonni. Pukaran laskelmissa oli päästy vieläkin pienempiin kokonaishintoihin, noin 2,5:n euron tonnihintaan. Tämän lisäksi kannattaa muistaa siilojen tuovan myös suuria työsäästöjä, kun työkoneita ei tarvitse pitää levossa kuivatuksen viemän ajan takia.

Buschhoffin omistajalla ei ollut antaa minkäänlaisia tietoja kuivatuskustannuksistaan.

Mäki-Latvalan kuivaavista viljasiiloista on myös kirjoitettu KM-lehteen (Rehuviljaa kuivaaviin viljasiiloihin 12/2010). Kyseisestä artikkelista käy ilmi, että tilan sulakekokoa jouduttiin nostamaan 80 ampeerista 125:een (22,5 kW puhallin). Mäki-Latvaloiden laskujen mukaan tämä tuli halvemmaksi kuin oman sähköaggregaatin hankkiminen ja käyttö, vaikka mukaan laskettiin myös aggregaatin hukkalämmön hyödyntäminen ilman esilämmityksessä.

## 8 ONGELMIA KUIVAAVISSA VILJASIILOISSA

Dan-Cornin toimittamien suurimpien kuivaavien viljasiilojen rakenteissa on huomattu ongelmia. Yksi katto on sortunut Isossakyrössä, ja Kauhajoella on huomattu yhdessä pöntössä muodonmuutoksia (oletettavasti katossa). Kumpikin siilo on 14,6 metriä halkaisijaltaan. Ongelmat ovat samat kuin kaikissa suurissa viljasiiloissa. Katto ei kestä sään aiheuttamaa painetta, lähinnä lunta, ja antaa periksi. Kummatkin rikkoutuneet viljasiilot on tähän mennessä korjattu ja korvauksia on saatu. (Mustonen 2010, 46.)

Tällaisia ongelmia esiintyy ympäri maailman, eivätkä ne siis liity ainoastaan Suomeen tuotaviin Dan-Cornin siiloihin. Myös GSI:n siiloissa on ollut samaa ongelmaa.

Osa siilonvalmistajista tekee erillisen tukirakenteen vähänkin suurempiin siiloihinsa. Ostajan kannattaa vaatia myyjältä tai tavarantoimittajalta takuut ja kauppakirjaan riittävän perusteelliset lauseet, joissa todetaan, että tuote, tässä tapauksessa teräskattorakenne, täyttää suomalaiset rakentamismääräykset ja –määräykset.

Buschhoffin maahantuojan edustajan mukaan heidän siiloissaan on huomioitu Suomen olosuhteet ja katto on valmiiksi vahvistettu enemmän kuin tarpeeksi. Dan-Cornkaan ei enää myy vahvistamattomia siiloja.

---

Erään myyjän mukaan osa siilonmyyjistä liioittelee myymiensä siilojen kapasiteettia, ja jotkut lupaavat jopa 20% enemmän tilaa kuin oikeasti siiloon mahtuu. Varmaa tietoa tämän väitteen todenperäisyydestä ei ole.

Kokemusten mukaan myyjien kanssa kannattaa olla tarkkana. Sopimukset on oltava kaikesta paperilla ja varsinkin ensimmäisen tarjouksen myyntihinnasta kannattaa tinkiä. Nämä asiat tosin pätevät kaikkeen isompaan maatalouskaupantekoon.

## 9 KUIVAAVAT VILJASILOT MAAILMANLAAJUISESTI

Amerikan mantereella kuivaavat viljasiilot ovat hyvin suosittuja lämpöisillä alueilla. Siellä ne yleisesti ovat Suomen keskimääräisiä kuivaavia siiloja isompia. Viljojen lisäksi Amerikassa kuivataan myös maissia siiloilla. Siilojen sisäiset sekoitusjärjestelmät ja kylmäilmakuivaus yhdistettiin Yhdysvalloissa jo 1960-luvulla ja ensimmäiset kuivaavat viljasiilot tulivat markkinoille vuosina 1962 ja 1965.

Suomen kanssa samoilla leveysasteilla ja samankaltaisilla ilmasto-olosuhteilla olevilla alueilla Kanadassa kuivaavat viljasiilot ovat myös laajassa suosiossa. Suomen kesä ja sitä myöten lämmin kuivausaika on Kanadaa lyhyempi, mikä aiheuttaa rajoituksia Suomen siilojen käyttöön, mutta rajoituksien määrästä oli opinnäytetyötä varten tarjolla ristiriitaista tietoa. Muutamien myyjien (mm. Twister, GSI) mukaan Kanadan ja Suomen olosuhteet ovat joka puolella maita liian erilaisia, että rinnastuksia ei voi tehdä, kun taas Ari Ukkosen (ks. kohta 14. Vaihtoehtoja kuivaaville viljasiiloille) tilalla vierailneiden, Mepun ostaneiden, yhdysvaltalais- ja kanadalaissijoittajien mielestä olosuhteet ovat hyvinkin samanlaiset. Heidän mukaansa kuivaava viljasiilo on yhtä lailla hyvä vaihtoehto Suomen kuin Kanadan olosuhteisiin. (Ukkonen, 2012.)

Pohjoismaissa Tanska ja Ruotsi ovat olleet kehityksen edelläkävijöitä Suomeen verrattuna. Tanskassa kuivaavia viljasiiloja on käytössä jo useita satoja, Ruotsissa puolestaan muutama sata. (Takalampi, 21.8.2009). Ruotsissa kuivaavia viljasiiloja on ollut jo reilu vuosikymmen. Ensimmäinen kuivaava viljasiilo ostettiin siellä vuonna 2000. Tosin kaksi vuotta aiemmin Ruotsissa asennettiin ensimmäinen siilon sisäinen sekoitusjärjestelmä jo olemassa olleeseen siiloon. (Westlin, 2004)

Suomessa yksikään kuivaava viljasiilo ei ole vielä palanut, mutta Ruotsissa esimerkiksi helmikuussa 2012 paloi Hulfsfredissa kuivaava viljasiilo ”tekni- sen vian” takia. (SVT 2012.) Muitakin siilopaloja on ollut, mutta ei mitenkään hälyttävissä määrin.

## 10 HINTAESIMERKKI KM-LEHDESTÄ (10/2009)

Dan-Corn, kuivaava viljasiilo 3607

- Halkaisija: 10,97 m, räystäskorkeus: 7,85 m, harjakorkeus 11,23 m
- Kapasiteetti : 518 tn, 680 m<sup>3</sup>
- Ilman sekoitusta siiloon mahtuu vielä päälle kuivaa tavaraa n. 150 m<sup>3</sup>  
(Käynnissä olevaa sekoituslaitteistoa ei saa peittää viljalla!)

Toimitussisältö:

- Siilorakennelma, ilmaventtiilit
- Rei'itetty lattia
- Kuivauspuhallin 18,5 kW
- Portaat siilon ulkopuolelle ja tikkaat siilon sisäpuolelle
- Sekoituslaitteisto moottoreineen kahdella kairalla
- Viljanlevitin
- Tyhjennyslaitteisto (65 tn/h), vaaka pystykaira ja pyyhkäisykaira
- Vesikiertoinen kuivausilman kehitin eli radiaattori/siirrettävä öljypoltin
- Tarvittavat kiinnitystarvikkeet sekä tiivistemassat ja nauhat
- Piirrustukset

Hinta: 49 000 € + asennus n. 10 000 € (Hinta ei sisällä perustusta, täyttölaitetta, ohjauskeskusta eikä sähköasennuksia.) Esimerkkisiilon täyttöön pitää ostaa erikseen täyttöruuvi tai elevaattorilaitteisto sekä ohjainkeskus. Traktorikäyttöisten täyttölaitteiden hinnat alkavat 7800 eurosta. Dan-Cornin ohjainkeskus maksaa 6000 euroa. Sähköasennusten hinnaksi tulee noin 4000 euroa.

## 11 TUOREEMPIEN HINTAKYSELYJEN TULOKSET

Tarjouspyyntökierros suoritettiin 2012 helmikuun alussa.

Dan Cornin KM-lehden hintaesimerkkiä vastaavan yhdistelmän hinta ei ole oleellisesti muuttunut vuosien 2009 ja 2012 välillä. Dan-Cornin edustaja myös eritteli yllä olevasta hintaesimerkistä puuttuvan tiedon, eli kuivausilman esilämmityksen käyttöön soveltuvan radiaattorin hinnaksi 2000 euroa. (Dan-Cornin myyjä 2012)

Ilman rahtia, kontin purkua ja siilon pystytystä GSI:n vastaavan kokoinen siilo samoilla varusteilla on verollisena noin 78000 euroa. (K-Maatalouden myyjä 2012).

Buschhoffin paketti on tingityllä hinnallakin noin 10-15 tuhatta euroa kalliimpi kuin Dan-Cornin ja GSI:n vastaavat, eikä senkään tarjouksessa ollut rahdin ja pystytyksen hintaa mukana. (Farmi Tilatechin myyjä 2012.)

Neueron ja SAMI:n tarkkoja hintatietoja ei ollut saatavilla tai ei annettu opinnäytetyöhön.

Pelkkien myyjien tarjouksien lisäksi mainittakoon erään käyttäjän arvio todellisesta käyttöönotto hinnasta. Buschhoffin 800 kuutiometrin kuivaavan viljasiilon omistajan mukaan hänen siilonsa oston ja kuivausvalmiiksi saattami-

---

sen yhteishinnaksi muodostui reilu 100 000 euroa. (Buschhoffin omistaja 2012.)

## 12 VAIHTOEHTOJA KUIVAAVILLE VILJASIILOILLE

Suomen kylmäilmakuivauksen markkinoille on viime vuosina ilmestynyt muitakin uutuuksia vastavetona kuivaaville viljasiiloille. Tässä on esiteltynä lyhyesti kaksi niistä.

### 12.1 Twisterin tuuletuspohjallinen siilo

Twister on alkanut tuoda omaa kylmäilmakuivaukseen pystyvää viljasiilooaan Suomeen. Ero opinnäytetyössä käsiteltyihin kuivaaviin viljasiiloihin on se, että Twisterin siilojen myynti painottuu hieman pienempiin, 200-400 kuutiometrin siiloihin, eikä Twisterin tuuletuspohjallisissa viljasiiloissa ole lainkaan sekoitusruuveja tai muutakaan sekoitustapaa. Rakenne on muuten samanlainen kuivaaviin viljasiiloihin verrattuna, mutta viljamassaa ei siis sekoiteta. Näistä siiloista puhutaankin yleensä lähinnä tuuletussiiloina tai puskurikuivureina, ja mm. käyttövarmuuden takaamiseksi tilalla on oltava myös lämminilmakuivuri. Riskit ovat suuremmat epätasaisen kuivumisen, homeen ja paakkujen muodostumisen suhteen, mutta vastaavasti hinta on sekoittavia siiloja huomattavasti halvempi. Twisterin 220 kuutiometrin tuuletuspohjallinen siilo maksaa noin 9000 euroa ilman alv:ia, 340 kuutiometrin vastaava siilo 12 500 euroa ilman alv:ia. Tärkeä huomio hinnassa on myös se, että Twister käyttää vain 5,6 kW:n puhallinta siiloissaan (kuva 6 ja 7), minkä johdosta kuivaavia viljasiiloja pienempi ja huomattavasti halvempi sulakekoko on mahdollinen.

Punkalaitumella sijaitsevalle Ukkosen sikatilalle hankittiin Suomen ensimmäiset Twisterin tuuletussiilot koemielessä 2011 (kuva 5). Ari Ukkosella on noin 250 emakkoa ja 1500 lihasikaa. Hän alun perin harkitsi kahden normaalin viljasiilon ostamista, mutta lopulta samalle ajanjaksolle sijoittuneen Mepun myynnin sekä sen kanadalaisten ostajien Suomessa ja Ukkosilla vierailun ansiosta kaupat tehtiin Suomessa ennennäkemättömistä tuuletuspohjallisista 220 kuution ja 340 kuution siiloista. Pystytyksiä vaivanneista rakentamisiongelmissä huolimatta syksyllä 2011 siilot olivat käytössä ja suoriutuivat kiitettävästi.



Kuva 5, Tuuletuspohjallisia siiloja (Mattila, 2012). Kuva 6 ja 7, Twisterin ja Buschhoffin puhallimet (Mattila, 2012)

Ari Ukkonen antoi erityistä kiitosta siilojen edullisuudesta. Hän painotti, että tällaisia ilman sekoitustoimintoa olevia kuivaavia siiloja käytettäessä viljan puhtaus on ehdottoman tärkeää, paljon tärkeämpää kuin sekoitusruuveilla varustetuissa kuivaavissa viljasiloissa. Hän käyttää yhtä laadukasta viljanpuhdistinta siilojen täyttöruuuissa ja pyrkii jo pellolla puimurin oikein säätämällä puimaan mahdollisimman puhdasta viljaa. 220 kuution siiloa hän käyttää puskurikuivurina ja 340 kuution siiloa tuulettavana siilona, jonne hän voi purkaa lämminilmakuivurilla kuivatun viljaerän viilentymään kuivauksen jälkeen. Näin lämminilmakuivurin ei tarvitse tuulettaa viljaerää, uusi kostea viljaerä voidaan saman tien syöttää kuumaan kuivuriin, eikä lämminilmakuivurin pannun tarvitse viilentyä välillä, mikä säästää sekä rahaa että aikaa.

Twisterin edustajan mukaan tuuletuspohjallisia siiloja ei ole suunniteltu lopulliseksi kuivausmenetelmäksi Suomessa, eivätkä ne siihen sovellu, vaan aina tarvitaan lämminilmakuivuri vierelle. Ari Ukkonen puolestaan uskoo, että esipuhdistimen, lisälämmön sekä oikea-aikaisen ja vähäroskaisen puinnin avulla näillä siiloilla pystyy kuivaamaan valmista rehuviljaa ilman lämminilmakuivurin apua. (Ukkonen 2012.)

## 12.2 Antti Quatro kuivaava viljasiiilo

Antti-teollisuus Oy on kehittänyt Antti Quatro -kuivausjärjestelmän nimenomaan vastavedoksi kuivaaville viljasiloille. Järjestelmä koostuu Pro Air -ilmapohjasiiloista ja lämminilmakuivurista sekä niiden monipuolisesta ja joustavasta yhteiskäytöstä.

Pro Air -siilot ovat yllä olevan Twisterin tapaan tuuletuspohjalla varustettuja siiloja ilman sekoitusruuveja, mutta yhden Pro Air -siilon peruskoko on ”vain” 115 kuutiometriä (muitakin kokoja saatavilla). Lisäksi Pro Air -siilot ovat malliltaan kulmikkaita, niitä yhdistetään toisiinsa useita ja niiden päälle rakennetaan katto. Eli Pro Air -siiloisto näyttää ulkoapäin hyvinkin paljon normaalilta suomalaiselta konehallilta (kuva 8).



Kylmäilmapuhaltimen koko on 7,5 kW:a (vrt. kuivaavien viljasiilojen yli 15 kW:n puhaltimet).

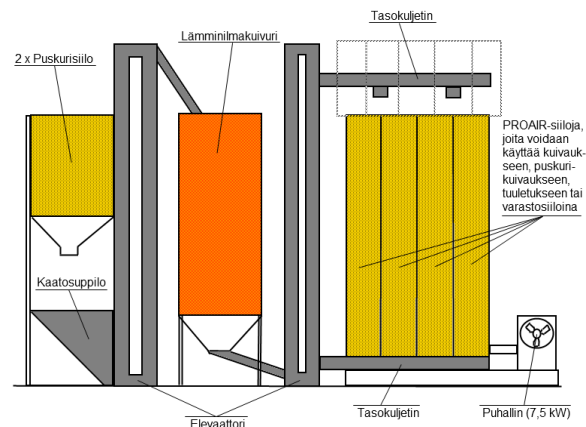
Quatro –nimi tulee siitä, että Antti Quatro –järjestelmällä pystyy kuivaamaan neljällä eri tavalla. Pro Air -siilosto voi kuivata yksinään koko viljamäärän. Tosin vain 7,5 kW:n puhaltimella ilman sekoitustoimintoa tämä voi olla hankalaa. Pro Air -siilosto voi toimia puskurikuivaajana lämminilmakuivurille tai lämminilmakuivurin tuuletussiiloina, jolloin kuivuri voi käydä jatkuvatoimisena. Neljäs vaihtoehto on, että Pro Air -siilosto toimii vain normaalina varastotilana ja kaikki kuivataan ja tuuletetaan lämminilmakuivurin avulla. Toimintaa voi hahmottaa kuvasta 9.

Säästö tulee siinä, että vain tarpeen vaatiessa käytetään öljyä kuivaamiseen. Kylmäilmakuivauksessa voidaan käyttää lisälämpöä. Myös auringon energiaa voidaan hyödyntää ottamalla siiloston katon alta tuloilma puhaltimelle. Järjestelmän vastaanottokyky on myös suuri. Suurimmillaan luvataan, että viljaa voidaan ottaa varastoon 50 tonnia tunnissa, jos vilja siirretään nopeasti kuivurin kautta suoraan Pro Air -siiloihin kuivaukseen.

Antti Quatro –järjestelmän etu verrattuna kuivaaviin viljasiiloihin ja Twisterin tuuletuspohjallisiin siiloihin on se, että siilostolla saadaan aikaan suuri varastokapasiteetti, mutta silti voidaan pitää eri viljalaadut erillään toisistaan. (Antti Quatro esittely, 2012)



Kuva 8, Pro Air siilosto (Agrosec, 2012)



Kuva 9, toimintaperiaate ja rakenne (Mattila, 2012)

Antti Quatro on täysin uusi järjestelmä ja se on otettu käyttöön vain kahdella eri suomalaisella tilalla vuonna 2011. Tietoa toimimisesta tai toimimattomuudesta on vielä liian vähän johtopäätöksiä varten. Esittelymateriaalia, ja tietoa internetissä tai yksittäisillä myyjillä on vielä erittäin vähän. (Antti-teollisuuden myyjä 2012.)

Erään myyjän mukaan (2012) Pro Air -siilojen viljaa kierrätettäisiin kylmäilmakuivauksen aikana elevaattorin ja kuljettimien avulla. Tieto on melko epävarma, sillä tässä on se ongelma, että siilo tyhjenee viljamassan yläosa edellä, joten vain ylimmät viljat kiertäisivät.

---

Hintaluokka saatujen tietojen mukaan on 700 kuutiometrin siilostolle 70-80 tuhatta euroa. (Antti-teollisuuden myyjä 2012.)

## 13 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 13.1 Kuivaava viljasiilo vai ilmatiivis säilöntä

- Kumpaankin saa puida viljaa sitä tahtia kuin ehtii. Pullonkaulaa ei ole.
- Seosrehuja tehtäessä kuivaavaan viljasiiloon voi lisätä toista lajiketta ja siilo sekoittaa itse rehun tasalaatuiseksi. Ilmatiiviitä siiloja käytettäessä pitää jokin ruokintaerä sekoittaa erikseen.
- Käyttökustannukset ovat halvemmat ilmatiiviissä säilönnässä
- Jos aikoo myydä rehuviljaa, saa kuivaavan viljasiilon tavarasta paremman hinnan.
- Ilmatiivis siilo ei vaadi niin suurta viljelypinta-alaa, koska sitä myydään pienempinä siiloina.
- Yli 25 % kostea vilja ei aiheuta ongelmia kuivaavassa viljasiilossa.
- Purkumenetelmien kanssa ei ole ongelmia kuivaavassa viljasiilossa, koska paakkuja ei ole.
- Ilmatiiviissä säilönnässä on pilaantumisriski, jos siilo alkaa vuotaa.
- Ilmatiiviisti säilötyn viljan kanssa saattaa tulla ongelmia porsastuotannossa
- ilmatiiviiseen ei voi säilöä ylivuotista viljaa

Mäki-Latvalan tilalla tällaisen rakentaminen kuivaavan viljasiilon sijaan oli-kin pitkään harkinnan alla. Lopulta tilan isäntä näki kuivaavan viljasiilon ilmatiivistä siiloa parempana vaihtoehtona.

Kuivaavaan viljasiiloon investointia puolsivat parempi säilyvyys, parempi E-vitamiinin muodostuvuus, kuivatun viljan parempi kauppakelpoisuus, viljan sekoittuminen siilossa sekä kosteana syksynä puidun viljan ongelmat ilmatiiviissä siilossa.

Kokemusten mukaan ilmatiiviissä siilossa edellissyksynä puitu kostea vilja säilyy hyvin, mutta ylivuotisen viljan kanssa alkaa tulla säilyvyysongelmia. Paremman säilyvyyden takia kuivan viljan kauppaaminen on myös helpompaa kuin kostean, säilötyn viljan myyminen. Lisäksi tuoresäilöntä tuhoaa vil-

---

jasta eläimille tärkeän E-vitamiinin. Seosviljan säilyttäminen kuivaavassa siilossa on helpompaa, sillä siilo hoitaa itse sekoituksen, joten erillistä viljojen sekoittajaa ei tarvita. Kun viljan kosteus on noussut kosteasta puintisäästä joutu-  
tuen erittäin korkeaksi, on ilmatiiviissä siiloissa havaittu jäätymisongelmia. Lisäksi kuivaavan viljasiilon rakentamista puoltavat myös tämän hetkiset selvästi paremmat valtionavustukset.

Buschhoffin omistaja arvioi, että kaikissa säissä toimivan ja muutenkin täydellisesti muihin ratkaisuihin (ruokinta, muut siilot, lämminilmakuivuri yms.) sopivan siilon rakentaminen maksaisi noin 150 000 euroa, mutta tulisi silti halvemmaksi kuin vastaaviin vaatimuksiin sovitettu ilmatiivis siilo.

### 13.2 Kuivaava viljasiilo vai lämminilmakuivuri

- Ei pullonkaulaa puinnissa kuivaavalla viljasiilolla.
- Käyttökustannukset pienemmät kuivaavassa pöntössä.
- Hankintahinnaltaan ja pystyttämiskustannuksiltaan kuivuri on kalliimpi.
- Huoltokustannukset pienemmät kuivaavalla siilolla.
- Pölyäminen ja tuholaisongelmat pienempää kuivaavassa viljasiilossa.
- Kuivaavalla viljasiilolla ei päästä välttämättä myyntikosteuteen asti ilman lämpökuivuria, mutta jos myyntikosteuteen pyritään, kuivaava siilo toimii puskurikuivurina ja pienentää kuivauskustannuksia huomattavasti.
- Rehutiloille kuivaava viljasiilo sopii paljon paremmin kuin valtava lämminilmakuivuri
- Viljan puhdistus on helpompaa ja tehokkaampaa lämminilmakuivurissa
- Sulakekoko on lämminilmakuivurissa pienempi

## 14 MAAHANTUOJIA JA MYYJIÄ

#### 14.1 Kuivaavat viljasiilot

Dan Corn	Honka Trading
GSI	K-Maatalous
Buschhoff	Farmi tilatech
Neuero	Agrimarket
Sami (suom.)	Agrimarket

#### 14.2 Kuivaavat viljasiilostot

Antti Quatro (suom.)	Antti-teollisuus Oy
----------------------	---------------------

#### 14.3 Tuuletuspohjalliset siilot

Twister	Mepu
---------	------

### 15 LÄHTEET

Agrosec, 2012, kuva Antti Quatro-kuivurisiilosta.

Antti Quatro:n esittely. Agrosec. Viitattu 01.04.2012.  
<http://www.agrosec.fi/index.php?id=141>

Dan-Cornin tuoteluettelo. n.d. Dan-Corn.

GSI kuivaussiilo 2010 –esite. K-maatalous. Viitattu 01.01.2012.  
[http://www.k-maatalous.fi/tuotteet/koneet/tyokoneet/Documents/GSI\\_esite\\_2010.pdf](http://www.k-maatalous.fi/tuotteet/koneet/tyokoneet/Documents/GSI_esite_2010.pdf)

Knuuttila, J. 2010. Tehoa viljan vastaanottoon. Maatilan Pirkka 4/2010.

Koivisto, H. 2009. Dan-Corn on hidas ja varma. Koneviesti 19.2.2009, 38-39.

Mattila, J. 2012, valokuvat, piirretyt rakennekuvat ja johtopäätökset.

Mustonen, E. 2009. Suuri vastaanottokapasiteetti siivittää sadonkorjuuta. KM 10/2009, 14-20.

Mustonen, E. 2010. Rehuviljaa kuivaaviin viljasiiloihin. KM 12.2010, 43-47.

Mäki-Latvala, M. 2011. Käyttäjäkokeuksia.

Nimetön Buschhoffin omistaja 2012. Käyttäjäkokeuksia.

Pukara, K. 2011. Käyttäjäkokeuksia.

---

SAMI-kuivaussiilon esittely. Reikälevy Oy. Viitattu 01.01.2012.  
<http://www.reikalevy.fi/kuivaussiilot.html>

SVT, 2012. Brand i silo i Hultsfred. Viitattu 24.04.2012.  
[http://svt.se/2.33731/1.2719845/brand\\_i\\_silo\\_i\\_hultsfred&queryArt527895=branden&sortOrder527895=0&doneSearch=true&sd=47225&from=siteSearch&pageArt527895=10](http://svt.se/2.33731/1.2719845/brand_i_silo_i_hultsfred&queryArt527895=branden&sortOrder527895=0&doneSearch=true&sd=47225&from=siteSearch&pageArt527895=10)

Takalampi, A. 2009. Kuivaava siilo isolle sikalalle soveltuvin kuivausjärjestelmä. Ilkka 21.9.2009, sivut.

Takalampi, A. 2009. Yksinkertaista mutta tehokasta tekniikkaa. Ilkka 21.9.2009, sivut.

Ukkonen, A. 2012. Tietoa Twisteristä, käyttäjäkokemuksista ja Mepun ostajien mielipiteistä.

Useat eri maatalousmyyjät.

Westlin, H. 2004. Utvärdering av ett silotorksystem för spannmål utrustat med omrörare. SLU. Institutionen för biometri och teknik. Opinnäytetyö.