



# **VILJAHUOLLON KEHITTÄMINEN LEHMONNIEMEN TILALLA**

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinot, Mustiala

Kevät 2024

Miikka Hirvonen

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Tekijä Miikka Hirvonen

Työn nimi Viljahuollon kehittäminen Lehmonniemen tilalla

Ohjaaja Timo Teinilä

Tiivistelmä

Vuosi 2024

---

Tässä opinnäytetyössä perehdytään Lehmonniemen tilan viljan säilöntä- ja varastointimenetelmiin, niistä muodostuviin kustannuksiin ja viljahuollon kehittämiseen. Työn tavoitteena oli muodostaa toimiva suunnitelma viljahuollon kehittämiseksi, joka palvelee tilan tarpeita tulevaisuudessa. Lähtökohtana työlle oli nykyisten säilöntämenetelmien tehottomuus ja tarve suunnitella tilalle uusi viljankuivaamo. Työssä käydään läpi käsiteltävät viljamäärät ja nykyiset käytössä olevat säilöntämenetelmät. Tulevaisuudessa mahdollinen pinta-alan laajentuminen on otettu huomioon. Opinnäytetyön toimeksiantajana on Lehmonniemen tila, Kaisa-Liisa Hirvonen.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa tutustutaan Suomessa käytettäviin viljan säilöntämenetelmiin ja niiden tekniikoihin. Viljankuivauksen osalta perehdytään kuivurin toimintaperiaatteeseen ja viljan säilyvyyteen. Murskesäilönnän kohdalla paneudutaan viljan murskauksen tekniikkaan ja murskeviljan säilyvyyteen. Lisäksi molempien vaihtoehtojen kohdalla käydään läpi niiden ominaisuudet ja niistä muodostuvat kustannukset.

Opinnäytetyössä tapahtuvan pohdinnan avuksi haastateltiin yhden suomalaisen kuivurivalmistajan myyntiedustajaa. Haastattelun avulla pystyttiin muodostamaan lähtötietojen perusteella tilalle sopivin kokonaisuus viljankuivaukseen ja varastointiin. Lähtötietoina haastattelussa käytettiin työssä muodostettuja laskelmia tarvittavasta kuivaus- ja varastointikapasiteetista.

Työssä vertailtavissa kustannuksissa on keskitytty pelkästään muuttuviin kustannuksiin. Kaikista tilan kannalta mahdollisista säilöntämenetelmistä on muodostettu kustannuslaskelmat samalla viljamäärällä. Tuloksien perusteella tehdään päätös tulevaisuudessa käytettävästä metodista.

Avainsanat Viljankuivaus, viljankuivaus hakkeella, kuivaamo, murskesäilöntä

Sivut 32 sivua ja liitteitä 0 sivua

Degree Programme in Agricultural and Rural Industries

Author Miikka Hirvonen

Subject Development of grain supply at Lehmonniemi farm

Supervisors Timo Teinilä

Abstract

Year 2024

---

This thesis explores the grain preservation and storage methods at Lehmonniemi farm, their associated costs, and the development of grain supply. The objective was to formulate a functional plan for improving grain supply to meet the farm's future needs. The starting point for the thesis was the inefficiency of current grain preservation methods and the need to design a new grain dryer for the farm. The thesis examines the amounts of grain to be handled and the currently used grain preservation methods. Possible future expansion of the farm has been taken into consideration. The thesis was commissioned by Lehmonniemi farm, Kaisa-Liisa Hirvonen.

The theoretical part of the thesis introduces the grain preservation methods and techniques used in Finland. Regarding grain drying, the focus is on the operation principles of the dryer and grain storage. For crushed grain preservation, attention is given to the technique of crushing grain and the shelf life of crushed grain. Additionally, the characteristics and costs of both options are discussed.

To aid in the deliberation in the thesis, an interview was conducted with a sales representative from a Finnish dryer manufacturer. The interview helped in forming the most suitable solution for grain drying and storage based on the initial data. Calculations of the required drying and storage capacity formed the basis of the interview.

The comparison of costs in the thesis focuses solely on variable costs. Costs calculations for all possible grain preservation methods for the farm were made based on the same amount of grain. A decision on the method to be used in the future is made based on the results.

Keywords Grain drying, grain drying with wood chips, grain dryer, grain crushing

Pages 32 pages and appendices 0 pages

# Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Lehmonniemen tila.....	2
2.1	Tilan nykytilanne .....	2
2.2	Tilan tuotanto .....	2
2.3	Nykyiset menetelmät viljan säilönnässä .....	3
2.3.1	Viljan kuivaus .....	3
2.3.2	Murskesäilöntä .....	3
3	Viljansäilöntä.....	4
3.1	Viljankuivaus.....	4
3.1.1	Kuivurin toimintaperiaate .....	5
3.1.2	Viljan säilyvyys .....	6
3.2	Viljan murskesäilöntä .....	7
3.2.1	Murskesäilönnän tekniikka.....	7
3.2.2	Murskesäilöttävän viljan säilyvyys .....	8
4	Viljahuollon kehittäminen .....	9
4.1	Uuden viljankuivaamon suunnittelu .....	9
4.1.1	Lämmönlähde.....	10
4.1.2	Kuivauskapasiteetti.....	10
4.1.3	Varastokapasiteetti .....	11
4.1.4	Kokonaisuus.....	12
4.2	Tilan siemenhuolto .....	12
4.2.1	Kylvösiemenen kunnostus .....	12
4.2.2	Rehu- ja elintarvikeviljan kunnostus.....	13
5	Kustannusten vertailu.....	14
5.1	Kuivaus kevyellä polttoöljyllä.....	15
5.2	Kuivaus hakkeella .....	16
5.3	Murskesäilöntä.....	18
5.4	Rahtikuivaus ostopalveluna .....	19
5.5	Rahtikuivaus ja varastointi urakointipalveluna .....	20
6	Johtopäätökset.....	21
	Lähteet .....	23

## **Taulukot**

Taulukko 1. Mustialan viljankuivaamon kirjanpito..... 14

Taulukko 2. Puuhakkeen tuottamisen kustannukset Lehmonniemen tilalla ..... 16

Taulukko 3. TTS-Kone, konetyön muuttuvat kustannukset ..... 18

Taulukko 4. Murskesäilönnän kustannukset Lehmonniemen tilalla ..... 19

# 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä perehdytään keskikokoisen karjatilan viljahuoltoon. Työssä vertaillaan viljan eri säilöntämenetelmiä ja niistä muodostuvia kustannuksia. Työn tavoitteena on lisäksi pohtia viljahuollon kehittämistä Lehmonniemen tilalla. Säilöntämenetelmissä keskitytään kuivauksen ja murskesäilönnän vertailuun, sillä niistä molemmat menetelmät ovat kohdetilalla käytössä. Säilöntätavan lisäksi paneudutaan siemenhuoltoon ja mahdollisuuteen käyttää kylvösiemenenä tilan omaa siementä (TOS). Suurena osana viljahuollon kehittämissuunnitelmaa tulee olemaan uuden viljankuivaamokokonaisuuden määrittäminen kohdetilalle. Suunnitelmassa huomioidaan sekä tilan nykypäivän tarpeet että tulevaisuuden tarpeetkin laajentuminen huomioiden. Viljankuivaamo tarkoittaisi isoa investointia tilan liiketoiminnassa. Kuivaamo suunnitellessa keskitytään kuivauslämmön tuottamiseen puuhakkeella. Tilalla on positiiviset kokemukset hakelämmityksestä, mikä puoltaa kuivurin rakentamista hakekäyttöiseksi. Tässä työssä ei kuivurikokonaisuutta määritettäessä keskitytä eri laitevalmistajien laitteiden vertailuun, vaan pyritään hahmottamaan toimiva kokonaisuus tilan toiminnan kannalta. Apuna käytetään laskelmia, joilla selvitetään tarvittavaa kuivaus- ja varastointikapasiteettia.

Kustannuksissa vertaillaan viljankuivauksen hintaa fossiilisella polttoaineella, sekä kotimaisella uusiutuvalla polttoaineella. Työssä ei vertailla eri lämmitysratkaisujen hankintahintoja vaan niiden käyttökustannuksia. Laskemissa käytetyt hinnat ovat arvonlisäverottomia, ellei toisin mainita. Kustannusten vertailussa on käytetty pelkästään muuttuvia kustannuksia. Muuttuvia kustannuksia viljankuivauksessa ovat käytettävä polttoaine ja sähkö. Murskesäilönnässä muuttuvat kustannukset muodostuvat työkoneiden polttoaineesta, säilöntäaineesta sekä varaston peitemuoveista.

Kotieläintuotannossa riippumatta tuotantosunnasta ruokintakustannus on suurin muuttuva kustannuserä. Säilöntämuodon valinta korostuu erityisesti, kun suunnitellaan uudenlaisia ratkaisuja rehuksi käytettävän viljan säilöntään. (Farmit, 2010a)

## 2 Lehmonniemen tila

Lehmonniemen tila sijaitsee Liperin kunnassa, Pohjois-Karjalan maakunnassa. Tila kuuluu C1-tukialueeseen. Tilan perusosa on ollut suvun hallussa vuodesta 1876 alkaen.

Maanviljelyä harjoitetaan tällä hetkellä neljännessä polvessa. Päätuotantosuuntana tilalla on maidontuotanto, ja sitä harjoitetaan kolmannessa polvessa. Tila sijaitsee noin 4 kilometrin päässä Liperin kirkonkylästä, Rääkkylän suuntaan. Lähes kaikki tilan pellot sijaitsevat 2 kilometrin säteellä tilakeskuksesta. Kauimmaisille pelloille on matkaa noin 7 kilometriä.

### 2.1 Tilan nykytilanne

Lehmonniemen tilalla on tällä hetkellä peltoa 80 ha, joista osa on vuokrattua. Tilalla harjoitetaan tavanomaista peltoviljelyä ja maidontuotantoa. Tila tuottaa maitoa Valio Oy:lle ja kuuluu Maitosuomen osuuskuntaan. Tuotettu maito kuljetetaan jalostettavaksi Valion Joensuun tehtaalle. Tilalla ollaan omavaraisia karkearehujen suhteen, mutta väkirehuihin käytettävää viljaa joudutaan ostamaan vuosittain tilan ulkopuolelta, koska tilan peltopinta-ala ei ole tällä hetkellä riittävä väkirehuissa käytettävän viljan tuottamiseen. Tilan peltopinta-alaa yritetään kasvattaa, mutta johtuen alueella vallitsevasta kilpailusta, pellon kysyntä ylittää tarjonnan.

### 2.2 Tilan tuotanto

Tilalla on keskimäärin 55 lypsävää ja hiehoja keskimäärin 45. Karjasta 86 % on ayrshire-rotuisia ja 14 % holstein-rotuisia. Rotujakauma on samanlainen nuorenkarjan ja lypsävien osalta. Tilalla syntyvät sonnivasikat ja teuraat myydään Atrialle. Vuonna 2023 meijeriin toimitetun maidon määrä oli 477 272 litraa E-luokan maitoa. Tilalla on vuonna 1998 rakennettu lämminpihatto ja lypsy tapahtuu 6x2 kalaruotomallisella lypsyasemalla. Peltoviljely tilalla painottuu neljävuotiseen apilanurmikiertoon. Nurmet perustetaan aina suojaviljan kanssa. Viljalajeista tilalla viljellään kauraa ja ohraa, joita viljellään yleensä seoskasvustoina murskesäilöntää varten. Ohran osuus seoskasvustoissa on 60 prosenttia ja kauran 40 prosenttia. Satotaso seoskasvustoissa, vuoden mukaan on ollut 4000–5000 kg/ha. Peltopinta-alasta noin 40 hehtaaria on viljalla, riippuen viljelykierrosta. Näiden lisäksi tilalla viljellään herneen ja vehnän seosta, joka korjataan kokoviljasäilörehuna lypsylehmien valkuaisrehuksi. Tilalla kartoitetaan tällä hetkellä syysvehnän viljelymahdollisuuksia, sekä sen käyttöä karjan ruokinnassa.

## 2.3 Nykyiset menetelmät viljan säilönnässä

Lehmonniemen tilalla viljaa säilötään sekä kuivaamalla että murskesäilönnällä.

Murskesäilöttävää viljaa korjataan ja säilötään vuosittain noin 120 000 kg. Edellä mainittu määrä riittää karjan talviaikaiseen ruokintaan. Murskesäilöttävän viljan lisäksi vuosittain käytetään ruokinnassa noin 60 000 kg kuivattua viljaa.

### 2.3.1 Viljan kuivaus

Lehmonniemen tilalla on vanha 1980-luvulla rakennettu viljankuivaamo. Kuivaamossa on yhdistetty lämminilmakuivuri ja kylmäilmakuivuri, mutta kylmäilmakuivuri ei ole enää käytössä. Kuivurikaappina on 75-hehtolitrainen Jaakko, joka toimii ylipaineella. Polttoaineena käytetään kevyttä polttoöljyä. Kuivaamon iän takia varastotiloja on vähän, eivätkä kaikki varastosiiilot ole käyttökuntoisia. Käytössä olevaa varastotilaa kuivurilla on tällä hetkellä vain noin 30 kuutiota. Kuivaa viljaa säilötään lisäksi tilan vanhoissa betonisissa AIV-rehutorneissa, jotka on muutettu viljan säilöntään sopiviksi. Tornit täytetään ruuvikuljettimella traktorin perävaunusta. AIV-rehutorneja on yhteensä kolme kappaletta, joista kaksi kappaletta on 63-kuutioista ja yksi kappale 98-kuutioinen. Yhteensä varastotilaa torneissa on 224 kuutiota. AIV-rehutorneista vilja siirtyy Rivakan imupuhallusvalssimyllyllä navetan välisiiloon, josta se siirtyy ruuvikuljettimella apesekoittimeen. Tilan oman viljankuivaamon lisäksi, tarpeen vaatiessa viljaa kuivataan myös yhteistyötilojen kuivureissa rahtikuivauksena.

### 2.3.2 Murskesäilöntä

Lehmonniemen tilalla murskeviljaa käytetään eläinten ruokinnassa. Komponenttina se sopii hyvin tilalla käytettävään appeeseen. Murskattava vilja korjataan leikkuupuimurilla ja pelloilta se kuljetetaan tilakeskukselle murskattavaksi. Murskaus tapahtuu kanadalaisella traktorikäyttöisellä Renn-valssimyllyllä. Murskattu viljamassa säilötään murskeviljalle tehtyyn laakasiiloon, joka on mitoitettu rehun kulutus huomioiden. Laakasiilon tilavuus on noin 200 kuutiota. Säilöntäaineena käytetään olosuhteet huomioiden joko muurahaishappopohjaista säilöntäainetta tai biologista säilöntäainetta. Viljamassan tasoitus ja tiivistys hoituu laakasiilossa kurottajan avulla. Valmiin murskeviljan päälle levitetään lopuksi säilöntäainetta kastelukannulla säilyvyyden parantamiseksi. Siilo painotetaan lopuksi reunapainoilla, autonrenkailla ja sahanpurulla. Murskeviljan käyttö ruokinnassa aloitetaan noin kuukauden kuluessa siilon sulkemisesta. Tilan tavoitteena on, että murskeviljaa käytetään vain talviaikaisessa ruokinnassa. Kesällä ja lämpimällä ilmalla murskevilja on alttiimpi homeista



johtuvalle pilaantumiselle. Murskeviljaa korjataan ja murskataan vuosittain noin 120 000 kiloa.

### 3 Viljansäilöntä

Vilja voidaan varastoida alle 14 % kosteuteen kuivaamalla tai käyttämällä erilaisia säilöntä- ja viilennysmenetelmiä. Suomessa perinteisin viljan säilöntään käytettävä menetelmä on kuivaus. Muita vaihtoehtoisia säilöntämenetelmiä ovat murskesäilöntä ja kokojyvässäilöntä. Kokojyvässäilöntä on kolmas vaihtoehto, jolloin vilja korjataan kokonaisena kasvustona. Kuivaus on näistä käytetyin menetelmä ja sen etuja ovat pitkäaikainen ja varma säilyvyys. (Farmit, 2010b) Muut vaihtoehtoiset viljan säilöntämenetelmät tulevat yleensä kyseeseen, kun viljaa käytetään omalla tilalla suoraan rehuksi. Kauppakelpoinen vilja säilötään pääsääntöisesti kuivaamalla. Ratkaisevaa on viljan käsittely ja käyttö säilönnän jälkeen. Kotieläintilat voivat myös ostaa kosteaa viljaa, mikäli säilöntä tehdään omiin varastoihin pian sadonkorjuun jälkeen. Viljan säilönnän kiireys riippuu viljan lämpötilasta ja kosteudesta. Vilja on tehokas lämmöneriste ja käytännössä viljan lämpötila on sama kuin ilman lämpötila korjuun aikana. Kostean viljan säilönnässä on huomioitava viljan alhainen E-vitamiinipitoisuus. E-vitamiinin hapettumista lisäävät kosteus ja happamuus varastoinnin aikana. Esimerkiksi kuivatun viljan E-vitamiinipitoisuus on 34 mg/kg ja vastaavasti tuoresäilötyssä viljassa pitoisuus on vain muutamia milligrammoja. Kuivaus kuluttaa säilöntämenetelmistä eniten energiaa. Muut säilöntämenetelmät saattavat kuitenkin vaatia kuivausta enemmän työvaiheita, eikä vilja välttämättä säily niin hyvin. (Ahokas & Jokiniemi, n.d)

#### 3.1 Viljankuivaus

Kesällä tai syksyllä korjattava viljasato varastoidaan kuivaamalla se alle 14 % kosteuteen tai käyttämällä muita säilöntämenetelmiä. Suomessa yleisin viljankuivaukseen käytettävä tapa on lämminilmakuivaus. Lämminilmakuivaus ei oikein suoritettuna rajoita viljan myöhempää käyttöä. Kuivaus on fysikaalinen tapahtuma, jossa vettä irrotetaan jyvistä ja jyvän pinnalta lämpöenergian avulla. Lämminilmakuivauksessa energia saadaan lisälämmöllä kuivuriuunin avulla. Kylmäilmakuivauksessa energia saadaan pelkästään ulkoilman lämmöstä. Kuivurin ja sen koneiston tehtävänä on saattaa kuivattava vilja ja kuivauskykyinen ilma sopivasti yhteen. Sadonkorjuuhetkellä jyvässä oleva vesi voidaan jakaa veden sitoutumislujuuden ja sitoutumistavan mukaan kolmeen luokkaan (Koskiniemi ym. 2009, s.7):

- Kidevesi eli kemiallisesti sitoutunut vesi, jota ei voi tai tarvitse poistaa jyvistä.
- Kolloidinen paisuntavesi eli fysikaalis- kemiallisesti sitoutunut vesi, jossa vesi on sitoutunut jyvämateriaaliin osmoottisesti. Tällä tavalla sitoutunut vesi poistetaan suurimmaksi osaksi kuivauksen aikana.
- Fysikaalis- mekaanisesti sitoutunut vesi, joka poistetaan kokonaisuudessaan kuivauksessa. Tässä vesimolekyylit ovat jyvän pinnalla tai suurissa kapillaareissa, jolloin kuivauksessa tarvitaan vain veden höyrystymisenergiaa.

### 3.1.1 Kuivurin toimintaperiaate

Kuivurit ryhmitellään lämmönkäyttötavan mukaan kylmäilma-, lämminilma-, mikroaalto- ja tyhjiökuivureihin. Suomessa näistä kahta eli lämminilma- ja kylmäilmakuivureita käytetään yleisesti viljankuivaukseen. Kuivurityypit ryhmitellään myös erä- ja jatkuvatoimisiin kuivureihin. Eräkuivureissa kuten lämminilmakuivurissa kiertää tietyn kokoinen viljaerä kuivauksen aikana tai esimerkiksi kylmäilmakuivureissa kuivauserä on paikallaan kuivauksen aikana. Jatkuvatoimisessa kuivurissa viljaa syötetään koko ajan kuivuriin, jolloin kuivurin toisesta päästä poistuu jatkuvasti kuivattua ja jäähdytettyä viljaa. Näiden lisäksi kolmas tapa ryhmitellä kuivureita on varasto- ja siilokuivurit, jolloin ne jaotellaan yleisrakenteen mukaan. Varastokuivureissa vilja kuivataan ja varastoidaan samoissa siiloissa. Siilokuivureista vilja siirretään kuivauksen jälkeen valuttamalla se toiseen siiloon. Suomessa eniten käytetyt lämminilmakuivurit ovat siilokuivureita. Muita harvinaisempia kuivurityyppejä voivat olla mm. verkkolavakuivurit-, rumpukuivurit- ja säkkikuivurit. (Palva ym. 2005, s. 36)

Yleisimmät Suomessa käytettävät lämminilmakuivurit ovat siilomallisia eräkuivureita. Kuivuri täytetään kaatosuppilosta elevaattorilla, jonka jälkeen elevaattori kierrättää kuivaussiilossa olevaa viljaa kuivausilmaharjojen kautta. Kuivauslämpö sekä puhallus kytketään päälle ja kuivataan niin kauan, kuin on tarpeellista. Vilja sekoittuu ja kuivuu tasaisesti, kun elevaattori kierrättää sitä kuivurissa. Kierrättäminen ehkäisee myös lämpövaurioita. Kuivauksen jälkeen kuivausuuni sammutetaan ja jatketaan viljan kierrättämistä, jolloin vilja jäähtyy varastointikelpoiseksi. Kuivauksen jälkeen vilja siirretään kuivaussiilosta varastosiiloon. (Palva ym. 2005, s. 37) Kuivurin kuivausosa koostuu A-kirjaimen mallisista peltiprofiileista eli harjoista. Kuivauskennostossa on kuivaus- ja poistoilmaharjoja kerroksittain. Kuivauskennoja ei yleensä ole kuivaussiilon yläosassa, vaan siellä on ns. yläsäiliöitä. Niissä viljan kosteus ja lämpötila tasaantuvat ennen seuraavaa kuivauskierrosta. Kuivauskennoston alaosassa sijaitsee syöttölaite, joka määrittää viljankiertonopeuden. Syöttölaite annostelee viljaa elevaattorille, joka kuljettaa sen kuivaussiilon yläosaan ja esipuhdistimelle. Esipuhdistin poistaa viljasta roskia, pölyä ja rikkakasvien siemeniä. (Palva ym. 2005, s. 38)

### 3.1.2 Viljan säilyvyys

Viljan jyvä on biomateriaalia, joka useimmiten joudutaan korjaamaan kosteana. Hyvissä oloissa viljan puintikosteus voi olla alle 20 % mutta huonoissa ja kosteissa olosuhteissa viljan kosteus voi olla 40 %. Näin kostea vilja ei säily kauan käsittelemättömänä ja alkaa pilaantua. Biomateriaalin pilaantuminen johtuu biomateriaalin entsyymitoiminnasta, biomateriaalin hengityksestä itävyyden ylläpitämiseksi ja mikrobien toiminnasta. Viljan jyvä jatkaa kehitystään vielä puinnin jälkeenkkin, jolloin sen entsyymitoiminta ja hengitys jatkuvat. Jyvä hengittää, jolloin se käyttää varastoitunutta hiilihydraattiansa ja luovuttaa hiilidioksidia. Näistä elintoiminnoista syntyy lämpöä ja kosteutta, jotka ovat mikrobien kasvuun vaikuttavia tekijöitä. Mikrobeja ovat esimerkiksi homeet, bakteerit ja sienet. Mikrobeja on aina biomateriaalien pinnoilla. Mikrobien kasvun ja jyvän pilaantumisen estäminen pyritään estämään mikrobien kasvuun vaikuttavia olosuhteita muuttamalla. Kuivauksessa tarkoituksena on kuivata vilja tarpeeksi kuivaksi, niin etteivät mikrobit saa siitä tarvitsemaansa vettä. (Hautala ym. 2013, s.22)

Kuivattu vilja säilyy yleisesti ottaen parhaiten. Jos viljan laatu ei ole puinnin eikä kasvukauden aikana vahingoittunut, voi se kuitenkin kuivauksen aikana vahingoittua. Vilja vahingoittuu, mikäli se kuivataan liian korkeassa lämpötilassa tai liian kuivaksi. Jos sato käytetään siemenviljaksi tai esimerkiksi mallasohraksi, edellytetään siltä hyvää itävyysprosenttia, tasaista ja nopeaa itämistä. Leipäviljan itävyys on säilytettävä, sillä sen leivontaominaisuudet ovat yhteydessä itävyyteen. Rehuviljalla vaatimukset ovat vähäiset verrattuna muihin viljankäyttömuotoihin. Rehuviljan on täytettävä kotieläinten ravinnontarpeen asettamat vaatimukset, eikä esimerkiksi itävyydellä ole tässä tapauksessa suurta merkitystä. (Suomi ym. 2003, s.25) Kuivausilman lämpötila, joka säilyttää itävyyden on varsin alhainen. 70°C kuivausilman lämpötila on turvallinen kennokuivurissa ja myös todella kostean viljan kuivauksessa. 90°C kuivausilman lämpötila on aiheuttanut kuivauskokeissa selviä kuivausvaurioita viljan kosteuden ollessa yli 20 %. Kosteuden ollessa alle 20 %, kuivausvaurioita ei ole syntynyt. Lämpötilan ollessa 120°C, viljan itävyys tuhoutuu lähes täydellisesti. Käytännössä leipä-, mallas- ja siemenviljan korkein turvallinen kuivausilman lämpötila on 90 °C vähennettynä viljan kosteusprosentilla eli kuivausilman lämpötila ei saisi juuri nousta yli 70 °C. (Suomi ym. 2003, s.26)

Viljakaupassa viljan kosteuden on oltava 14 % tai alle. Vilja voidaan säilöä myös hieman kosteampana, jos se käytetään talven aikana karjan ruokintaan. Jos viljan kosteus on esimerkiksi 16 prosenttia, säilyy se hyvin talven yli. Kuivauksessa tulee olla tarkkana, sillä hieman kostempi kohta siilossa saa aikaan viljan pilaantumisen. Pilaantumisen aikana vilja

lämpenee ja sen elintoiminnan tuloksena vapautuu vettä. Pienikin pilaantumisen alku voi johtaa koko siilon pilaantumiseen. Ulkona sijaitsevat terässiilot ovat alttiimpia viljan pilaantumiselle kuin betoni- tai sisäsiilot. (Hautala ym. 2013, s.29)

## **3.2 Viljan murskesäilöntä**

Murskesäilöttävän viljan korjuu ajoittuu kasvuston keltatuleentumisvaiheeseen, jolloin kosteuden tulisi olla 30–40 %. Tässä vaiheessa viljasato on saavuttanut täydet energia- ja valkuaisarvot sekä kuiva-ainepitoisuudet. Ravintoainepitoisuuksiltaan murskevilja vastaa täysin kuivattua viljaa. Rakenteeltaan murskevilja on karkeampaa kuin kuivattu ja se on myös pölyämätöntä. Murskesäilöntä perustuu maitohappokäymiseen, kuten nurmirehunkin säilöntä. Puhtaalle maitohappokäymiselle perusedellytyksenä on, että viljamassan pH alennetaan noin neljään säilöntäaineella. Samalla ilman pääsy viljamassaan estetään. Murskesäilönnässä käytettäviä säilöntäaineita ovat esimerkiksi muurahaishapot ja biologiset säilöntäaineet. Säilöntäaineen valintaan vaikuttaa viljan kosteus. Tarvittaessa kuivempaan viljaan voidaan murskauksen yhteydessä lisätä vettä. Murskesäilöntään eri laitevalmistajat ovat kehittäneet erilaisia myllyjä. Niistä yleisimmät ovat valssimylly ja kiekkomylly. Tärkeää on, että murskauksessa kaikki jyvät rikkoontuvat. Kotieläimet eivät pysty sulattamaan kokonaisia jyviä. Säilöntä tulee suorittaa mahdollisimman pian puinnin jälkeen, mieluiten saman päivän aikana. Säilöntäaine lisätään viljamassaan murskauksen yhteydessä ja murskauksen jälkeen vilja varastoidaan tiivistettynä sekä painotettuna ilmatiiviiseen varastoon. (Farmit, 2010a)

### **3.2.1 Murskesäilönnän tekniikka**

Viljan murskaus voidaan tehdä pellolla tai tilakeskuksella siilon täytön yhteydessä. On tärkeää saada vilja säilöttyä mahdollisimman nopeasti puinnin jälkeen, koska se on kosteaa. Murskaus voidaan tehdä valssimyllyllä tai kiekkomyllyllä. Valssimyllyn tekniikka perustuu jyvän jauhamiseen, kun taas kiekkomyllyn tekniikka perustuu jyvän hiertämiseen. (Murska. 2023, s.6) Murskauksen yhteydessä viljamassaan lisätään käytettävä säilöntäaine ja mahdollinen vesi, mikäli vilja on liian kuivaa. Murskattu viljamassa voidaan varastoida laakasiiloon, aumaan, muovituubiin, ilmatiiviiseen torniin tai salvosiiloon. Varastotyypistä riippumatta on tärkeää, että huolellisen murskauksen, säilöntäaineen tasaisen annostelun ja huolellisen tiivistämisen lisäksi siilo tai auma peitetään ja painotetaan huolella ilmatiiviiksi. Laakasiiloon varastoitaessa viljamassan levittämiseen, tasoittamiseen ja tallomiseen tiiviiksi tarvitaan etukuormaimella varustettu traktori, kurottaja tai esimerkiksi pyöräkuormaaja.

Murskeviljan murskaukseen käytettävä mylly valitaan murskattavan viljamäärän ja käytettävän leikkuupuimurin mukaan sopivaksi, niin ettei puinnissa tule keskeytyksiä. Myllyt ovat usein traktorikäyttöisiä. Varastointipaikalla murskaustyöhön tarvitaan myös sopiva kuormauskone myllyn täyttämiseen. Varastotilojen mitoituksessa tulee ottaa huomioon murskeviljan kulutus ruokinnassa. Murskeviljan kulutus tulisi olla noin 2 cm siilosta päivässä, jolloin rehu säilyisi raikkaana ja maittavana myös lämpimällä ilmalla. Murskeviljan käyttö ruokinnassa kannattaa aloittaa kolmen viikon kuluttua säilönnästä, jolloin viljan käyminen ehtii tasaantua. (Kemira, 2009, s.4)

### **3.2.2 Murskesäilöttävän viljan säilyvyys**

Viljan murskesäilöntä ei ole yhtä varma tapa säilöä viljaa kuin kuivaus. Murskesäilöttävä vilja korjataan keltatuleentumisvaiheessa, kun viljan kosteuspitoisuus on 30–40 %. Kuivempaa viljaa säilöittäessä viljamassaan jää ilmaa, jolloin homehtumisen riski kasvaa. Kuivalle viljalle suositellaan vesilisäystä, mutta vesi ei välttämättä ehdi murskausvaiheessa imeytyä tasaisesti viljamassaan. Säilöntäaineilla voidaan parantaa murskeviljan säilyvyyttä, kuten nurmisäilörehunkin. Suhteellisen kuivan viljan säilönnässä homeiden kasvua voidaan ehkäistä homeen kasvua estävillä säilöntäaineilla. Kosteampi vilja on säilönnän kannalta varmin vaihtoehto. Märkä vilja on puinnin ja murskauksen kannalta hankala, joten käytännössä puintikosteus on yleensä 25–30 %. Tätä kuivemmassa viljassa happokäyminen on heikkoa ja pilaantumisen riski suurenee. Viljan kosteuden kasvaessa biologiset säilöntäaineet toimivat paremmin, koska niiden sisältämät bakteeriympit saavat kasvuun tarvittavaa vettä. Säilöntä tulisi tehdä vuorokauden kuluessa puinnista, koska ilmaa käyttävien haitallisten mikrobien kasvu alkaa kosteassa viljassa välittömästi puinnin jälkeen. Viljan kosteus täytyy mitata, jotta säilöntäaine voidaan annostella tasaisesti suositusten mukaan. Tärkeää on myös säilöntäaineen kulutuksen seuranta murskauksen yhteydessä. Murskeviljasäilön sulkemisessa tulee varmistua, että säilö on ilmatiivis. Viljamassan epätasainen pinta luo ilmataskuja, jotka mahdollistavat rehun pilaantumisen. Murskeviljan pilaantuminen ja jälkilämpeneminen ovat riskejä kesäkaudella. Rehun leikkuupinnan eteneminen tulisi olla tarpeeksi nopeaa, jottei lämpenemistä ja pilaantumista syntyisi. Varaston koko täytyy mitoittaa kulutukseen nähden sopivaksi, jotta leikkuupinnan eteneminen on tarpeeksi nopeaa. (Sairanen & Rinne, 2018, s.12)

## 4 Viljahuollon kehittäminen

Viljahuollon kehittäminen on tullut ajankohtaiseksi aiheeksi Lehmonniemen tilalla. Kaikki viljeltävä vilja kuluu eläinten ruokinnassa, ja säilöntätavoista käytössä on kuivaus sekä murskesäilöntä. Eläinten ruokintaan käytettävää viljaa ei tarvitsisi periaatteessa kuivata, mutta kaiken viljan säilöminen murskesäilönnällä ei ole vaihtoehto. Murskesäilöntä koetaan soveltuvan vain talviaikaiseen käyttöön. Viljan kuivausta tarvitaan joka vuosi, eikä tilan nykyinen viljankuivaamo enää palvele käyttötarkoitusta. Viljaa ostetaan vuosittain tuoreena ja sen kuivaamiseen joudutaan käyttämään rahtikuivausta, koska vanhan kuivaamon kuivauskapasiteetti on pieni. Myös varastotilat ovat puutteelliset, eikä niitä ole riittävästi. Kuivaa viljaa joudutaan säilömään vanhoihin AIV-rehutorneihin, joista se siirtyy imupuhallusmyllyn kautta navettaan välisiiloon. Tilalla onkin nyt suunniteltu viljan säilöntätavan muuttamista pelkästään kuivaukseen. Murskevilja on kustannustehokas ratkaisu, mutta säilönnässä ja käytössä on omat haasteensa. Murskeviljasta syntyy hävikkiä pilaantumisen takia, sekä sen käyttö aperuokinnassa lisää työn määrää. Ongelmana on myös alueella vallitseva viljankuivaamoiden puute, jolloin rahtikuivauksen ja varastoinnin käyttö ei ole jatkuvasti mahdollista. Tilalla on pohdittu uuden viljankuivaamon rakentamista, jolloin siirtyminen kuivan viljan käyttöön olisi mahdollinen. Tarvittaessa uusi kuivaamo antaisi mahdollisuuden tehdä rahtikuivausta urakointipalveluna lähialueen tiloille.

Uuden viljankuivaamon myötä tilan kasvinviljelyn kehittäminenkin olisi mahdollista. Kasvinviljelyä halutaan tehostaa ja peltopinta-alan lisääminen tarkoittaisi kuivaamoinvestointia. Se loisi myös mahdollisuuden vaihtaa tuotantosunta kasvintuotantoon, mikäli se nähtäisiin järkeväksi ja ajankohtaiseksi aiheeksi tulevaisuudessa.

### 4.1 Uuden viljankuivaamon suunnittelu

Antti-Teollisuuden Itä- ja Keski-Suomen myyntipäällikkönä toimii Marko Känkänen, jolta saadut ideat ja ajatukset Lehmonniemen tilan viljankuivauksen tarpeista auttoivat hahmottamaan sopivaa kokonaisuutta. Keskustelimme tilan tarpeista viljankuivaamon rakentamiselle, ja pyrimme muodostamaan luonnoksen tilan tarpeisiin soveltuvasta kuivuriratkaisusta.

Antti-Teollisuus Oy on suomalainen yli 70-vuotias perheyryitys, joka on saanut alkunsa vuonna 1952 Kuusjoenperällä. Yrityksen toimialana on meriteollisuus ja viljankäsittely. Antti-kuivureita pystytetään Suomeen, sekä vientimarkkinoille Eurooppaan. Meriteollisuuteen

yrittäjä valmistaa esimerkiksi loistoristeilijöiden hyttiovia. Puolet yrityksen liikevaihdosta on vientiä. (Antti-Teollisuus, n.d.a)

#### 4.1.1 Lämmönlähde

Lämmönlähteeksi uudelle kuivurille valikoituisi puuhake. Tilalla on ennestään hakekeskus, jolla lämpiävät talousvesi, tuotantorakennukset, konehalli sekä asuinrakennus. Kattila on Säättötulen valmistama ja sen teho on 80 kilowattia. Energiapuut tuotetaan ja korjataan tilan omista metsistä. Tilan hakevaraston vetoisuus on 200 kuutiota haketta ja vuodessa haketta kuluu noin 200 kuutiota. Biouunin investoimista uuteen kuivuriin tukee myös se, että sen investointiin on mahdollista hakea investointitukea. Investointitukea myönnetään energiantuotantoon, energiatehokkuuden parantamiseen tai energian säästöön liittyviin maatalouden investointeihin. Edellytyksenä tuen myöntämiselle on, että kohteessa hyödynnetään uusiutuvaa energialähdettä, kuten esimerkiksi puuhaketta. Tuen määrä hyväksyttävistä kustannuksista on 40 prosenttia. (Maa ja metsätalousministeriö, 2024)

#### 4.1.2 Kuivauskapasiteetti

Tällä hetkellä tilalla tuotetaan vuosittain viljaa noin 40 hehtaarin alalla. Peltopinta-alan laajentaminen huomioiden lasketaan vilja-alaksi 60 hehtaaria. Tällöin uusi viljankuivaamo tulisi mitoittaa vähintään 60 hehtaarin alalle. Viljankuivausoppaan mukaan pienille ja keskikokoisille tiloille kuivurikoon määrittäminen saadaan kertomalla tilalla viljelyssä olevan vilja-alan hehtaarimäärä luvulla 3–3,5. Näin saadaan selville tarvittava kuivurin koko hehtolitroina. (Mäkelä, 1983, s.3)

$$60 \text{ ha} \times 3 = 180 \text{ hl}$$

$$60 \text{ ha} \times 3,5 = 210 \text{ hl}$$

Keskiarvoltaan viljankuivaamon kuivauskapasiteettia tulisi olla 195 hehtolitraa, viljankuivausoppaan mukaan.

Näin ollen kuivurikoneistoksi valikoitui vilja-alan kasvu huomioiden Antin 33MF2-malli, jonka tilavuus on 24,3 kuutiota ja kyseessä on alipaineella toimiva kuivuri. (Känkänen, henkilökohtainen tiedonanto, 2024) Koneistossa on kolme kuivauskennostoa ja kolme varastokennostoa. Yhden kuivauskennon koko on 3,12 kuutiota, joten yhteensä kuivauskennoston tilavuus on 9,36 kuutiota. Varastokennon koko on 4,32 kuutiota, jolloin

varastokennoston tilavuus on 12,96 kuutiota. Koneiston pohja-alan koko on kaksi neliötä. Myyntiesitteen mukaan 33MF2-kuivuri kuivaa 7,1 tonnia tunnissa kosteudeltaan 18 % vehnää 14 % kosteuteen, tehon ollessa 440 kilowattia ja kuivauslämpötilan ollessa 90 astetta. (Antti-Teollisuus Oy, 2024)

#### 4.1.3 Varastokapasiteetti

Uuden kuivaamon varastoihin tulisi mahtua vähintään yhden vuoden sato kuivattuna. Mikäli tilan peltopinta-ala tulevaisuudessa laajenisi, voisi satoa myydä myös tilan ulkopuolelle rehu- ja leipäviljaksi. Siilot tulisi siis mitoittaa niin, että myyntiajankohta olisi mahdollista valita. Sadonkorjuun aikaan viljan hinta on tavallisesti alimmillaan. Varastointikapasiteetti tulisi myös mitoittaa sen mukaan, mikäli kuivurilla suoritettaisiin rahtikuivausta ja varastointia urakointipalveluna lähialueen tiloille.

Riittävät varastotilat mahdollistaisivat joustavan sopimusviljelytoiminnan sekä viljamarkkinoiden hintavaihtelujen hyödyntämisen. Viljan varastointi maatilalla mahdollistaa myös tehokkaan logistisen suunnittelun ja alkuperäseurannan. Viljan laadun voi analysoida jo tilalla ja pitää erilaatuiset viljaerät erillään, mikä ei suurissa siiloissa usein onnistu. Näin vältetään turhilta kuljetuksilta ja erilaatuiset erät voidaan ohjata oikeisiin käyttökohteisiin. (Palva ym. 2005, s.18)

Kertomalla tilan vuosittain käytössä olevan vilja-alan (60 ha) hypoteettisella 5000 kg hehtaarisadolla, saadaan arvio kilomäärästä, jonka tulisi mahtua varastoihin.

$$60 \text{ ha} \times \frac{5000 \text{ kg}}{\text{ha}} = 300\,000 \text{ kg}$$

Saatu kilomäärä jaetaan kauran hehtolitrapainolla, jolloin saadaan arvio varastotilojen tarvittavasta tilavuudesta. Kauran hehtolitrapaino on tilalla viljeltävistä kasveista pienin. Suomessa kauran keskimääräinen hehtopaino oli 54 kiloa vuonna 2023. (Ruokavirasto, 2024)

$$300\,000 \text{ kg} \div \frac{54 \text{ kg}}{\text{hl}} = 5\,555 \text{ hl}$$

$$= 555,50 \text{ m}^3$$

Tulokseksi saadaan noin 555 kuution siilotilan tarve.



Siilojen valinnassa päädyttiin Antin nelikulmasiiloihin. Siilojen kokonaistilavuus olisi 604 kuutiota, joka koostuu kahdestatoista siilosta. Siilot kootaan elementtikerroksista, joiden määrä on valittavissa. Elementtikerroksia tulisi yhdeksän kappaletta ja yhden siilon pohjan koko on 2,5 x 2,5 metriä, jolloin yhden siilon tilavuus on 55,2 kuutiota. Kymmenen siiloa olisi täysikokoisia ja kaatoaltaan päälle sijoitettuihin siiloihin tulisi neljä elementtikerrosta, jolloin niiden tilavuus on 26,2 kuutiota. (Känkänen, henkilökohtainen tiedonanto, 2024)

#### **4.1.4 Kokonaisuus**

Kokonaisuudeksi muodostui Antti-Teollisuuden 4 x 4 pakettikuivaamo. Standalone-mallista kuivaamo ei pidetty vaihtoehtona, sillä sen sään armoille joutuminen huolettaa työn toimeksiantajaa. Pakettikuivaamossa kaikki laitteet ovat katon alla, jolloin vedestä ei pitäisi muodostua ongelmaa. Nelikulmasiilot pakettikuivaamossa sijoitetaan rakennuksen ulkoseinille, jolloin ne toimivat seininä. Siilot valmistetaan vaakaprofiloiduista elementeistä, joiden liittäminen toisiinsa tapahtuu ruuviliitoksien avulla. Elementtien päätylistat luovat kantavan kotelorakenteen, jolloin siilot toimivat rakennuksessa kantava runkona. Elementtien liitokset tiivistetään saumaussmassalla sadevettä vastaan ja ne sopivat suoraan ulkoseiniksi (Antti-Teollisuus, n.d.b). Suunnittelussa haluttiin ottaa huomioon alta-ajomahdollisuus, jolloin kuivurin läpi pystyisi ajamaan esimerkiksi traktori ja perävaunu -yhdistelmällä.

## **4.2 Tilan siemenhuolto**

Tällä hetkellä Lehmonniemen tilalla käytetään kylvösiemenenä ainoastaan sertifioitua siementä, johtuen peltopinta-alan riittämättömyydestä tuottaa tilan omaa siementä ja nykyisen viljankuivaamon soveltumattomuudesta siemenviljan käsittelyyn. Uuden viljankuivaamon myötä tilan olisi mahdollista tuottaa tilan omaa siementä (TOS-siemen).

### **4.2.1 Kylvösiemenen kunnostus**

Viljasato tarvitsee kunnostusta, jotta vilja voidaan käyttää tavoitellussa kohteessa. Viljan kunnostus tapahtuu useimmiten lajittelemalla. Lajittelussa raakaviljasta poistetaan tavoitekäytön kannalta tarpeettomia tai haitallisia jakeita, jolloin lopputulokseksi jäävä pääjake on käyttökohteeseen soveltuvaa. Yleensä tilalla tapahtuva viljan kunnostus tarkoittaa tilalla tuotetun sadon kunnostamista seuraavan vuoden kylvösiemeneksi (TOS-siemen).

Tavoitteellisen viljelijän tulee varmistaa, ettei kylvösiemen ole sadon laatua tai määrää alentava minimitekijä. Jos tilalla tuotettua viljaa aiotaan käyttää TOS-siemenenä, tulee se

tuottaa sertifioituun siemeneen verrattavalla tavalla, jotta siemenen käytön kannattavuudesta ja kylvökelpoisuudesta voidaan vakuuttua. (Palva ym. 2005, s.91)

Usein siemenkäyttöön tarkoitettu vilja kannattaa peitata. Vehnällä ja ohralla suositellaan peittäystä vakiotoimenpiteeksi, mutta se on myös kauralla usein kannattavaa. Koska peittäys suoritetaan kasvitautien alkulähteillä, se on tarkimmin kohdistettua kasvinsuojelua. Peittauksen tarkoitus on estää siemenlevintäisten tautien siirtymistä kasvustoon ja vähentää kasvustoruiskutusten tarvetta. Nestepeittäyksellä saadaan varmin peittäustulos. Myös ammattilaitteistolla käytettävillä kuivapeittäusaineilla voidaan päästä kohtuulliseen peittäustulokseen. (Palva ym. 2005, s.92)

TOS-siemenen käytöstä tulee maksaa TOS-maksu eli lajikkeen käyttöoikeusmaksu. Maksun tarkoituksena on, että Suomessa kasvinjalostus pystyy jalostamaan oloihimme soveltuvia viljelyvarmoja ja satoisia lajikkeita. Käyttöoikeusmaksu perustuu annettuun lakiin kasvinjalostajanoikeudesta. Maksut kerätään ohran, kauran, vehnän, ruisvehnän, herneen, härkävavun ja perunan suojatuista lajikkeista. TOS-maksut Suomessa laskuttaa Siemenkauppiaitten yhdistys ry. Vuonna 2023 TOS-maksu viljoilla ja palkokasveilla oli 5,80 euroa hehtaari ja perunalla 24,90 euroa. Hintoihin lisätään arvolisävero. (Siemenkauppiaitten Yhdistys ry, n.d)

TOS-siemenen etuina voidaan pitää sen hintaa, vaikkakin ero sertifioituun siemeneen ei ole suuri. Vilja-alan yhteistyöryhmän kehittämän laskurin mukaan hintaeroa saadaan ohjearvoilla laskiessa esimerkiksi kaksitahoisen ohran siemenelle 53,82 euroa hehtaarilta. (alv. 0 %) (Vilja-alan yhteistyöryhmä, n.d) Tämä tarkoittasi 60 hehtaarin alalla 3229,20 euron säästöä kylvösiemen kustannuksissa.

#### **4.2.2 Rehu- ja elintarvikeviljan kunnostus**

Viljan kunnostus voi käsittää myös kulutukseen menevän sadon käsittelyä markkinointia varten. Rehuviljallakin kunnostus voi joskus olla tarpeen. Erotte, joka poistetaan viljan pääjakeesta ei ole jätettä. Erotetta voidaan käyttää esimerkiksi lämpöenergiana tai rehuna. Yleensä kunnostustarvetta kauppaviljoissa on vehnällä ja mallasohralla. Kannattavuus viljan kunnostamisessa määräytyy satoa ostavan yrityksen hinnoittelutaulukosta ja kunnostuksen tarpeesta. Lajittelu on kannattavaa, jos esimerkiksi rehuksi menevä ohra kelpaa lajittelun jälkeen mallasohraksi, jonka hinta on korkeampi kuin rehuohran. Mallasohran kunnostustarve muodostuu usein sivuversojen pienikokoisista jyivistä, jotka yleensä sisältävät pääsatoa enemmän valkuaista. Lajittelun avulla on myös usein helppo nostaa jyvääkokoa.

Välillisesti lajittelulla voi vaikuttaa esimerkiksi valkuaispitoisuuteen mutta se on edellistä vaikeampaa. Päätös lajittelusta tulee tehdä raakasadosta otetun edustavan näytteen perusteella. Tärkeintä on välttää tilanne, jossa kustannuksia lisäävästä toimenpiteestä huolimatta sato jouduttaisiin myymään halvalla. Rehuviljan kunnostus tulee kannattavaksi silloin, kun erän rikkasiemenpitoisuus on suuri ja sitä ei voi makuvirheiden takia käyttää eläinten ruokintaan. Tällainen tilanne muodostuu usein luomuviljalla siirtymävaiheessa. (Palva ym. 2005, s.93)

## 5 Kustannusten vertailu

Tässä osiossa vertaillaan viljan eri säilöntämenetelmien kustannuksia. Kuivauksen kustannuksia vertaillaan kahdella eri polttoaineella eli hakkeella ja kevyellä polttoöljyllä. Murskesäilönnän kustannuksissa otetaan huomioon säilöntäaineen, siilon peitemuovien ja konetyön kustannukset. Hinnat ovat arvolisäverottomia. Laskelmissa ei oteta huomioon kiinteitä kustannuksia, jotka muodostuvat rakennusten ja koneiden hankinnasta, omistamisesta sekä ylläpidosta. Laskelmat on laskettu muuttuvilla kustannuksilla.

Viljan kuivauksen muuttuviin kustannuksiin lasketaan myös sähkö, jota nykyaikaisessa kuivurissa kuluu lähinnä elevaattorin ja puhaltimen pyörittämiseen. Taulukossa 1 on vertailtu Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan kuivurin sähkönkulutuksia erilaisilla alkukosteuksilla. Keskimäärin koulutilan kuivurin sähkönkulutus on tunnissa ollut 19 kilowattituntia. (Tiedonanto, Mustialan viljankuivaamon kirjanpito, 2024)

Taulukko 1. Mustialan viljankuivaamon kirjanpito

### Mustialan kuivurin sähkönkulutus

Laji	Alkukosteus (%)	Loppukosteus (%)	Määrä (kg)	Kuivuritunnit (h)	Sähkönkulutus (kWh)	Sähkönkulutus (kWh/h)
Ruis	26,1 %	12,4 %	6783	9	180	20
Vehnä	24,2 %	13,6 %	11844	12	240	20
Vehnä	23,5 %	14,5 %	19320	14	240	17
Ohra	19 %	13,7 %	14553	7	120	17
Ohra	20 %	13,3 %	19362	13	240	18
Kaura	16,6 %	13,1 %	12810	5	120	24
Kaura	15,8 %	12,9 %	12600	6	80	13

Oletetaan, että sähköä kuluu uudella kuivaamolla tunnissa 20 kilowattituntia. Jos kuivurin käyttöaika syksyllä on 42,2 tuntia, kuluu sähköä yhteensä 844 kilowattituntia. Sähkön hinta Lehmonniemen tilalla maaliskuussa 2024 on ollut 9,715 senttiä kilowattitunnilta. Sähköstä muodostuu kustannuksia tällöin kuivauskaudelta 82 euroa.

$$20 \frac{kWh}{h} \times 42,2 h = 844 kWh$$

$$844 kWh \times 9,715 \frac{c}{kWh} \approx 82 \text{ €}$$

Työtehoseuran julkaisemassa Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat 2022-julkaisussa viljankuivaamon sähkönkulutus on ollut tunnissa 20–24 kilowattituntia, kuivauskoneiston tilavuuden ollessa 20–25 kuutiota (Palva. 2023). Tämä vastaa läheltä Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan kuivurin sähkönkulutusta.

## 5.1 Kuivaus kevyellä polttoöljyllä

Antin 500-kilowattinen Vacboost 500 -öljyuuni kuluttaa tunnissa maksimissaan 46,4 kilogrammaa polttoöljyä. Polttoöljyn tiheydeksi lasketaan 0,85 kilogrammaa litralta, jolloin maksimikulutus tunnissa on 54,58 litraa polttoöljyä. Lasketaan tuntikulutus jakamalla maksimituntikulutus polttoöljyn tiheydellä.

$$46,4 \frac{kg}{h} \div 0,85 \frac{kg}{l} \approx 54,58 \frac{l}{h}$$

Antti-Teollisuuden 33MF2-kuivuri kuivaa tunnissa 7,1 tonnia vehnää 18 prosentin kosteudesta 14 prosentin kosteuteen. Kuivaukseen kuluva aika lasketaan jakamalla vuosittainen sato kuivurin kuivauskapasiteetilla.

$$300 tn \div 7,1 \frac{tn}{h} = 42,2 h$$

Tunteja kuivaukseen kuluisi siis 42,2 tuntia. Tuntimäärä kerrottuna tuntikulutuksella saadaan arvio tarvittavasta polttoöljymäärästä kuivauskaudelle.

$$54,58 \frac{l}{h} \times 42,2 h \approx 2303 l$$

Tilalle toimitettuna 2500 litraa kesäläatuaista lämmitys- ja moottoripolttoöljyä maksaa 1,157 euroa litralta arvolisäverottomana (Hankkija, 2024). 2500 litralla polttoöljyä kuivuri käy maksimiteholla 46 tuntia.

Tuntikulutukselle muodostuu siis hintaa 63,15 euroa.

$$54,58 \frac{l}{h} \times 1,157 \frac{\text{€}}{l} = 63,15 \frac{\text{€}}{h}$$

Kerrotaan tuntikulutuksen hinta käyttötuntimäärällä, johon lisätään sähkön osuus, jolloin saadaan kuivauksen kustannukseksi 2746,93 euroa.

$$63,15 \frac{\text{€}}{h} \times 42,2 h + 82 \text{ €} = 2746,93 \text{ €}$$

## 5.2 Kuivaus hakkeella

Lähtökohtana uudelle kuivurille oli, että polttoaineena tulisi käyttää kotimaista uusiutuvaa bioenergiaa eli haketta. Antilta tarjottiin tähän tarkoitukseen soveltuvaa Vacboost 500 -biouunia, jonka teho on 500 kilowattia. Tällä uunilla hakkeen maksimikulutus tunnissa on 0,6 kuutiota haketta. Toinen vaihtoehto olisi Vacboost 800 -biouuni, jonka teho on 800 kilowattia ja maksimikulutus 1,0 kuutiota haketta tunnissa. Isomman uunin hankkiminen olisi investointituen mukaan järkevämpi vaihtoehto, sillä tuki määräytyy biouunin tehon mukaan. Isomman biouunin teho myös riittäisi, mikäli tulevaisuudessa kuivurikaappia vaihdettaisiin isompaan tai vanhan tilavuutta lisättäisiin (Känkänen, henkilökohtainen tiedonanto, 2024). Taulukossa 2 on kuvattu puuhakkeen tuottamisen kustannukset Lehmonniemen tilalla.

Taulukko 2. Puuhakkeen tuottamisen kustannukset Lehmonniemen tilalla

Puuhakkeen tuottamisen kustannukset Lehmonniemen tilalla	Määrä (€)	Määrä (m <sup>3</sup> )
Energiapuun korjuu metsästä tien varteen	15	€/m <sup>3</sup>
Haketus ja siirtoajo 5–10 km	10,86	€/m <sup>3</sup>
Yhteensä	25,86	€/m <sup>3</sup>

Lehmonniemen tilalla puuhakkeen tuottamisen kustannukset ovat yhteensä 25,86 euroa kuutiolta. Lasketaan 500 kilowatin biouunin tuntikulutuksen hinnaksi 15,50 euroa.

$$\frac{25,86 \text{ €}}{m^3} \times 0,6 \frac{m^3}{h} = 15,50 \text{ €/h}$$

Lasketaan isomman 800 kilowatin biouunin tuntikulutuksen hinta.

$$\frac{25,86 \text{ €}}{m^3} \times \frac{1,0 m^3}{h} = 25,86 \text{ €/h}$$

Kuivauksen tuntimäärän ollessa 42,2 tuntia, puuhaketta kuluisi 500 kilowatin biouunilla 25,32 kuutiota. 800 kilowatin biouunilla vastaavasti kuluisi 42,2 kuutiota haketta.

$$0,6 \frac{m^3}{h} \times 42,2 h = 25,32 m^3$$

$$1,0 \frac{m^3}{h} \times 42,2 h = 42,2 m^3$$

Hakkeen hinnan ollessa 25,86 euroa kuutio ja kuivauskauden sähkön kustannus on 82 euroa, vuosikustannukseksi muodostuisi 736,80 euroa pienemmällä biouunilla ja isommalla 1173,29 euroa. Säästö öljyn ja hakkeen välillä olisi siis pienemmällä biouunilla 2010,13 euroa ja isommalla uunilla 1573,64 euroa.

$$25,32 m^3 \times 25,86 \frac{\text{€}}{m^3} = 654,80 \text{ €}$$

$$654,80 \text{ €} + 82 \text{ €} = 736,80 \text{ €}$$

$$42,2 m^3 \times 25,86 \frac{\text{€}}{m^3} = 1091,29 \text{ €}$$

$$1091,29 \text{ €} + 82 \text{ €} = 1173,29 \text{ €}$$

### 5.3 Murskesäilöntä

Murskesäilönnän muuttuvat kustannukset syntyvät säilöntäaineesta, konetyön osuudesta ja siilon tai muun varaston peitemuoveista. Murskaustyössä käytetään traktorikäyttöistä valssimyllyä ja maatalouskurottajaa viljamassan siirtämiseen sekä tiivistämiseen. Valssimylly murskaa tunnissa 10 tonnia viljaa. Traktorin ja kurottajan muuttuvat kustannukset syntyvät polttoaineen ja voiteluaineen kulutuksesta. Taulukkoon 3 on laskettu traktorin sekä kurottajan poltto- ja voiteluaineen kulutukset TTS-Kone-ohjelman avulla. Voiteluaineen hintana käytettiin TTS-Kone-ohjelman antamaa lukemaa 3,60 euroa litralta. Polttoaineen hintana käytettiin samaa 1,157 euroa litralta, kuin kuivauksenkin laskennassa (Hankkija, 2024).

Taulukko 3. TTS-Kone, konetyön muuttuvat kustannukset

#### Traktori- ja kuormaustyön muuttuvat kustannukset

<b>Kulutus</b>	<b>Polttoaineen kulutus, l/h</b>	<b>Voiteluaineen kulutus, l/h</b>
Traktori 121-150kW	17	0,2
Kurottaja 70-90kW	10	0,1

  

<b>Hinta</b>	<b>€/l</b>
Polttoaineen hinta	1,157
Voiteluaineen hinta	3,6

  

<b>Muuttuvat kustannukset</b>	<b>Polttoaine, €/h</b>	<b>Voiteluaine, €/h</b>
Traktori 121-150kW	19,669	0,72
Kurottaja 70-90kW	11,57	0,36
<b>Yhteensä</b>	<b>31,239</b>	<b>1,08</b>

Säilöntäaineen kustannus Lehmonniemen tilalla on ollut vuonna 2023 3,91 euroa tonnille ja peitemuovien kustannus noin 0,6 euroa tonnille. Taulukko 4 mukaan murskesäilönnästä syntyy kustannuksia 7,89 euroa tonnille, konetyön kustannukset mukaan laskettuna.

Taulukko 4. Murskesäilönnän kustannukset Lehmonniemen tilalla

<b>Murskesäilönnän kustannukset Lehmonniemen tilalla</b>		
Traktoriyö (maataloustraktori 121-150kW)	1,97	€/tn
Kuormaustyö (kurottaja 70-90kW)	1,16	€/tn
Säilöntäaine	3,91	€/tn
Peitemuovit ja siilopeitteet	0,60	€/tn
<b>Yhteensä</b>	<b>7,64</b>	<b>€/tn</b>

Murskesäilönnästä muodostuisi kustannuksia vuodessa 300 tonnin viljamäärällä 2367 euroa.

$$300 \text{ tn} \times \frac{7,64 \text{ €}}{\text{tn}} = 2292 \text{ €}$$

#### 5.4 Rahtikuivaus ostopalveluna

Vaihtoehtona omalla kuivurilla kuivaamiseen voidaan pitää myös rahtikuivausta.

Rahtikuivaus tapahtuu muualla kuin tilan omassa kuivurissa esimerkiksi yhteiskäytössä olevassa viljankuivaamossa.

Syksyllä 2023 ostetun rahtikuivauspalvelun hinta oli Lehmonniemen tilalle 60 euroa tunnilta. Kuivuri oli vetoisuudeltaan 24 kuutiota, joten voidaan olettaa kuivauksen tuntimäärän olevan sama. Lämmönlähteenä kyseisessä kuivurissa oli öljyuuni ja kevyt polttoöljy. Työteho-seuran konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat -julkaisun mukaan vuonna 2022 rahtikuivauksen keskimääräinen veloitus oli 60,9 euroa tunnilta, kun kuivauskaapin koko oli 190–269 hehtolittraa. (Palva, 2023)

Lasketaan rahtikuivauksen kustannus, kun 300 tonnia viljaa kuivataan ulkopuolisessa kuivurissa 60 euron tuntihinnalla. Tuntimäärä on 42,2 tuntia, joka on sama kuin omalla kuivurilla kuivatessa.

$$42,2 \text{ h} \times 60 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 2532 \text{ €}$$



## 5.5 Rahtikuivaus ja varastointi urakointipalveluna

Mikäli Lehmonniemen tilalle rakennettaisiin uusi viljankuivaamo, antaisi se mahdollisuuden tarjota rahtikuivausta muille lähialueen maataloille. Rahtikuivaukselle on kysyntää, sillä alueella on paljon lopettavia tai jo lopettaneita karjataloja, jotka jatkavat kasvinviljelyä. Maatalouden rakennemuutos ja jatkajien puute vähentää lopettavien tilojen kiinnostusta investoida uuteen viljankuivaamoon. Rahtikuivaus loisi tilalle uuden tulonlähteen. Rahtikuivauksen lisäksi olisi mahdollista tarjota palvelua viljan varastointiin kuivurin siiloissa. Varastointi hinnoitellaan erikseen.

Rahtikuivauksen tuntihinnaksi lasketaan omalla kuivurilla 50 euroa tunnilta. Kuivuri kuluttaa sähköä tunnissa noin 20 kWh ja sähkön hinnan ollessa 9,715 senttiä kilowattitunnilta, muodostuu tunnin sähkönkulutuksen hinnaksi 1,934 euroa. Oletetaan kuivuriin valittavaksi 800 kilowatin biouuni, jonka tuntikulutuksen hinta hakkeella on 25,86 euroa. Hakkeen ja sähkön hinnaksi tunnissa muodostuu 27,79 euroa.

$$1,934 \frac{\text{€}}{h} + 25,86 \frac{\text{€}}{h} = 27,79 \text{ €/h}$$

Omalle työlle muodostuisi näin ollen palkkaa 22,21 euroa tunnilta. Hintaan vaikuttaa myös kysynnän määrä.

$$50 \frac{\text{€}}{h} - 27,79 \frac{\text{€}}{h} = 22,21 \text{ €/h}$$

Viljan varastoinnin hinnoittelun perusteena käytetään Suomen Viljavan palveluhinnastoa ajalta 1.7.2023–30.6.2024. Suomen Viljavan sisämaan varastoinnin hinnaksi on määritetty 0,91 euroa tonnilta kuukaudessa. (Suomen Viljava Oy, 2023) Varastointipalvelun hinnaksi voisi tällöin määrittää saman 0,91 euroa tonnilta kuukaudessa, varastoitavan viljamäärän ollessa 0–40 000 kiloa.

## 6 Johtopäätökset

Säilöntämenetelmän valinnassa päädyttiin työn perusteella siihen, että tila siirtyy tulevaisuudessa viljan kuivaukseen. Se tarkoittaisi kuivuri-investoinnin toteuttamista lähivuosina. Uuden viljankuivaamon myötä ei nähdä järkeväksi enää käyttää kahta säilöntämenetelmää ja se tarkoittaisi murskesäilönnästä luopumista. Murskesäilönnän etuna on nopea säilöntä ja kohtuullisen pienet kiinteät kustannukset verrattuna viljan kuivaukseen. Muuttuvilta kustannuksiltaan murskesäilöntä osoittautui hakkeella kuivaamista kalliimmaksi, mutta halvemmaksi kuin kuivaus kevyellä polttoöljyllä. Murskesäilöntä ei ole yhtä varma menetelmä kuin kuivaus ja murskevilja on alttiimpi pilaantumiselle ja lisää hävikin määrää eläinten ruokinnassa. Peltopinta-alan laajentuessa kuivuri-investointi on kuitenkin välttämätön. Rahtikuivaus on kallein vaihtoehto, ja sen järjestäminen tilan koko viljamäärälle on vaikeaa. Lisäksi mahdolliset kuivurit, joissa rahtikuivausta olisi mahdollista toteuttaa, sijaitsevat pitkän ajomatkan päässä.

Suunniteltu kuivurikokonaisuus soveltuu hyvin tilan kasvinviljelyn tueksi nykyisellä peltopinta-alalla. Kuivauskaapiksi tulisi Antti-Teollisuuden 33MF2-malli, jonka vetoisuus on 24,3 kuutiota. Varastosiilojen lukumääräksi tulisi 12 kappaletta, yhteensä 604 kuution tilavuudella. Kokonaisuus olisi 4 x 4 pakettikuivaamo. Kuivuri lisäisi kasvintuotannon tehokkuutta ja helpottaisi huomattavasti rehuviljan logistiikkaa. Kuivurin rakentaminen lähivuosina antaa vielä lisää aikaa suunnittelulle ja tarvittaessa lisätä kapasiteettia, mikäli tilan peltopinta-ala laajenisi. Huomioon tulee myös ottaa rahtikuivauksen ja varastoinnin kysyntä, ja miettiä missä mittakaavassa sitä on mahdollista toteuttaa. Laskelmien perusteella rahtikuivausta ja varastointia olisi mahdollista toteuttaa noin 100 tonnin viljamäärälle. Lisäksi peltopinta-alaa on mahdollista lisätä 20–30 hehtaaria, jolloin kuivurin kapasiteetti on vielä riittävä.

Lämmönlähteen valinta oli ennestään jo selvää, että päädyttäisiin puuhakkeeseen ja biouunin valintaan. Kuivauksen aikana kuluva hakemäärä on kuitenkin suhteellisen pieni, eikä se juuri vaikuta tilan energiapuun korjuuseen tai hakkeen tuottamiseen.

Lisäinvestointejakaan ei hakejärjestelmän myötä tarvitse tehdä, sillä tilalla on ennestään hakkeen varastointiin sopivat varastotilat. Ensisijaisesti perusteena biouunin valinnalle on energiapuun hyvä saatavuus nyt ja tulevaisuudessa. Kotimaan puumarkkinan vakaus on hyvällä tasolla, jos verrataan öljymarkkinoihin maailmanlaajuisesti. Biouunin valinnassa päädyttiin 500 kilowatin versioon. Isomman biouunin valinta olisi mahdollinen, mutta se voi tuottaa ongelmia käydessään vajaalla teholla. Vajaalla teholla käydessä muodostuu esimerkiksi enemmän nokea.

Kustannusten vertailussa edullisimmaksi vaihtoehdoksi osoittautui puuhake. Selvästi kallein vaihtoehto olisi omalla kuivurilla kuivaus, kun polttoaineena käytetään kevyttä polttoöljyä. Käyttämällä polttoaineena tilalla tuotettua puuhaketta, on mahdollista päästä yli 2000 euron säästöön polttoainekustannuksissa kuivauskauden aikana, kun verrataan kustannuksiin kevyellä polttoöljyllä. Toiseksi kallein vaihtoehto olisi rahtikuivaus tilan ulkopuolella. Öljyuunin puolesta puhuu helppo käytettävyys sekä toimintavarmuus. Hakejärjestelmät vaativat kuitenkin enemmän huoltoa ja ylläpitoa verrattuna öljyuuniin, mikä lisää niiden käyttökustannuksia. Käytöstä muodostuvat kustannukset voidaan nähdä polttoaineesta muodostuvan säästön arvoisena.

## Lähteet

Ahokas, J. & Jokiniemi T. (n.d) *Viljankuivaus*. Haettu osoitteesta 21.1.2024

<https://www.energia.agrotekno.fi/wp-content/uploads/2021/04/viljankuivaus.pdf>

Antti-Teollisuus Oy. (2024). *Antin etumatka on kuiva fakta*. Haettu osoitteesta 27.2.2024

[https://antti.fi/wp-content/uploads/2024/02/ANTTI\\_viljaesite\\_2024\\_F1.pdf](https://antti.fi/wp-content/uploads/2024/02/ANTTI_viljaesite_2024_F1.pdf)

Antti-Teollisuus Oy. (n.d.a). *Yritys*. Haettu osoitteesta 13.2.2024

<https://antti.fi/yritys/>

Antti-Teollisuus Oy. (n.d.b). *Nelikulmasiilot*. Haettu osoitteesta 20.2.2024

<https://antti.fi/tuotteet/siilot/nelikulmasiilot/>

Koskiniemi, E., Ala-Talkkari, H., Esala, J., Heikkilä, P., Huvinen, M., Koivisto, M., Kuronen, K., Piipari, P., Rintamaa, J., Törmä, J. & Viirimäki, J. (2009) *Viljankuivaus kotimaisella polttoaineella -opas*.

Farmit. (29.04.2010a). *Murskevilja*. Haettu osoitteesta 5.1.2024

<https://www.farmit.net/kotielain/rehunsailonta/viljan-sailonta/murskevilja>

Farmit. (29.04.2010b). *Viljan säilöntä*. Haettu osoitteesta 17.1.2024

<https://www.farmit.net/kotielain/rehunsailonta/viljan-sailonta>

Hankkija. (2024). *Neste lämmitysöljy- ja polttoöljy*. Haettu osoitteesta 14.2.2024

<https://www.hankkija.fi/tuotantopanokset/polttoaineet-ja-lammitysoljy/ia-lammitysoljy-neste-tempera-polttooljy-kesalaatu-2036991/>

Hautala, M., Jokiniemi, T. & Ahokas, J. (2013). *Maatilakuivurit*. Haettu osoitteesta 20.1.2024

<https://www.energia.agrotekno.fi/wp-content/uploads/2021/04/Maatilakuivurit.pdf>

Kemira. (2009). *Murskeviljaopas maataloille*. Haettu osoitteesta 16.1.2024

[https://murska.fi/media/kemira\\_murskeviljaesite\\_netitic.pdf](https://murska.fi/media/kemira_murskeviljaesite_netitic.pdf)

Maa ja metsätalousministeriö (2024). *Valtioneuvosto hyväksyi muutoksia maatalan*

*investointitukeen ja tukitasoihin*. Haettu osoitteesta 3.3.2024 <https://mmm.fi/-/valtioneuvosto-hyvaksyi-muutoksia-maatilan-investointitukeen-ja-tukitasoihin>

Murska. (2023). *Kiekk- ja valssimyllyt murskesäilöntään*. Haettu osoitteesta 16.1.2024  
[https://murska.fi/media/murs\\_yleisesite\\_a4\\_16s\\_web\\_fin\\_23.pdf](https://murska.fi/media/murs_yleisesite_a4_16s_web_fin_23.pdf)

Mäkelä, O. (1983). *Viljankuivausopas*. Vakolan tiedote 35/83.

Palva, R. (2023). *Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat 2022*. Työtehoseura ry. Haettu osoitteesta 15.2.2024 <https://www.tts.fi/wp-content/uploads/2023/10/Konetyon-kustannukset-ja-tilastolliset-urakointihinnat-2022.pdf>

Palva, R., Kirkkari, A. & Teräväinen, H. (2005). *Viljasadon käsittely ja käyttö*. Otava Kirjapaino Oy.

Ruokavirasto. (2024). *Ruokavirasto ja Luonnonvarakeskus julkaisivat tiedot vuoden 2023 viljasadon määrästä ja laadusta*. Haettu osoitteesta 28.2.2024  
<https://www.ruokavirasto.fi/laboratoriopalvelut/kasvitutkimukset/kasvitutkimuksen-ajankohtaiset/ruokavirasto-ja-luonnonvarakeskus-julkaisivat-tiedot-vuoden-2023-viljasadon-maarasta-ja-laadusta/>

Sairanen, A. & Rinne, M. (2018). *Murskeviljalla kustannussäästöjä maidon- ja lihantuotantoon*. Käytännön maamies, 2018(8), 12.

Siemenkauppiaitten Yhdistys ry. (n.d). *Lajikkeen käyttöoikeusmaksu (TOS)*. Haettu osoitteesta 29.2.2024 <https://www.siemenkauppiat.fi/tos-maksu/>

Suomen Viljava Oy. (2023). *Suomen Viljavan palveluhinnastot*. Haettu osoitteesta 28.2.2024  
<https://www.suomenviljava.fi/palvelut/hinnastot/>

Suomi, P., Lötjönen, T., Mikkola, H., Kirkkari, A. & Palva, R. (2003). *Viljan korjuu ja varastointi laajenevalla viljatilalla*. Haettu 20.1.2024 osoitteesta  
<http://www.mtt.fi/met/pdf/met31.pdf>

Vilja-alan yhteistyöryhmä. (n.d). *Siemenlaskuri*. Haettu osoitteesta 29.2.2024  
<https://vyr.fi/viljelytietoa/siemenlaskuri/>



