

KYLMÄLAITTEIDEN ENERGIATEHOKKUUS JUSINMÄEN TILALLA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinot, Mustiala

Syksy, 2022

Frans Elo

Opinnäytetyöni toimeksiantajana on Jusinmäki Oy, joka sijaitsee Laitilan kaupungissa Varsinais-Suomessa. Työni tavoite oli selvittää kannattaako vaihtaa vuonna 2012 rakennettuun kylmävarastoon uudet kylmäkennot vanhojen tilalle.

Ensitöikseni selvitin kuinka paljon Jusinmäen osastossa kuluu sähköä verrattuna naapurin osastoon, johon on vaihdettu vuonna 2019 uudet hieman isommat kylmäkennot. Suoritin mittauksen siitä pisteestä, kun käynnistimme kylmäkoneistot 1.9.2021 siihen asti, kun ensimmäiset porkkanat vietiin pakkaukseen näistä varastoista 1.2.2022. Molemmissa osastoissa oli tämän neljän kuukauden mittausajan varasto täynnä laatikoita ja näin mittaustulos on vertailukelpoinen. Tulos osoitti, että Jusinmäen osastossa sähköä kului 87 365 kWh ja naapurilla 40 735 kWh eli naapurin osastossa meni sähköä 46 630 kWh vähemmän. Se tekee tutkimushetken energianhinnoilla (1.4.2022 energiahinta 4,5snt/kWh) n. 2 100 € säästön.

Kysyin kylmälaittejälleenmyyjältä tarjoustaan samanlaisista kylmäkennoista kuin naapurilla. Uudet kylmäkennot ja puhaltimet asennettuna maksaisi 95 000 € Alv 0 %, joten ei ole järkevää vaihtaa uusia, koska takaisinmaksuaika olisi noin 36 vuotta. Vuotuinen säästö on näillä energiahinnoilla n. 2 600 €. Erilaiset vuodet ja varastointiaika ja kallistunut energiahinta tietenkin vaikuttaisivat takaisinmaksun pituuteen.

The client of my thesis is Jusinmäki Oy, located in the town of Laitila in the region of Varsinais-Suomi. The goal of my thesis was to find out if it's cost-effective to replace the refrigeration units in a refrigeration warehouse built in 2012.

First, I found out how much electricity does the Jusinmäki Oy's section of the warehouse spend compared to a neighbour's section in which the old units were replaced with slightly bigger units in 2019. I ran the measurements between September 1. in 2021 when the refrigeration was turned on and February 1. in 2022 when the first carrots were taken to packing department. Both sections were full during this time, so the results of these measurements are comparable. The result was that the section of Jusinmäki Oy spent 87 365 kWh and the neighbour's section 40 735 kWh of electricity which means the neighbour's section spent 40 735 kWh less. With the current price of energy (1.4.2022 0,045 €/kWh) this means a difference of some 2 100 €.

Next, I wanted to find out what would be the cost of replacing our units with the same kind of units as the neighbour has. It turned out, according to the agent of a retailer, that the total cost would be 95 000 € (vat 0 %), so it's not worth to replace them as the payback period would be some 36 years. The yearly gain with the current energy prices is some 2 600 €. Different kind of years, time of refrigeration and a rise in energy prices would of course affect to the payback period.

Keywords Refrigeration units, Energy, Carrots storage

Pages 20 pages and appendices 1 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Toimeksiantajan maatala	2
3	Kylmälaitteet ja niiden mitoituset	3
3.1	Ilmajäähdyttimen laitemitoitukset	3
3.2	Ilmajäähdyttimen rakenne.....	5
3.2.1	Imevän ja puhaltavan jäähdyttimen vertailu	5
3.2.2	Puhaltava ilmanjäähdytin.....	5
3.2.3	Imevä ilmanjäähdytin.....	6
4	Porkkanan talvisäilytys	7
4.1	Varastotaudit	7
4.1.1	Mustamätä	8
4.1.2	Harmaahome.....	8
4.1.3	Pahkahome.....	8
5	Varastosadonkorjuu	9
6	Kohdevarasto ja ilmajäähdyttimet	9
7	Tutkimustyö.....	10
8	Tarjous.....	11
9	Johtopäätökset	12
	Lähteet.....	14

Liitteet

Kuva 1 Jusinmäen kylmävarastot. (Kuva: Frans Elo 2021)

Kuva 2 Kalannin kylmävarasto (Kuva Frans Elo 2022)

Kuva 3 Alfa Lavalin puhaltava ilmajäähdytin (Kuva AlfaLaval.fi 2022)

Kuva 4 Alfa Lavalin imevä ilmanjäähdytin (Kuva AlfaLaval.fi 2022)

Kuva 5 Vakkavaraston energiankulutus 5kk ajalta

Kuva 6 Kylmäkennon/puhaltimien rakennekuvat (Kuva: Alfa suunnittelu-sovellus 2022)

Liite 1 Energian pörssihinnat 6.12.2021 – 30.11.2022. (Kuva sähkötk.fi 2022)

1 Johdanto

Toimeksiantajan tilalla viljellään vihanneksia n. 60 hehtaarin alalla. Kun nykyään kaikki pitää olla mahdollisimman energiatehokasta, pitää miettiä suurien sähkönkuluttajien kohdalta olisiko järkevää päivittää sähkösyöpöt taloudellisempiin ja mahdollisiin vaihtoehtoihin.

Toimeksiantajan tilalla menee n. 70 % vuotuisesta sähkön kulutuksesta kylmävarastojen jäähdyttämiseen ja tähän ongelmaan lähdettiin etsimään mahdollisia vaihtoehtoja alentaa sähkönkulutusta, ja kohteena käytin tilan yhtä varastoa, josta oli mahdollisuus saada vertailtavaa dataa kulutuksesta toisen omistamasta varastosta.

Elo-syyskuussa päivät ovat lyhyempiä ja tasaisemmin kosteita kuin kesäpäivät. Juuresten paksuuskasvussa yli puolet tapahtuu näinä syksyisinä päivinä. Sen takia juuresten sadonkorjuu ajoitetaan mahdollisimman myöhään ajankohtaan ennen talvipakkasia mutta ilman pitää olla jo viileä, että varastoitava tavara olisi mahdollisimman viileää jo varastoon viedessä, mikä säästää sähköä ja viileässä maassa oleva porkkana kasvattaa paksun kuoren, joka auttaa varastoinnissa talven yli kevääseen. Liian aikaisessa sadonkorjuussa porkkanan paksuuden ja etenkin kuoren paksuuden kasvu loppuu, jolloin säilyvyys voi heikentyä. Porkkanan optimaalinen säilytyslämpötila on $+0,3-0,5\text{ C}^{\circ}$ tällä saadaan laatikossa oleva mikrobielämä mahdollisimman vähäiseksi. Parashan tietenkin tauteja vastaan olisi säilytys pakkasen puolella, mutta tätä ei porkkana kestä. Porkkanan sisältäessä 80–90 % vettä saa pakkasen ne halkeamaan. Tämä heikentää säilyvyyttä, koska kuori ei enää suojaa porkkanaa taudelta vaan taudit ja mikrobit pääsevät mädännyttämään porkkanaa sisältä käsin. Kauppa eikä kuluttajat halua ostaa haljenneita porkkanoita.

2 Toimeksiantajan maatila

Opinnäytetyöni toimeksiantaja on Jusinmäki Oy. Omistajina ovat Markus, Anu-Maarit ja Frans Elo. Tila sijaitsee Laitilassa Kodjalan kylässä. Maatila on Markuksen kototila, jota Frans tulee jatkamaan tulevaisuudessa. Päätuotantosuuntana on vihannekset, joita viljellään 60–65 hehtaarin alalla ja viljaa on noin 200 hehtaaria. Tilalla oli ennen vihannestoimintaa 4000 kanan munituskanala, mutta 2008 kanat laitettiin pois ja keskityttiin enemmän vihannesten viljelyyn. Maatilan joutomaalle alettiin v.2000 rakentamaan viljelijöiden yhteistä vihannespakkaamoja Juuresvakka Oy:tä. Kaikki tilalla tuotettavat pakattavat vihannekset toimitetaan Juuresvakkaan ja teollisuuteen menevät vihannekset Vihannes Laitila Oy:lle. Kylmävarastoja on kahdessa eri paikkaa, tilakeskuksen yhteydessä 4 varastoa, joista yksi on vuokralla Juuresvakalle (varasto nro4) ja kolme on tilan käytössä. Yksi varasto on Uudessakaupungissa Vihannes Laitilan vieressä.

Kuva 1 Jusinmäen kylmävarastot. (Kuva: Frans Elo 2021)



Kuva 2 Kalannin kylmävarasto (Kuva Frans Elo 2022)



3 Kylmälaitteet ja niiden mitoitukset

Porkkanavarastojen kylmäjäähdytyslaitteistoja toteutetaan eri laiteratkaisuilla.

Tarkoituksena on löytää sellaiset laiteratkaisut, joilla varastoitavien porkkanoiden laatu pysyy mahdollisimman korkealla ja laitteisto toimii mahdollisimman energiatehokkaasti. Jäähdytyslaitteisto on pitkäaikainen investointi, joten sen valinnassa hankintahinta ei saisi olla määräävä tekijä. Laadukkaamman laitteiston kalliimpi hinta voidaan saada hyvin nopeasti takaisin nykyisellä energianhinnalla ja varastoitavien porkkanoiden varastotappiot jäävät pienemmiksi. (A-duo, n.d, s.1)

3.1 Ilmajäähdyttimen laitemitoitukset

Varaston jäähdyttimien mitoituksessa tärkeimpiä perusteita on jäähdyttimen lämmönsiirtopinta-ala ja puhallinmoottorin hyötysuhde. Riittävän suurella lämmönsiirtopinta-alalla saadaan mahdollisimman pieni lämpötilaero varastossa

säilytettävän porkkanan ja jäähdyttävän lämmönsiirtonesteen/ lämmönvaihtimen pinnan välillä ja mitä pienempi lämpötilaero saavutettua, sitä pienempi kuivausvaikutus jäähdytyksellä on. Lämmönsiirtopinta-alan kasvattaminen vaikuttaa kuitenkin huomattavasti varaston laiteinvestoinnin kustannuksiin, joten lopullinen laitevalinta on kompromissi varaston investointikustannusten ja varastoitavien porkkanoiden säilyvyyden välillä. Jäähdyttimiä mitoittaessa on määriteltävä myös varaston jäähdytystehon tarve. Sadonkorjuun aikana ja heti sen päätyttyä on jäähdytystehontarve suurimmillaan. Varaston jäähdytystehontarve muodostuu silloin varastoitavan porkkanan jäähdytyksestä säilytyslämpötilaansa ja muun muassa oven kautta tapahtuvaan ilmanvaihtoon varastoa täyttäessä.

Varsinainen varastointiaika alkaa, kun porkkanat on jäähdytetty lopulliseen säilytyslämpötilaansa, joka ajoittuu Suomessa yleisesti marraskuusta toukokuulle. Ulkolämpötila on varastointiaikana pääasiassa matala, joten hyvin eristetyssä varastossa rakenteiden läpi tulevaa lämpökuormitusta ei juurikaan tarvitse huomioida jäähdytystehon tarvetta laskiessa. Varaston jäähdytystehon tarve muodostuu pääosin porkkanan hengityslämmöstä ja ilmajäähdyttimen puhaltimien kojekuormasta.

Varastossa pitää olla tasainen ja jatkuva ilmavirtaus porkkanoiden ympärillä. Ilmavirtaus ei saa olla liian suuri, koska porkkanoiden ilmavirrasta johtuva kuivuminen lisääntyy ilmannopeuden kasvaessa. Jäähdyttimen puhallinmoottorien lämmönluovutusenergia ja hyötysuhde ovat riippuvaisia puhallinmoottorien tyypistä ja puhallinsiiven rakenteesta. Väärällä puhallinvalinnalla voidaan päätyä tilanteeseen, jossa puhaltimien lämmön luovutus on lähes yhtä suurta kuin porkkanan hengityslämpö. Oikea jäähdyttimien valinta on tärkeää varastoitavien porkkanoiden säilymisen ja varaston energiatalouden kannalta. (A-duo, n.d s.2–4)

3.2 Ilmajäähdyttimen rakenne

Jäähdyttimen rakenteellisella ratkaisulla on suurin vaikutus porkkanoiden kuivumiseen varastointiaikana. Rakenteelliset erot vaikuttavat myös joissain määrin energiankulutukseen ja ilmanvirtauksen riittävyteen.

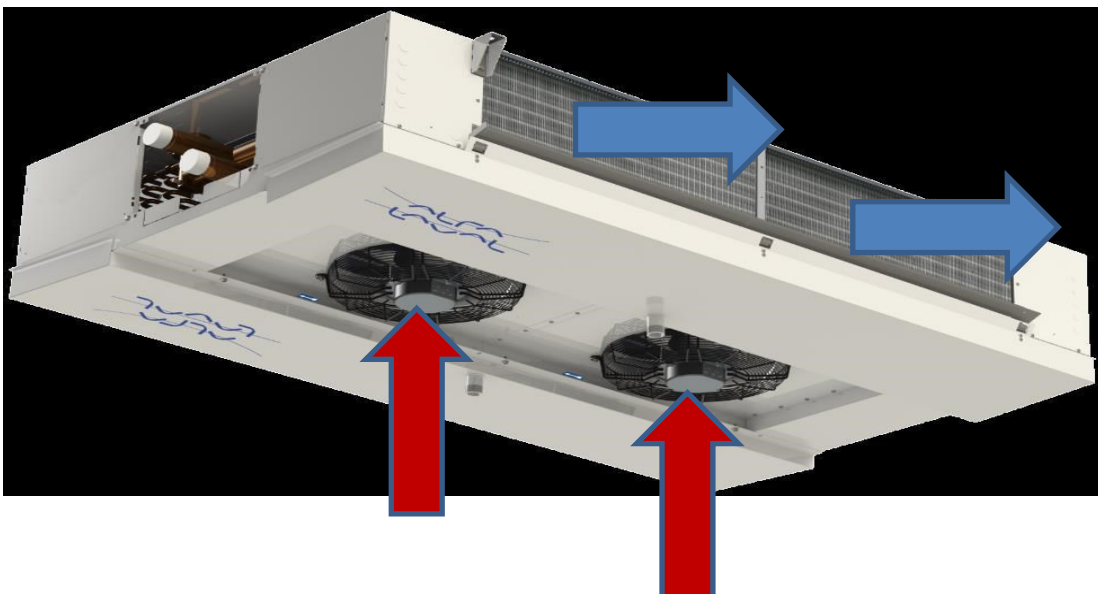
3.2.1 Imevän ja puhaltavan jäähdyttimen vertailu

Jäähdyttimiä on sekä lamelliosan läpi ilmaa imevänä, että puhaltavana mallina. Merkittävin eroavaisuus verrattaessa puhaltavaa ja imevää jäähdytintä on niiden erilaiset ilmaa kuivaavat ominaisuudet. Puhallinmoottori käydessään tuottaa lämpöenergiaa, jonka takia sen sijoituspaikalla on suuri merkitys ilman kuivumiseen. Energian kulutuksen kannalta jäähdyttimissä on pientä eroavaisuutta.

3.2.2 Puhaltava ilmanjäähdytin

Puhaltavassa jäähdyttimessä on epätasaisempi ilman jako, koska ilma puhalletaan kylmäainelamellien läpi ja puhaltimen heittopituus kärsii huomattavasti. Puhaltavassa jäähdyttimessä hyviä puolia on, että siinä ei tarvitse jäähdyttää puhallinmoottoreista johtuvaa lämpöä. Se vaikuttaa vihannesten kuivumiseen ja energiankulutukseen vähentävästi.

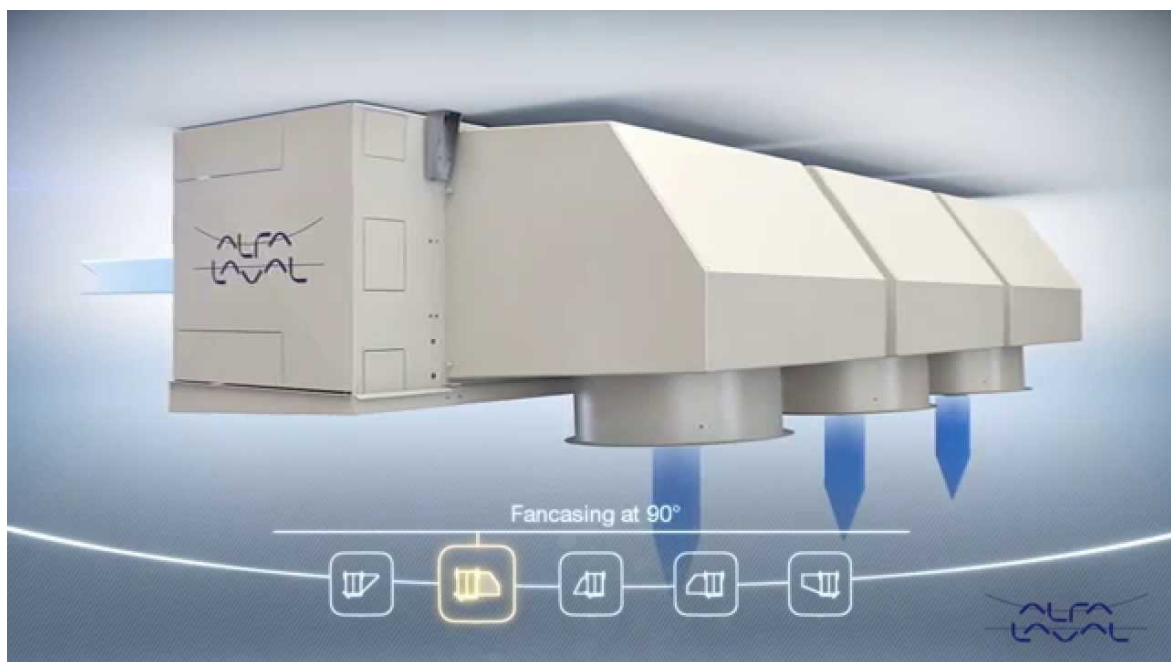
Kuva 3 Alfa Lavalin puhaltava ilmajäähdytin (Kuva AlfaLaval.fi)



3.2.3 Imevä ilmanjäähdytin

Imevällä jäähdyttimellä saavutetaan yhtä suuri ilmanvirtaus lamelliosien läpi ja saadaan pitempi heittopituus. Imevä jäähdytin pitää ilman paremmin kosteana ja heittopituutensa ansiosta kylmäilma kiertää paremmin varastossa ja porkkanat jäätyvät tasaisemmin ja ei jää niin helposti sellaisia paikkoja, jotka eivät olisi saaneet jäähdytettyä ilmaa. Näin ollen porkkanat säilyvätkin paremmin.

Kuva 4 Alfa Lavalin imevä ilmanjäähdytin (Kuva AlfaLaval.fi)



4 Porkkanan talvisäilytys

Porkkana säilytetään 0,3–0,5 C ° lämmössä, jossa ne säilyvät parhaiten ja saadaan laatikossa oleva mikrobielämä mahdollisemman vähäiseksi. Pitkään varastoitavilla porkkanoilla suurimmaksi ongelmaksi muodostuu etyleenikaasun muodostus, joka syntyy porkkanoiden hengityksestä. Siksi varastoissa pitää olla toimiva ja riittävä ilmanvaihto, sillä liika etyleenikaasu saa kypsymisen eli tässä tapauksessa mädäntymisen nopeutumaan ja maku kärsii ja porkkana kitkeröityy. Liian kova käsittely voi saada porkkanan pilaantumaan ennenaikaisesti, sillä porkkanan sisään pääsee haitalliset mikrobit ja muut taudit. Ilmanvirtauksen optimi kosteus olisi 85–90 % mutta näin isoissa varastoissa emme ole päässeet kuin 79 % kosteuteen mikä kylläkin hidastaa porkkanan kuivumisen mutta ei kokonaan torju ongelmaa. (Kasvikset.fi, nd)

4.1 Varastotaudit

Suomessa porkkanan varastoinnissa suurinta vahinkoa aiheuttaa mustamätä, harmaahome ja pahkahome. Taudit kulkeutuvat varastoon porkkanan pinnalla tai mullan ja kasvijätteen mukana, josta ne menevät porkkanan sisään niiden vastustuskyvyn heikentyessä pitkään venyneen varastoinnin aikana. (Suojala 2001 s.47)

Porkkanan sadonkorjuun jälkeen varastotautipainetta mitataan ja ennakoidaan testeillä eli säilyvyyskokeilla. Porkkanan peltoerästä, jota ajatellaan säilytettävän pitkään kevääseen, otetaan 9–12 kilon näyte, jota säilytetään (9–10 °C) viiden viikon ajan, jonka katsotaan vastaavan pitkään varastoitujen porkkanoiden tilaa alkukevästä. Koe-erän porkkanoita säilytetään näin lämpimässä, koska silloin niiden sokeripitoisuus laskee, minkä on todettu heikentävän juuren taudinkestävyyttä. Testin jälkeen eli viiden viikon kuluttua porkkanat katsotaan silmämääräisesti, onko erässä paljon vai vähän voitusta. Jos voitusta on vain vähän, tavara todennäköisesti selviää myyntikuntoisena hyvin kevääseen, jos taas voitusta

havaitaan runsaasti, on erä pakattava ja myytävä mahdollisimman pian ennen kuin se on pilalla.

4.1.1 Mustamätä

Mycocentrospora acerina -sienen aiheuttama mustamätä on yleisimpiä varastotauteja etenkin pitkään varastoitavilla porkkanoilla. Mustamädän tunnistaa aluksi mustista viiruista porkkanan kyljessä, jotka myöhemmin laajentuvat laikuiksi ja lopuksi porkkana pehmenee osittain tai kokonaan mustaksi massaksi. Tauti on vaikeasti torjuttava, koska se säilyy maassa tartutuskykyisenä vuosikausia. Viljelykierto vähentää tautiriskiä, mutta taudilla on monia isäntäkasveja, joissa se lisääntyy tai voi lisääntyä porkkanan välivuosinakin. Kemiallista torjuntaa ei vielä tunneta mustamätään. (Hannukkala, n.d)

4.1.2 Harmaahome

Harmaahome *Botrytis cinerea* tarttuu porkkanaan sadonkorjuussa syntyneiden kolhujen kautta. Varastoinnin aikana home tuhoaa porkkanan solukoita muuttaen niitä pehmeiksi ja rusehtaviksi. Pinnalla rupeaa kasvamaan valkoista tai harmahtavaa rihmastoa. Tuhot ilmenevät tavallisesti varastossa kevättalvella. (Luke 2016)

4.1.3 Pahkahome

Pahkahome *Sclerotinia sclerotium* tarttuu porkkanaan sadonkorjuun yhteydessä. Ensiksi pintaan tulee värittömiä ja vetisiä laikkuja, jotka laajentuvat nopeasti. Varastossa tauti leviää porkkanoista toiseen todella helposti. Edetessään pilaantuminen aiheuttaa porkkanoiden pintaan valkoista, pumpulimaista rihmastoa ja mustia pyöreähköjä rihmastopahkoja, joista taudin helpoimmin voi tunnistaa. (Luke 2016)

5 Varastosadonkorjuu

Sadonkorjuu on tilan pisin yhtämittainen työvaihe, joka alkaa elokuun lopulla puinneilla ja päättyy lokakuun lopulla vihannesten nostoon. Varastonostot pyritään aloittamaan niin myöhään kuin mahdollista, koska silloin nostettava tuote on mahdollisimman suurta ja viilentyneiden ilmojen ansiosta mahdollisimman viileää jo varastoon ajettaessa. Tämä säästää roimasti kylmäkoneiden energiaa, koska kun 700 000 kg vihanneksia jäähdytetään 0,4-asteiseksi, on tavaran lähtölämpötilalla silloin suuri merkitys. Myöhäisessä sadonkorjuussa haittaavana tekijänä on yleensä syksyn sateet, jotka haittaavat koneiden kulkemista pellolla. Märän olosuhteen muita haittapuolia on porkkanoihin tarttuvan maan määrä. Liiallista maata on vaikea saada porkkanan ympäriltä pois siten, että itse porkkana ei vaurioituisi eli ettei niihin tulisi kolhuja tai katkeisi, koska vahingoittuneet porkkanat eivät tule säilymään kovinkaan kauaa ja mädäntyessään ne mädännyttävät myös laatikon muita porkkanoita. Vähäisestä maasta on hyötyä säilytyksessä, koska aivan puhdas porkkana kuivuu helposti laatikkoon, mutta vähäinen määrä maata pitää kosteuden paremmin ja auttaa tätä kautta porkkanan säilymisessä pitempään.

6 Kohdevarasto ja ilmajäähdyttimet

Opinnäytetyöni kohdevarastona toimii vuonna 2012 valmistunut 5 viljelijän omistama 2000 m² kokoinen porukkavarasto nimeltä Vakkavarasto. Jokaisella viljelijällä on oma 400 m² kokoinen osasto, johon mahtuu 600 kpl 2,2 m³ puulaatikoita eli noin 700 000 kg vihanneksia. Porkkanan keskisato on noin 80 tn/ha eli varastoon mahtuu noin 9 hehtaarin sato. Yhdessä osastossa on aina 6 kappaletta ilmajäähdytinkenoja, joissa on 3 puhallinta/kenno eli yhteensä 18 kappaletta puhaltimia. Tutkimuksen kohdeosastoina toimii Jusinmäen osasto ja naapuriviljelijän osasto, jossa on alkuperäiset kylmäkoneet vaihdettu uudempiin vuonna 2019.

Erona näiden osastojen välillä on ainoastaan ilmajäähdyttimet. Jusinmäen osastossa jäähdyttimien kennopinta-ala on 187,5 m², kun taas vastaavasti naapurissa 193 m² eli ero on 5,5 m². Ero ei ole kovinkaan suuri, eikä vaikutusta jäähdytystehoon ole merkittävästi. Asiat, jotka vaikuttavat eniten jäähdyttimien eroon on niiden eri puhaltimien määrä, sijoituspaikka

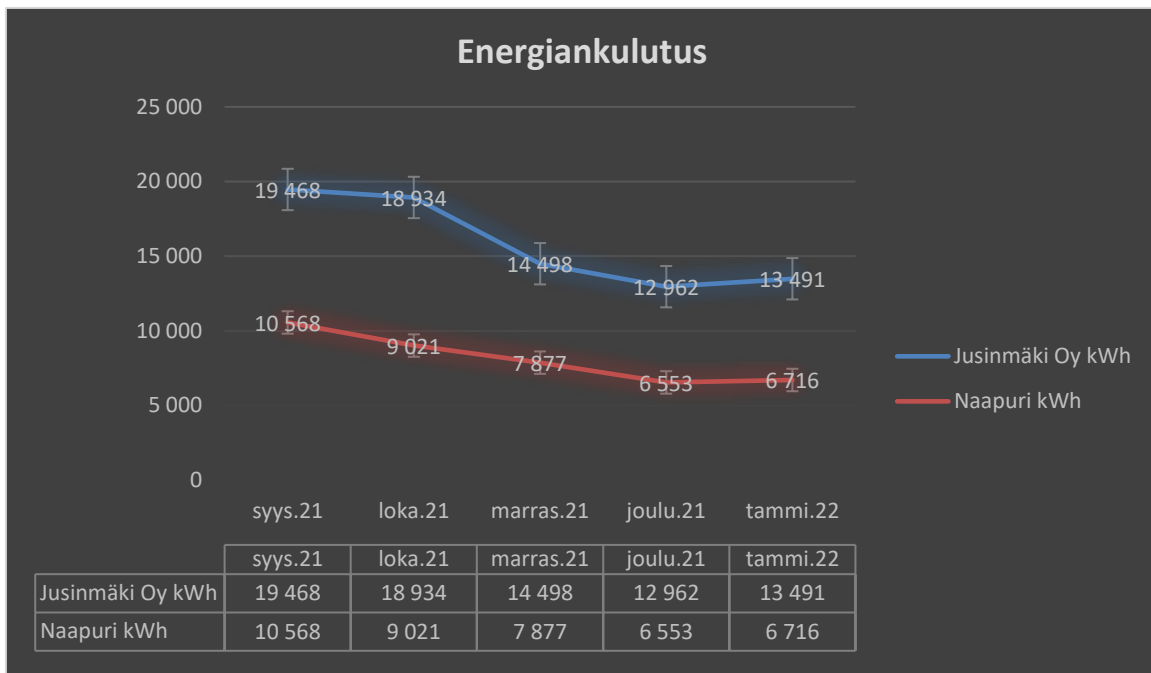
ja koko. Jusinmäen jäähdyttimissä on ensin jäähdytyskennot ja sen jälkeen 400 mm halkaisijalla olevat puhaltimet 3 kpl/kenno, jotka vetävät ilmaa kylmäkennon välistä ja puhaltavat huoneilmaan. Tällä on saavutettu parempi ilmankierto ja parempi puhallusteho. Naapurilla on ensin 2 kpl 800 mm halkaisijalla olevat puhaltimet ja sen jälkeen vasta kylmäkennot. Tällä saavutetaan nopeampi jäähtyvyys, mutta puhaltimien heittopituus voi kärsiä, jolloin aivan takimmaisiet laatikot jäävät helposti ilman tarvittavaa ilmanvaihtoa ja voivat pitkän varastointikauden aikana ruveta mädäntymään. Tällaista haittaa ei ole onneksi havaittu, mikä johtuu tiettävästi siitä, että puhaltimien halkaisija niin paljon suurempi, että puhallusteho riittää.

7 Tutkimustyö

Tutkimustyöni kohdistui Vakkavarasto-nimiseen yhteisvarastoon, jossa vertailin oman osaston kylmäkennoja, jotka ovat alkuperiset v. 2012 laitettut, naapuri osastoon, jossa uusittiin kylmäkennot v. 2019. Eroavaisuudet varastojen välillä ovat kennojen pinta-ala, puhaltimien halkaisija/määrä ja meillä imevä kennotyyppi ja heillä puhaltava kennotyyppi.

Tutkimusaineiston keruu aloitettiin syyskuun ensimmäisenä päivänä 2021, jolloin laitoimme varaston kylmäkoneet päälle joka osastoon ja lopetin helmikuun 2022 ensimmäiseen päivään. Molemmista varastoista kirjattiin sähkömittarin lukema, joka pitää sisällään varaston puhaltimien ja yhden kylmäainepumpun sähkönkulutuksen. Lisäksi kirjattiin lukemat energiakulutusmittareista, joka pitää sisällän itse kylmäkoneen eli vesipumppujen ja kylmäkompressorin sähkön kulutuksen osastokohtaisesti. Jusinmäen osastossa sähköä kului puhaltimien ja yhden vesipumpun pyörittämiseen 34 934 kWh ja tähän lukemaan pitää lisätä itse kylmäkonekompressorin ja vesipumppujen sähkönkulutukset, joka oli osastossa 52 431 kWh eli yhteensä 87 365 kWh. Vertailukohteen vastaavat luvut olivat 16 395 kWh ja 24 340kwh eli yhteensä 40 735 kWh. Uudemmillä 5,5 m² isommilla laitteilla ja halkaisijaltaan 40 cm suuremmilla puhaltimilla, joita on vain kaksi per kenno, saavutetaan 46 630 kWh x 4,5 snt/kWh säästö 5kk = 2 098,35€ Alv 0%

Kuva 5 Vakkavaraston energiankulutus 5kk ajalta

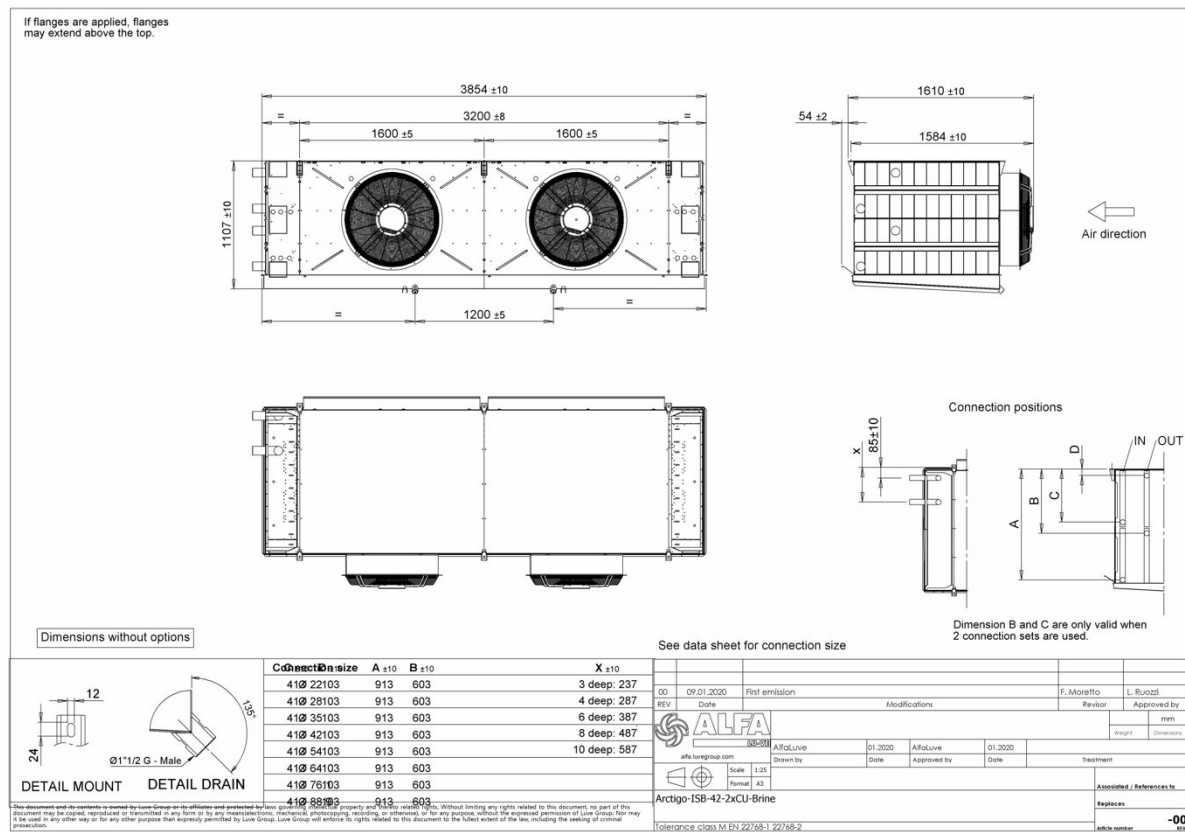


Kyseisen taulukon aloitusarvoista näkyy hyvin se, että syyskuussa, kun on laitettu kylmäkoneet päälle, varstorakennus itsessään on ollut lämmin ja porkkana, joka on suoraan pellolta ajettu varastoon, oli 10–16 astetta lämpötilaltaan. Tämä selittää korkean energiankulutuksen alussa, joka tasaantuu vihannesten ja varaston saavutettuaan asetetun lämpötila-arvon.

8 Tarjous

Pyysin tarjousta uusista kylmäkennoista ja puhaltimista A-Duo Oy:ltä. Kylmäkennot ovat samanlaiset kuin tutkimuksen naapurin osastossa eli kennojen kokonaispinta-ala on 5,5 m² suurempi kuin vanhoissa. Puhaltimia olisi yhteensä 6 kpl vähemmän, mutta puhaltimen halkaisijat ovat tuplasti suurempia. Näin on saatu puhallusvoimaa lisää ja sähköä kuluu kuitenkin kuuden moottorin verran vähemmän. Eli kuuden kylmäkennon asennus moottoreineen maksaisi 95 000 € Alv 0 %

Kuva 6 Kylmäkennon/puhaltimien rakennekuvat (Kuva: Alfa suunnittelusovellus 2022)



9 Johtopäätökset

Johtopäätökset työni jälkeen ovat, ettei kylmäkennoja ja puhaltimia kannata vaihtaa, koska takaisinmaksuaika olisi niin pitkä. Vuoden 2021 syyskuusta 2022 toukokuulle Jusinmäen varastossa meni sähköä 128 562 kWh ja naapurissa 69 638 kWh eli 58 924 kWh enemmän, joka tekee tällä hinnalla (4,5snt/kWh) 2 651,58 €. Uusien kylmäkennojen ja puhaltimien hinnan ollessa 95 000 € asennettuna olisi takaisinmaksuaika näillä hinnoilla n. 36 vuotta.

Toinen asia mikä puoltaa kennojen vaihtamattomuutta on se, että vanhat kennot pitää itse purkaa ja niille ei oikein ole jälleenmyyntiarvoa, koska ne on räätälöity juuri kyseiseen tilaan eikä niille ole helppoa löytää uutta järkevää kohdetta. Uusilla kylmäkoneilla ei saavutettaisi säilyvyyden eikä jäähtymisnopeudenkaan kanssa mitään etua, mikä voisi puoltaa vaihtoa.

Asia mikä tietenkin vaikuttaisi takaisinmaksuaikaan, on erilaiset vuodet ja eri energiahinnat. Jusinmäellä on kiinteä sähkö sopimus toukokuun ensimmäiseen päivään 2023 ja hinta on 4,5 snt/kWh. Energian pörssihinta esimerkiksi 30.11.2022 (Liite 1) on keskimäärin ollut 47 snt/kWh. Marraskuulle 2022 keskihinta on ollut 25.37 snt/kWh. Tämä johtuu ehkä osaksi koronapandemiasta mutta enemmän korkeaan energiahintaan on vaikuttanut Ukrainan sota. Jos energiahinta pysyy korkealla, olisi takaisinmaksuaika silloin paljon lyhyempi. En lähde arvioimaan miten paljon lyhyempi, kun hinta vaihtelee 0,12 snt/kWh – 75,98snt/kWh, mutta aika näyttää mikä on järkevin ratkaisu. Kylmäkoneiden hinnatkin ovat varmasti nousseet, eikä 95 000 € ei ole enää pitävä tarjous, sillä komponenttien hinnat ovat nousseet ja osassa komponentteja on suuria saatavuusongelmia.

Lähteet

A-duo Jari Haavisto (n.d) porkkanavarastoiden kylmälaitteistot sivut 1-5.

AlfaLaval (2022) Kylmälaitteiden kuvat. Haettu 21.11.2022. Osoitteesta

<https://www.alfalaval.fi/>

Hannukkala A (Luke, n.d) Varastotaudeista. Haettu 24.11.2022. Osoitteesta

<https://vieraslajit.fi/lajit/MX.52934>

Kasvikset (2020). Kasvisten säilytyksestä. Haettu 23.10.2022 Osoitteesta

<https://kasvikset.fi/kasvitieto/kasvisten-sailytyksesta/>

Pörssisähkön spot-hinta Suomessa (2022) Pörssisähkön vuotuisen sähkön hinnat. Haettu

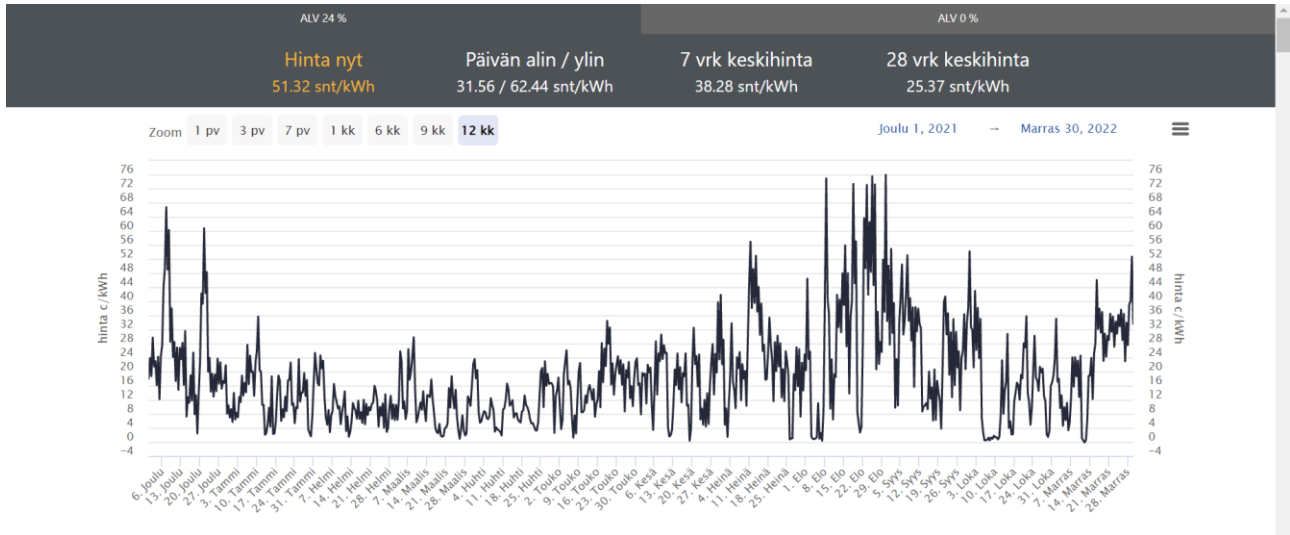
30.11.2022 Osoitteesta <https://sahko.tk/>

Suojala, T. (2001). Porkkanat suojautuvat varastotauteja vastaan. Puutarha ja Kauppa sivut:

47 plus, 14. Haettu 13.10.2022

Vihannesten kasvinterveysopas Luke 2016. HarmaaHOME ja PahkaHOME. Haettu 24.11.2022.

Osoitteesta <https://ipm-opaat.luke.fi/porkkana/kasvitautilien-torjunta>



Liite 1 Energian pörssihinnat 6.12.2021 – 30.11.2022. (Kuva sähkö.tk.fi)