
KUIVURIAUTOMAATIO



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinojen ko

Mustiala, kevät 2015

Lauri Äijälä



Mustiala
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Maatilatalous

Tekijä	Lauri Äijälä	Vuosi 2015
Työn nimi	Kuivuriautomaatio	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla Suomessa tunnetuimpien kuivuri-valmistajien automaatioratkaisuja eräkuivureissa. Työn toimeksiantajana on Rauvan tila.

Lisäksi kerrotaan lämpötilojen mittaus- ja tallennusjärjestelmän suunnittelemisestä ja rakentamisesta Rauvan tilan kuivuriin.

Teoriaosuudessa esitellään maatilaa, kerrotaan yleistä tietoa viljan kuivauksesta ja sen historiasta, kuivausteknologiasta ja esimerkkejä kuivurin eri lämmönlähteistä. Työssä on käytetty materiaalina kuivurivalmistajien esitteitä, suomalaista maatalousalan kirjallisuutta ja julkaisuja.

Tutkimusosiossa on koottuna neljälle kuivurivalmistajalle lähetetyn kyselyn vastaukset. Kysely painottui kuivureiden automaatiojärjestelmiin.

Kyselyn tuloksista selvisi, että nykyisillä automaatiojärjestelmillä pystytään automatisoimaan viljankuivaus hyvinkin pitkälle. Kuitenkin pienellä budjetilla pystytään myös itse rakentamaan työtä helpottava seurantajärjestelmä kuivuriin. Rakentaminen vaatii kuitenkin harrastuneisuutta asiaan.

Avainsanat Viljankuivaamo, automaatio, etävalvonta, etäohjaus

Sivut 21 s. + liitteet 2 s.

Mustiala
Degree Programme in Agriculture and Rural Industries
Agriculture

Author	Lauri Äijälä	Year 2015
Subject of Bachelor's thesis	Automation of grain dryer	

ABSTRACT

The aim of this thesis was to make a comparison between different automation solutions of the grain dryers that are the most well-known in Finland. The commissioner of the thesis is Rauva Farm.

There is also a project to plan and build a measurement and recording system of temperature to the Rauva Farm grain dryer.

In the theoretical section there is an introduction to the farm, general information about grain drying, history, grain dryer technology and examples of heat sources. Information was obtained from Finnish agricultural literature and publications. Also the brochures of the grain dryer manufacturers were very informative.

The research section of the thesis is focused on a survey to four grain dryer manufacturers. The main things in the survey were their different automation solutions. There is also told the implementation of the monitoring system to Rauva Farm.

It's very easy to automate grain dryer with the existing automation solutions. The project showed that at a low budget it is possible to build a monitoring system to facilitate the work. Although it needs some inspiration and interest towards these kinds of solutions.

Keywords Grain dryer, automation, remote surveillance, remote control

Pages 21 p. + appendices 2 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TILAN ESITTELY	2
3	YLEISTÄ VILJANKUIVAUKSESTA.....	2
3.1	Viljankuivauksen historiaa.....	2
3.2	Kuivausteknologia.....	4
3.3	Kuivurin lämmönlähde.....	5
4	AUTOMAATIO	6
4.1	Automaatio maataloudessa.....	6
4.2	Automaatio viljankuivauksessa.....	6
5	KYSELY KUIVURIVALMISTAJIEN OHJAUSJÄRJESTELMISTÄ	8
5.1	Kyselyn tekeminen ja vastaajat.....	8
5.2	Agrosec Automation (Antti-Teollisuus Oy).....	8
5.2.1	Optima	8
5.2.2	Vision	9
5.3	Arska (Arskametalli Oy)	9
5.3.1	Relekeskus	10
5.3.2	Logiikkaohjaus	10
5.4	Tornum	11
5.4.1	Relekaappi	11
5.4.2	Autodoc	12
5.4.3	PC-ohjaus	12
5.5	Mepu.....	13
5.5.1	Releohjauskeskus	13
5.5.2	Logiikkaohjaus	13
6	LÄMPÖTILAN MITTAUS RAUVAN TILAN KUIVURIIN	14
6.1	Tietoa kuivurista.....	14
6.2	Suunnittelu	14
6.3	1-Wire.....	14
6.4	Laitteisto.....	14
6.5	Järjestelmän rakentaminen ja käyttöönotto	16
6.6	Loppupohdintaa.....	17
6.7	Kustannukset	18
7	YHTEENVETO	19
	LÄHTEET	20

Liite 1 Kysely

Liite 2 LogTemp-ohjelman tuottamia grafiikoita

1 JOHDANTO

Toimeksiantajallani Rauvan tilalla on harkinnassa kuivurin automaatiojärjestelmän päivittäminen. Pellot sijaitsevat hajanaisesti ja pisin matka peltolohkole on 30 kilometriä tilakeskuksesta. Tämä asettaa haasteita kuivauksen valvontaan ja ohjaukseen. Toimintaa halutaan tehostaa ja vapauttaa yksi henkilö kuivauksen valvonnasta muihin tehtäviin.

Työssäni vertailen neljän kuivurivalmistajan automaatiojärjestelmiä, keskittyen eräkuivureihin. Teen kuivurivalmistajien edustajille kyselyn, jonka vastaukset analysoin ja vertailen sen perusteella ominaisuuksia.

Työni toisessa osassa tarkoituksena on suunnitella ja rakentaa seurantajärjestelmä Rauvan tilan kuivuriin. Järjestelmällä tarkkaillaan kuivurin lämpötiloja. Sen perusteella nähdään missä vaiheessa kuivaus on ja ilmeneekö häiriöitä. Tarkkailu voidaan suorittaa mobiililaitteella vaikka puimurin hyttistä.

2 TILAN ESITTELY

Rauvan tila sijaitsee Pirkanmaalla, Sastamalassa. Päätuotantosuuntana tilalla on maidontuotanto. Tilan nykyinen isäntä Hannu Äijälä on viljellyt tilaa vuodesta 1993. Maidontuotannon vaatiman nurmiviljelyn lisäksi tilalla harjoitetaan viljanviljelyä. Osa viljasta käytetään lehmien rehuksi ja loput myydään. Viljalajeina on kevät- ja syysvehnää, ohraa ja kauraa. Viljelyssä on vuosittain jonkin verran erikoiskasveja, kuten kevätropsia tai kuminaa. (Äijälä, haastattelu 10.3.2015.)

Tilalla yritetään parantaa satotasoa vuosittain. Osittain tästä syystä myös erikoiskasvit ovat tulleet viljelykiertoon hyvän esikasviarvonsa takia. Muita keinoja satotason parannuksiin ovat olleet tasapainoinen ravinteiden saanti, maaperän kasvukunnosta huolehtiminen ja oikea-aikaiset viljelytoimenpiteet. (Äijälä, haastattelu 10.3.2015.)

Tilalla harjoitetaan jonkin verran koneurakointia. Kasvukauden aikana urakointi keskittyy kasvinsuojeluruiskutustyöhön ja väkilannoitteenlevitykseen, jonkin verran tehdään myös niittourakointia. Talviaikaan lumityöt kuuluvat urakointiohjelmaan. (Äijälä, haastattelu 10.3.2015.)

3 YLEISTÄ VILJANKUIVAUKSESTA

Vesi on sitoutunut viljan jyvään kolmella eri tavalla: kemiallisesti, fysikaalis-kemiallisesti ja fysikaalis-mekaanisesti. Fysikaalis-mekaanisesti sitoutunut vesi on jyvän pinnalla ja kapillaareissa. Tämä vesi on esimerkiksi sadevettä ja se on helppo poistaa. (Hautala, Jokiniemi & Ahokas 2013, 32.)

Suurin osa kosteudesta jota poistetaan, on sitoutunut jyvään fysikaalis-kemiallisesti. Tällainen kosteus kuivuu kahden mekanismin välityksellä, ensin kosteus siirtyy pintaan ja sitten pois jyvän pinnasta. Viljan ja ilman välinen vesipotentiaali ero toimii tässä vaikuttavana ilmiönä. Kosteuspitoisuuden laskiessa viljan kuivuminen hidastuu. Tämän aiheuttaa kosteuden hitaampi siirtyminen pintaan jyvän kuivuessa. (Hautala ym. 2013, 32.)

Viljan kuivauksella varmistetaan viljan säilyminen varastoinnin aikana. Riittävän matala viljan kosteus estää mikrobitoiminnan, joka aiheuttaisi viljan pilaantumisen. Viljan säilymiseen vaikuttaa myös lämpötila. Esimerkiksi jos viljan lämpötila on 10°C ja kosteusprosentti 16, säilyy se pilaantumatta 5-8 kuukautta. Pitkäaikaista varastointia varten vilja tulee kuivata alle 14 % kosteuteen, tämä on myös yleinen kaupparaja. (Ahokas & Jokiniemi n.d., 2-3.)

3.1 Viljankuivauksen historiaa

Suomessa viljanviljely on vaatinut aina paljon työtä ja energiaa pohjoisen sijainnin vuoksi. Ennen viljanviljely oli käsityönä tehtävää, jolloin vilja kerättiin pellolta lyhteiksi ja ne koottiin kuhilaaksi. Aurinko ja tuuli suorittivat kuhilaan alkukuivatuksen. Tämän jälkeen lyhteet loppukuivattiin ri-

hessä parsilla, jossa vilja irrotettiin korsista ja säilytettiin. Erilaisia rihihtyyppisiä oli useita asuinalueesta riippuen. (Törmä 2009, 5-6.)

Puimakoneen tullessa ja riihikuivauksen jäädessä pois, puitu vilja ei ollut riittävän kuivaa säilyäkseen homehtumatta ja itävyyden kärsimättä. Seuraavaksi kehitettiin kuivauslaitteet, jotka toimivat luonnollisella vedolla. (Näri & Mäkelä 1987, 227)

Vilja laitettiin kuivauspattereihin, jotka ripustettiin kuivaushuoneen kattoon. Pattereissa oli vinot säleseivät, joiden ansiosta vilja pysyi niissä, mutta ilma pääsi kulkemaan läpi viljasta. Ulkoilma tuli kiukaan vierestä sisälle ja lämmentyään se kulkeutui patterin sekä viljan läpi. Ilma poistui katon läpi menevän poistokanavan kautta ulos. Viljan kuivuttua se laskettiin pattereiden pohjista lattialle ja säkitettiin. Hyvin kostean viljan kuivuminen saattoi kestää parikin vuorokautta. (Näri & Mäkelä 1987, 227)

1930-luvun lopulla Rosenlewin Porin konepaja kehitti koneellisen Sampo-kuivurin. Tätä voidaan pitää nykyisten kuivureiden esikuvana. Kuivaussii- lo rakennettiin puusta tehdyistä laatikoista, jotka kasattiin päällekkäin. Laatikoiden läpi kulki ristikkäin olevia peltisiä kanavia. Lämmin kuivaus- ilma ja kostea poistoilma kulkivat näissä. Kuivuriin kuului täyttösuppilo, josta lähtevä elevaattori täytti siilon. Siilon tyhjennykseen oli koneellinen purkain, joka siirsi viljan siilon pohjasta säkityselevaattoriin. Säkityse- levaattorista vilja voitiin ohjata uudelleen täyttöelevaattoriin. (Näri & Mäkelä 1987, 228)

Lavakuivurit olivat yleisiä 1950- ja 1960-luvuilla erityisesti pienimmillä tiloilla. Vuonna 1950 tehdyn maataloustiedustelun mukaan maataloilla oli käytössä noin 25000 kaappikuivuria ja 840 koneellista kuivuria. Niihin aikoihin puimurit alkoivat yleistyä pelloilla ja vaatimukset kuivureille kasvoivat toisenlaisiksi kuin aikaisemmin. Siitä alkoi lopullisesti koneellisten kuivureiden kehittyminen nykyiseen muotoonsa. 1980-luvun lopussa jo suurin osa kuivauskapasiteetista muodostui siilotyyppisistä lämminilma-kuivureista. Kuvioon 1. on koottu pääkohtia viljankuivauksen kehityksestä. (Näri & Mäkelä 1987, 228-229)



Kuvio 1. Viljankuivauksen historia. (Törmä 2009, 5-6; Näri & Mäkelä 1987, 226-231.)

3.2 Kuivausteknologia

Kuivauksessa viljan läpi puhalletaan tai imetään ilmaa, johon kosteus siirtyy ja poistuu ulos. Kuivausilman lämmittäminen parantaa sen vedensitomiskykyä ja nopeuttaa kuivausprosessia. Ilman suhteellisen kosteuden ollessa korkea ei kylmäilmakuivauksella myöskään saada viljaa kuivumaan alle 14 prosentin, joka on enimmäiskosteus myyntiviljalle. (Lötjönen & Pentti 2005, 34)

Normaali kuivausilman lämpötila ylipainekuivurissa on 60–70°C. Alipainekuivurissa käytetään usein korkeampaa lämpötilaa, 100–120°C. Kuivausilman lämpötilaan vaikuttaa viljan kosteus sekä käyttötarkoitus. (Ahokas & Jokiniemi n.d., 7-9)

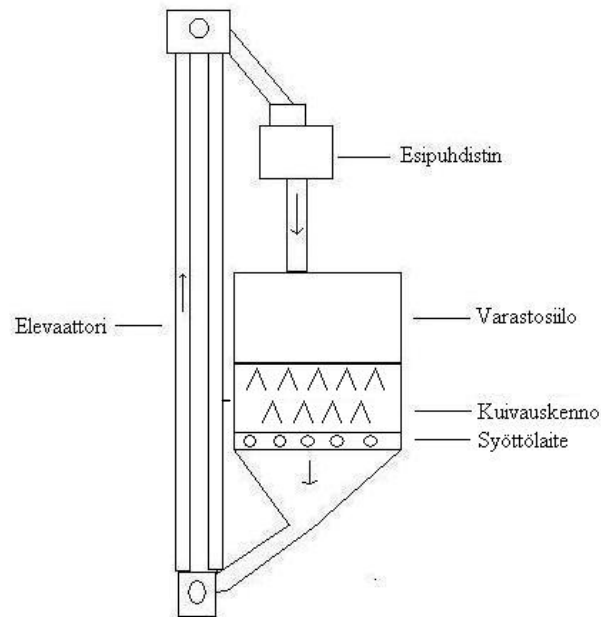
Kostean viljan kuivaaminen korkealla lämmöllä saattaa halkaista jyviä. Tällöin kosteus on poistunut liian nopeasti ja jyvän rakenne rikkoutuu. Liian korkea lämpötila tuhoaa viljasta myös itävyyden. Rehuviljaa voidaan kuivata korkeammalla lämpötilalla kuin siemenviljaa, koska itävyyden tuhoutumisella ei ole merkitystä. (Ahokas & Jokiniemi n.d., 7-9)

Yleisin kuivurityyppi Suomessa on siilomallinen eräkuivuri (Kuva 1.), jossa tietyn kokoista viljaerää kierrätetään elevaattorin avulla. Viljamassa valuu hiljalleen kuivauskennojen läpi, viljan kiertonopeutta säädetään syöttölaitteella. Kuivauskennoissa on peltiprofiilit, eli harjat, joissa ilma kulkee. Kuivaus- ja poistoilmaharjat ovat kennoissa kerroksittain. Kuivausilma kulkee viljan läpi kuivausilmaharjasta poistoilmaharjaan ja sitoo kosteutta mennessään. (Lötjönen & Pentti 2005, 37)

Eleaattori nostaa viljan esipuhdistimen kautta uudelleen kuivurisiilon yläosaan, varastosiilon. Esipuhdistimessa viljasta poistetaan imemällä roskat ja pöly. Erää kierrätetään näin, kunnes viljankosteus on riittävän alhainen. Varsinaisen kuivauksen jälkeen lisälämpö kytketään pois ja viljaerä jäähdytetään kierrättämällä sitä. (Lötjönen & Pentti 2005, 37)

Eräkuivurit jaetaan yli- ja alipainekuivureihin. Ylipainekuivuri on perinteisempi ratkaisu, siinä lämmin ilma puhalletaan viljan läpi. Alipainetekniikalla lämmin ilma imetään uunista ja kuivauskennostosta läpi. (Lötjönen & Pentti 2005, 43)

Alipainekuivurin etuna on pölyttömämpi kuivuri. Kuivausilmapuhallin imee kuivaussiilon ja osittain viljaputkistonkin alipaineiseksi. Tällöin viljanpöly ei leviä kuivuriin vaan se imetään pois rakennuksesta. Teoreettisesti vilja kuivuu alipaineessa paremmin kuin ylipaineessa, mutta ero on marginaalinen. (Lötjönen & Pentti 2005, 43)



Kuva 1. Siilomallinen eräkuivuri (Lötjönen & Pentti 2005, 38.)

Jatkuvatoiminen lämminilmakuivuri soveltuu suurten viljamäärien kuivaukseen. Siinä vilja kulkee vain kerran kuivurin läpi, märällä viljalla toinenkin kuivaus voi olla tarpeen. Kuivaus tapahtuu kuivurin yläosassa ja jäähditys alaosassa. Jatkuvatoimisen kuivurin korkea kuivauskapasiteetti perustuu jatkuvaan kuivaukseen, jolloin eränvaihtoihin ei kulu turhaa aikaa. Jatkuvatoimiset kuivurit ovat Suomessa suhteellisen harvinaisia. (Ahokas & Jokiniemi n.d., 11.)

3.3 Kuivurin lämmönlähde

Lämminilmakuivureiden polttoaineena Suomessa yleisin on kevyt polttoöljy. Öljyllä on hyvä hyötysuhde ja sen polttoon tarvittava tekniikka on suhteellisen halpaa. Öljyn hinnan nousu on kuitenkin lisännyt mielenkiintoa vaihtoehtoihin polttoaineisiin. (Lötjönen & Pentti 2005, 37)

Haketta ja turvetta polttavat laitteet ovat viime vuosina yleistyneet kuivauskäytössä. Niiden yleistymistä on hidastanut toimivuuden ja säädettävyyden ongelmat. Nykyiset järjestelmät ovat kuitenkin jo melkein öljypolttimen tasolla käytettävyydessä. (Lötjönen & Pentti 2005, 37)

Kiinteää polttoainetta käyttävän laitoksen hankintahinta on korkeampi kuin öljylaitteistolla. Laitokselle olisikin hyvä löytää käyttöä myös kuivauskeskuksen ulkopuolella. Hankaluudeksi muodostuu usein suuri teho, joka pitäisi saada kokonaisuudessaan käyttöön, että uunin hyötysuhde pysyisi hyvänä. (Lötjönen & Pentti 2005, 37)

Maakaasun käyttö lämmönlähteenä vaatii hyvän sijainnin, kuivurin pitäisi sijaita lähellä runkolinjaa. Nestekaasu voitaisiin kuljettaa säiliöautolla kuivurin säiliöön. Kaasujen poltossa syntyvät palokaasut ovat niin puhtaita,

että ne voidaan ohjata kuivausilman joukkoon, jolloin hyötysuhde paranee. (Lötjönen & Pentti 2005, 37)

4 AUTOMAATIO

4.1 Automaatio maataloudessa

Automaatiolla tarkoitetaan konetta tai järjestelmää, joka suoriutuu itsenäisesti tietyistä tehtävistä. Automaatio pystyy vapauttamaan työntekijän rutiininomaisista tehtävistä ja antaa aikaa esimerkiksi prosessin valvomiselle. Automaatio usein myös vähentää tai keventää fyysistä työtä. (Järvenpää & Kaila 2014, 8-9.)

Hyvänä esimerkkinä automaatiosta maataloudessa on lypsyrobotti. Robotti kykenee lypsämään lehmiä itsenäisesti sekä myös ruokkimaan niitä. Työntekijältä jää pois fyysinen lypsytyö ja aikaa on esimerkiksi lehmien tarkailuun. Robotti kerää myös erilaisia tunnuslukuja tuotannosta, kuten maidon solulukua sekä lehmän lypsämää maitomäärää ja lypsykertojen mää-
rää. Näiden tietojen avulla toimintaa voidaan seurata ja kehittää. (Manninen 2014, 82-86.)

4.2 Automaatio viljankuivauksessa

Viljankuivauksessa automaation avulla saadaan kuivausprosessi toimimaan itsenäisesti osittain tai kokonaan, tällöin sitä ei tarvitse valvoa koko aikaa fyysisesti kuivurilla. Yksinkertaisimmillaan kuivausautomaatio koostuu poistoilmakanavassa sijaitsevasta lämpötila-anturista tai hygros-
taatista. Hygrostaatti mittaa poistoilman kosteutta. Se lopettaa kuivauksen, eli sammuttaa lämmönlähteen, kun haluttu viljankosteus on saavutettu. (Kysely kuivurivalmistajien ohjausjärjestelmistä. Maaliskuu 2015. Vastaukset.)

Jäähdytyksen ohjauksessa on usein kuluneen ajan perusteella tapahtuva katkaisu. Esimerkiksi tunnin jäähdytyksen jälkeen kuivuri pysähtyy, tai alkaa tyhjentyä. Saatavilla on myös järjestelmiä, jotka lopettavat jäähdytyksen, kun poistoilman lämpötilan lasku hidastuu riittävästi. (Kysely kuivurivalmistajien ohjausjärjestelmistä. Maaliskuu 2015. Vastaukset)

Nykyiset öljypolttimet ovat usein kaksoisliekkipolttimia. Niissä apusuuttimen toimintaa ohjaamalla lämpötila saadaan pysymään säädetyssä. Lisäksi imuaukossa voi olla moottorikäyttöinen kaihdin, joka säättää lämpötilaa ilmamäärää kuristamalla. (Agrosec kuivuriuunin käyttö- ja asennusohje n.d.)

Tämänkaltaista automaatiota lämmönsäätöön käytettiin jo 1930-luvun lopun Sampo-kuivurissa olleessa puu-uunissa. Imuaukossa olleessa luukussa oli sähkömagneetti ja lämminilmaputkessa anturi. Laskeva lämpötila putkessa yhdisti virran magneettiin ja ilmaluukku aukeni, tällöin puut alkoivat palaa tehokkaammin ja lämpötila putkessa nousi. Lämpötilan noustua riit-

tävästi virta katkesi magneetilta ja luukku sulkeutui. Tällä yksinkertaisella automaatiolla pystyttiin lämpötilaa säätämään noin viiden asteen tarkkuudella. (Näri & Mäkelä 1987, 229.)

Kuivureihin on mahdollista saada automatisoitua kuivurisiilon täyttö sekä tyhjennys. Täyttöautomaatiikka ohjaa kaatosuppilon luukkuja. Automaatiikka sulkee luukun, kun kuivurisiilon yläosassa oleva anturi havaitsee kuivurin tulleen täyteen. Tämän jälkeen automaatiikka käynnistää syöttölaitteen ja kuivuriuunin. Kaatosuppilon tullessa tyhjäksi kuivurin täyttö voi automaattisesti jatkua esimerkiksi tuoreviljasiiloista. (Kysely kuivurivalmistajien ohjausjärjestelmistä. Maaliskuu 2015. Vastaukset)

Jäähdytyksen loputtua tyhjennysautomaatiikka kääntää jakajan ohjaamaan viljan oikeaan siiloon. Siiloissa voi olla anturit vahtimassa siilon täyttymistä. Siilon tullessa täyteen, automaatiikka kääntää jakajan seuraavaan tyhjään siiloon. (Kysely kuivurivalmistajien ohjausjärjestelmistä maaliskuu 2015. Vastaukset)

Jatkuvan kuivauskierron mahdollistavaa automaatiikkaa kutsutaan eränvaihtoautomaatiikaksi. Silloin kierto tapahtuu jatkuvasti, kunhan siilotilaa on riittävästi ja viljaa on saatavilla kuivaukseen. (Kysely kuivurivalmistajien ohjausjärjestelmistä. Maaliskuu 2015. Vastaukset)

5 KYSELY KUIVURIVALMISTAJIEN OHJAUSJÄRJESTELMISTÄ

5.1 Kyselyn tekeminen ja vastaajat

Kyselyssä keskityttiin automaation mahdollisuuksiin sekä etävalvonnan ja etäohjauksen käyttöön. Kysely lähetettiin sähköpostitse maaliskuussa 2015 tunnetuimpien Suomessa myytävien kuivurimerkkien valmistajille. (Liite 1)

Kysely lähetettiin neljälle eri toimihenkilölle:

- Teemu Tulkki, Antti-Teollisuus Oy
- Markku Kankare, Arskametalli Oy
- Teemu Jyllikoski, Tornum Ab
- Juho Rastas, Mepu Oy

Kaikilta kyselyyn osallistuneilta saatiin vastaukset ripeästi. Vastauksia pystyi hyödyntämään monipuolisesti ja kysely onnistui kokonaisuudessaan hienosti.

5.2 Agrosec Automation (Antti-Teollisuus Oy)

Antti-Teollisuudella on valikoimassaan kaksi vaihtoehtoa ohjausjärjestelmäksi. Kosketusnäytöllinen perusmalli on nimeltään Optima ja se riittää useimpien viljelijöiden tarpeisiin. Lisää ominaisuuksia haluttaessa valinta on Vision. Ohjausjärjestelmät pystytään pääsääntöisesti asentamaan vanhoihin kuivureihin, mutta useimmat tapaukset vaativat koko ohjauskeskuksen vaihdon.

5.2.1 Optima

Optima-ohjauskeskuksen vakiovarusteisiin kuuluu muun muassa kuivausautomaatiikka, syöttölaitteen portaaton nopeussäätö taajuusmuuttajan avulla, kestoajkojen tallennus kymmenelle edelliselle kuivauserälle sekä pehmökäynnistys elevaattoreille ja kuljettimille. Lisävarusteita on saatavilla kattavasti, niistä mainittakoon GSM-yhteys, kuivurivaaka kahdella tai neljällä anturilla, karamoottorikäyttöiset pohjakaukalot ja kuormitusmittaus elevaattorille. Saatavana on lisäksi erilaisia sulkijoita ja jakajia, joita voidaan ohjata keskuksesta.

Kuivausta ohjataan poistolämpötilan mukaan. Lämpötilan noustessa asetettuun arvoon kuivaus loppuu ja automaatiikka aloittaa jäähdytyksen. Jäähdytyksen kesto aika säädetään etukäteen kellolla.

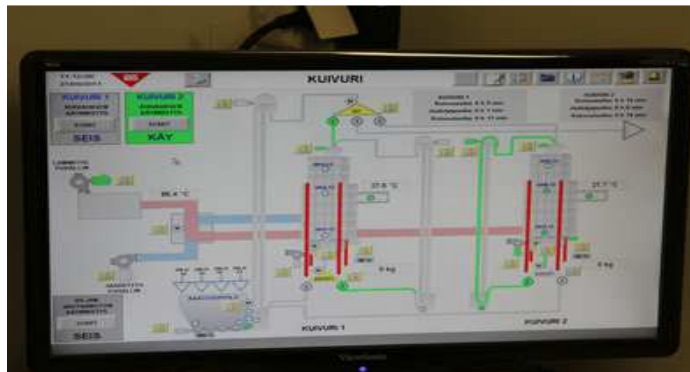
Täyttö- ja tyhjennysautomaatiikat ovat saatavilla lisävarusteena. Nämä mahdollistavat myös automaattisen kuivauksen eränvaihtoiseen kahdelle erälle. Täyttöautomaatiikka vaatii moottorikäyttöisen kaatosuppilon luukun tai täyttökuljettimen. Tyhjennysautomaatiikka edellyttää kuivurin varus-

teeksi moottorikäyttöistä jakajaa. Viljansiirrot pystytään myös automaatioon.

Kuivauksen etävalvonta on mahdollista lisävarusteena saatavan GSM-yhteyden avulla. Se kertoo tekstiviestein mahdollisista häiriöistä, hälytyksistä ja kuivauksen vaiheista. GSM-yhteydellä ei voida ohjata kuivuria.

5.2.2 Vision

Vision on kehittyneempi malli ohjausjärjestelmästä. Se ohjelmoidaan aina yksilöllisesti asiakkaan toiveiden mukaan. Vision tallentaa tiedot kaikista vastaanotetuista viljaeristä. Sen avulla varastokirjanpito pysyy myös automaattisesti ajan tasalla. Ohjaus tapahtuu kuivurille sijoitetusta tietokoneesta, jossa on valvontaohjelmisto. Kuvassa 2 näkyy ohjelmisto, jossa ohjataan kahta kuivuria.



Kuva 2. Valvomo-ohjelmiston näyttö (Antti-Teollisuus Oy n.d.)

Kuivauksen ja jäähtytyksen ohjaus tapahtuu vastaavasti kuin Optimassa. Lisäksi sen vakiovarusteena on täydellinen eränvaihtoautomaatiikka. Tuoreviljasiilojen automaattinen täyttäminen kuivauksen aikana kaatosuppilosta on myös mahdollista. Seuraavaan kuivauserään viljaa otetaan logiikan ohjaamana automaattisesti niistä.

Etävalvonta ja -ohjaus tapahtuvat ottamalla yhteys kuivurilla sijaitsevaan tietokoneeseen. Tämä tehdään Internetin kautta ja onnistuu lähes millä tahansa päätelaitteella. Kuivurilla pitää olla myös Internet-yhteys. Kaikkia toimintoja voidaan käyttää etänä.

5.3 Arska (Arskametalli Oy)

Arskalta löytyy kuivureihin kaksi ohjausvaihtoehtoa, perinteinen relekeskus ja logiikkaohjaus. Kummassakin ohjauksessa on kattava vakiovarustus, esimerkiksi kuivurin syöttölaitteen ohjaukseen on taajuusmuuttaja vakiona. Tämän avulla saadaan hallittua syöttönopeutta helposti ja portaattomasti. Kuivurin tyhjennys onnistuu myös hallitusti taajuusmuuttajan avulla.

5.3.1 Relekeskus

Perinteisen mallinen relekeskus on Arskan perusvaihtoehto ohjauskeskukseksi. Relekeskus pystyy automaattisesti hoitamaan kuivurin täytön, kuivauksen ja jäähdytyksen. Kuivurin tyhjennys tehdään manuaalisesti. Relekeskuksen varustus on hyvä jo vakiona, siihen kuuluu esimerkiksi tähtikolmiokäynnistys kuivuriuunin puhaltimelle, pehmokäynnistys ja digitaalinen ampeerimittari elevaattorille sekä uudelleenikäynnistysautomaatiikka, joka jatkaa kuivausta sähkökatkon jälkeen. Lisävarusteena keskukseen on saatavilla esimerkiksi vaakapaketit koneistossa olevan viljan painoa mittaamaan sekä moottoroitu jakaja, jolloin jakajan ohjaus käy kätevästi keskuksesta.

Kuivauksen lopetusta ohjataan yleisimmin poistoilman lämpötilan mukaan. Mahdollisuutena on asentaa poistoilmakanavaan hygrostaatti, jolloin mitataan poistoilman kosteutta ja kuivaus lopetetaan sen perusteella. Jäähdytyksen kesto säädetään valitsemalla riittävä aika kellosta.

Peruskeskuksen etävalvonta perustuu GSM-hälyttimeen, joka lähettää viestejä puhelimeen häiriöiden aiheuttamista hälytyksistä ja lisäksi erän valmistumisesta. Mahdollisia hälytyksiä voi tulla esimerkiksi poltinhäiriöstä, elevaattorin tai syöttölaitteen pysähtymisestä, sekä jonkin lämpöreleen laukeamisesta. Viesti erän valmistumisesta voidaan valita lähetettäväksi joko jäähdytyksen alkaessa, tai loppuessa. GSM-hälyttimellä ei pystytä ohjaamaan kuivuria etänä.

5.3.2 Logiikkaohjaus

Peruskeskuksen automaattisten toimintojen loppuessa kesken, seuraava vaihtoehto on logiikkaohjaus. Logiikkaohjauksella automaation tason rajana on käytännössä vain mielikuvitus. Ohjaus räätälöidään aina asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Logiikkaohjaus mahdollistaa esimerkiksi pidemmät automaatioketjut kuin peruskeskus ja viljaa pystytään kuivaamaan periaatteessa niin kauan kuin sitä kuivurilla riittää.

Kuivurin täyttö voi tapahtua automaattisesti kaatosuppilosta, tuoreviljasiiiloista tai molemmista. Esimerkiksi, jos kaatosuppilo tyhjenee ja kuivuri on vajaa, lisää viljaa saadaan automaattisesti tuoreviljasiiiloista. Kuivauksen ohjausmenetelmät ovat poistoilman lämpötilan ja kosteuden tarkkailu sekä vaaka. Näitä voidaan käyttää yksitellen tai yhdistelmänä.

Jäähdytystä ohjataan pelkällä kellolla tai sitten seurataan poistoilman lämpötilan laskunopeutta. Jäähdytys lopetetaan, kun jäähtymisnopeus hidastuu riittävästi. Esimerkiksi kun lämpötilan muutos on enää alle celsius-aste viidentoista minuutin aikana. Kuivauksen loputtua automatiikka tyhjentää kuivurin ennalta määritettyyn siiloon. Tyhjennyssiiloja voi olla valittuna useita, joten yhden tullessa täyteen, tyhjennys jatkuu seuraavaksi valittuun. Tyhjennyksen loputtua alkaa kuivurin täyttö automatiikan ohjaamana.

Kuivaamon viljansiirrot pystytään myös automatisoimaan. Voidaan muodostaa jopa erilaisia kuljetinketjuja. Esimerkiksi kuljetin A syöttää viljaa elevaattorille ja elevaattori taas syöttää kuljetinta B, joka kuljettaa viljan siiloon tai vaikka ulkona lastattavaan kuorma-autoon.

Etävalvonnan ja –käytön mahdollisuudet logiikkaohjauksessa ovat miltei loputtomat. Kaikkia kuivurin toimintoja pystytään valvomaan ja käyttämään etänä. Kuivurivalmistaja kuitenkin suosittelee, että varsinainen käyttö suoritettaisiin paikan päällä kuivaamolla. Etätoiminnot suoritetaan Internetin välityksellä, joten kuivaamoon vaaditaan Internet-yhteys. Käyttöliittymänä logiikkaohjauksessa käytetään kosketusnäyttöä tai PC-tietokonetta.

Kummatkin Arskan ohjauskeskukset pystytään asentamaan vanhaan kuivuriin. Koneisto itsessään ei useinkaan vaadi muutoksia, mutta vaihtoon voi mennä termostaatteja/hygrostaatti, tai muita ohjaukseen liittyviä osia.

5.4 Tornum

Tornum tarjoaa kahta erityyppistä ohjausjärjestelmää. Vaihtoehdot ovat perinteinen Relekaappi ja PLC-ohjaus. PLC-ohjauksesta on kaksi käyttövaihtoehtoa: Autodoc-käyttöpäätte tai käyttöpäätteen korvaava PC-ohjaus. Ohjaukset voidaan asentaa vanhaan kuivuriin. Tornum ei kuitenkaan takaa täydellistä yhteensopivuutta, jos kuivurikaappi ja uuni ovat muun valmistajan tuotteita. Pelkän ohjauskeskuksen rakentaminen vanhaan järjestelmään voi tulla kalliiksi.

5.4.1 Relekaappi

Relekaappi on yksinkertaisin ja halvin vaihtoehto kuivurin ohjaukseen. Relekaapista on kolme eri varustetasoa. Yksinkertaisimmalla tasolla jakajat ovat käsikäyttöisiä. Seuraavassa tasossa jakajien asennot nähdään kaapin valodiodeista. Kolmas taso sisältää jakajien sähköisen ohjauksen, jolloin niitä käytetään relekaapista. Relekaappi on helppo käyttää, koska sillä ei ohjata yksittäisiä moottoreita, vaan eri toimintoja. Toiminto voi olla vaikka kuivurin täyttö tai kuivaaminen.

Kuivauksen ja jäähtymisen ohjaukseen on vakiona aikaohjaus. Tämän lisäksi vaihtoehtona on lämpötila- tai vaakaohjaus. Lämpötilaohjaus on yleisesti käytössä. Vaakaohjauksella saadaan tarkempi kuivauksen ohjaus, mutta sen hinta on kalliimpi.

Relekaapin ominaisuuksiin kuuluu tyhjennys- sekä täyttöautomaatiikka. Kaapista voidaan valita yksinkertaisesti napista toiminnoksi kuivurin täyttö. Tämän jälkeen ohjauskeskus hoitaa täytön automaattisesti vaikka kuljetusketjuun kuuluisikin kuljettimia ja elevaattoreita. Ketju voi olla pitkä, mutta automaatiikka käynnistää ketjun oikeassa järjestyksessä, sekä huolehtii sammutuksessa tarvittavista viiveistä. Näin laitteisto ei mene käynnistyksessä tukkoon ja tulee sammuttaessa tyhjäksi.

Etävalvonta on mahdollista GSM-yhteyden kautta. GSM-hälytys hälyttää vakiona yhdestä asiasta, mutta siihen on mahdollista ohjelmoida suurimmillaan kahdeksan eri hälytystä. Hälytys voi sisältää viestin esimerkiksi häiriöstä (poltin, viljansiirrot, lämpötilanmuutokset) tai kuivurin tilasta (kuivaus, jäähtytys, valmis). Hälytys voidaan ohjelmoida lähes mistä tahansa kuivausprosessiin liittyvästä asiasta. Hälytysviesti voidaan lähettää useampaankin numeroon.

5.4.2 Autodoc



Kuva 3. Autodoc-käyttöpäätte (Tornum Ab n.d.)

Autodoc sisältää samat ominaisuudet kuivauksen ja jäähtytyksen ohjaukseen kuin Relekaappikin. Järjestelmää ohjataan kuivurilla olevan käyttöpäätteen kautta (Kuva 3.) Aikaohjaus on vakiona ja muina vaihtoehtoina on lämpötila- tai vaakaohjaus. Täyttö-, tyhjennys- ja eränvaihtoautomaatiikka kuuluvat varustukseen. Automaattiset viljansiirrot ovat myös mahdollisia. Autodoc-ohjaus mahdollistaa tietyn viljamäärän siirron automaattisesti lastaussiiloon. Tähän vaaditaan vaakaelementeillä varustettu siilo. Vilja-auton täyttö on tämän ansiosta helppoa, koska saadaan punnittua tarkka määrä etukäteen.

Autodoc-ohjauksella voidaan asettaa kaksi yksikköä, esimerkiksi siiloa, jonoon. Jos siilo tyhjenee kuivurin täytön aikana, jatkuu täyttö toisesta siilosta. Tämä toimii myös tyhjennyksessä, siilon tullessa täyteen vilja ohjataan toiseen siiloon. Etävalvontaan Autodoc tarjoaa GSM-yhteyden avulla samat mahdollisuudet kuin Relekaappikin. Etäohjaus ei ole mahdollista.

5.4.3 PC-ohjaus

PC-ohjauksessa Autodoc-käyttöpäätte on korvattu PC-tietokoneella. Tietokoneessa on Tornumin ohjelmisto, jonka avulla kuivuria ohjataan ja valvotaan. Ominaisuudet ovat hieman kattavammat kuin käyttöpäätteessä, erityisesti etävalvonnassa sekä –ohjauksessa.

PC-ohjaus sisältää samat automaattikatoiminnot kuin Autodoc-ohjauskin. Täyttö- ja tyhjennysjonoon voidaan kuitenkin asettaa neljä yksikköä, Autodoc mahdollistaa vain kaksi.

Etävalvonta ja –ohjaus onnistuvat ottamalla yhteys kuivurilla sijaitsevaan tietokoneeseen, tähän vaaditaan Internet-yhteys molempiin koneisiin. Ko-

nessa, jolla otetaan yhteys kuivurille, pitää olla myös ohjelmisto asennettuna. Yhteyden voi ottaa yksi tietokone kerrallaan.

PC-ohjaus mahdollistaa käytännössä kaikkien kuivurin toimintojen ohjaamisen etänä. Esimerkiksi tietyn viljamäärän ottaminen valmiiksi siiloon vilja-autoa varten onnistuu kotoa käsin, käymättä kuivurilla. Luonnollisesti myös kuivauksen, sekä esimerkiksi jakajien ohjaus onnistuu.

5.5 Mepu

Mepu tarjoaa kahta vaihtoehtoa kuivurin ohjaukseen. Valittavana on perinteinen releohjauskeskus ja logiikkaohjattu keskus. Mepun automaatiojärjestelmät pystytään asentamaan myös vanhoihin kuivaamoihin. Suurimpana ongelmana yleensä ovat poltinlaitteistot, jotka eivät ole yhteensopivia automatiikan kanssa sellaisenaan, vaan niitä joudutaan uusimaan. Anturoinnit eivät myöskään usein toimi uuden automaatiojärjestelmän kanssa. Syöttölaiteratkaisut ovat erilaisia eri valmistajilla ja niihin joudutaan erityisesti perehtymään uusittaessa kuivaamon automaatiojärjestelmää.

5.5.1 Releohjauskeskus

Releohjauskeskus on Mepun perusvaihtoehto kuivurin ohjaukseen. Siihen sisältyy kuivausautomaatiikka, joka ohjaa kuivauksen lopetusta poistoilman lämpötilan perusteella. Jäähdytyksen ohjaus tapahtuu kellolaitteella.

5.5.2 Logiikkaohjaus

Lisää automatiikkaa halutessaan on valinta logiikkaohjattu versio. Logiikkaohjauksella varustetussa kuivurissa kuivauksen ohjaukseen käytetään lämpötila- ja aikaohjauksen yhdistelmää. Kuivauksen ja jäähdytyksen ohjaus perustuu lämpötilaan, mutta järjestelmään voidaan asettaa myös aikarajat. Aikarajat katkaisevat kuivauksen tai jäähdytyksen, vaikka lämpötilaohjaus sitä ei olisi vielä tehnyt. Kuivauksen ohjaukseen on saatavilla reaaliaikaisesti viljan kosteutta mittaava ratkaisu.

Logiikkaohjaus sisältää eränvaihtoautomaatiikan. Eränvaihtoautomaatiikka voi vaihtaa erää jatkuvasti, tai siihen voidaan ohjelmoida tietty määrä erää jonka se suorittaa. Lisäksi on tuoreviljasiiloautomaatiikka, joka täyttää kuivuria tarpeen mukaan tuoreviljasiiloista, kun kaatosuppilo tyhjenee. Logiikkaohjaus mahdollistaa myös automatisoidut viljansiirrot ja niiden suorittaminen onnistuu kuivauksenkin aikana, mikäli kuivaamolaitteisto mahdollistaa tämän.

Etävalvonta toimii Internetin avulla. Internet-yhteys kuivurille voidaan järjestää mobiiliyhteydellä 3G tai 4G-verkosta sekä myös langallisella yhteydellä. Kuivaamon näyttö siirtyy etäyhteyden avulla etäkäyttökohteeseen, joten kuivaamon kaikkia sähköisiä toimintoja pystytään käyttämään kuin oltaisiin kuivaamolla läsnä.

6 LÄMPÖTILAN MITTAUS RAUVAN TILAN KUIVURIIN

6.1 Tietoa kuivurista

Kuivuri on rakennettu vuonna 1968 ja sen koneisto on Sampsä-merkkinen. Kuivuriuuni on Antti-Teollisuuden valmistama ja sen vuosimalli on 2010. Kuivurin toimintaa ohjaa perinteinen relekeskus. Kuivauksen lopettamisen hoitaa poistoilmakanavassa sijaitseva termostaatti, jäähdytykselle on kello-ohjaus. Uunin lämpötilaa säätää lämminilmakanavassa oleva LTM-termostaatti, joka ohjaa öljypolttimen 2-tehoa. (Äijälä, haastattelu 10.3.2015.)

6.2 Suunnittelu

Tarkoituksena oli toteuttaa edullinen lämpötilan mittaus- ja tallennusjärjestelmä. Tätä voisi tarkkailla tietokoneella, kännykällä tai muulla mobiililaitteella, jolla pääsee Internetiin. Tutkin Internetistä foorumeja ja päädyin lampopumput.info-foorumille, joka keskittyy erilaisiin lämpöpumppuihin. Keskusteluissa oli esimerkkejä miten lämpöpumppujen lämpötiloja oli mitattu ja tallennettu 1-Wire-väyläteknikalla.

Ensimmäiseksi aloin miettiä mitä lämpötiloja kuivurista olisi hyvä mitata. Päädyin yksinkertaisuuden vuoksi mittaamaan vain kuivuriin tulevan ja sieltä poistuvan ilman lämpötilaa. Näistä tiedoista näkee jo melko hyvin missä vaiheessa kuivaus on ja toimiiko kaikki hyvin.

6.3 1-Wire

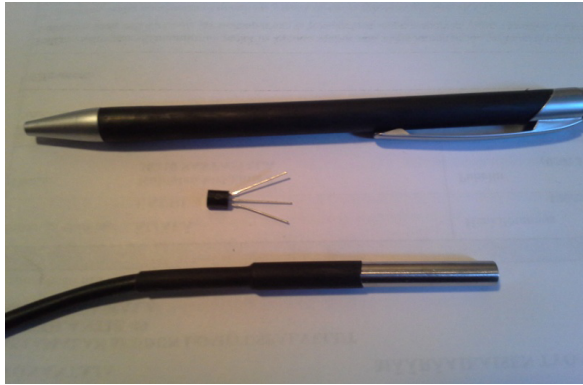
1-Wire on Dallas Semiconductorin kehittämä protokolla tiedonsiirtoon. 1-Wire tulee toimeen kahdella johtimella, toinen on maadoitus ja toisessa kulkee data. Liikenne kulkee väylässä kahteen suuntaan, tietokone lähettää signaalin laitteelle ja laite vastaa takaisin. Laite saa käyttöjännitteensä signaalin mukana, eli se käyttää loisvirtaa. Tätä kytkentää kutsutaan parasitiitiksi. Jos väylään liitetään satoja laitteita tai johtovedot ovat pitkiä, on tarpeen järjestää väylään erillinen virransyöttö. (Linke 2008.)

Jokaisella väylään liitettävällä laitteella on yksilöllinen 64-bittinen ID-tunniste, josta tietokone tunnistaa laitteet. Tämän ansiosta väylän rakentaminen on helppoa, kaikki laitteet voidaan kytkeä samaan johtoon ja tietokone tunnistaa ne silti. Väylän jännitealue on 2,8–5,25 voltia. Väylä kytketään tietokoneeseen adapterin avulla, yleensä USB- tai sarjaporttiliitintään. (Linke 2008.)

6.4 Laitteisto

Lämpötila-antureiksi valitsin Maxim Integratedin valmistamat DS18B20-anturit, koska ne sopivat hyvin yhteen 1-Wire-verkon kanssa. Anturin mit-

tausalue on -55°C - $+125^{\circ}\text{C}$, joten se soveltuu hyvin tähän mittaustarkoitukseen. Anturin tarkkuus on $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ lämpötila-alueella -10°C - $+85^{\circ}\text{C}$, tämä lämpötila-alue riittää kuivauslämmönkin mittaamiseen. Anturit ovat pienikokoisia, joten niiden vaatima tilantarve ei ole ongelma. Kuva 4. havainnollistaa anturin pientä kokoa. Anturit ostin Medisafety.fi- verkko-kaupasta, yhden anturin hinta oli 7 euroa. (Maxim Integrated 2008.)



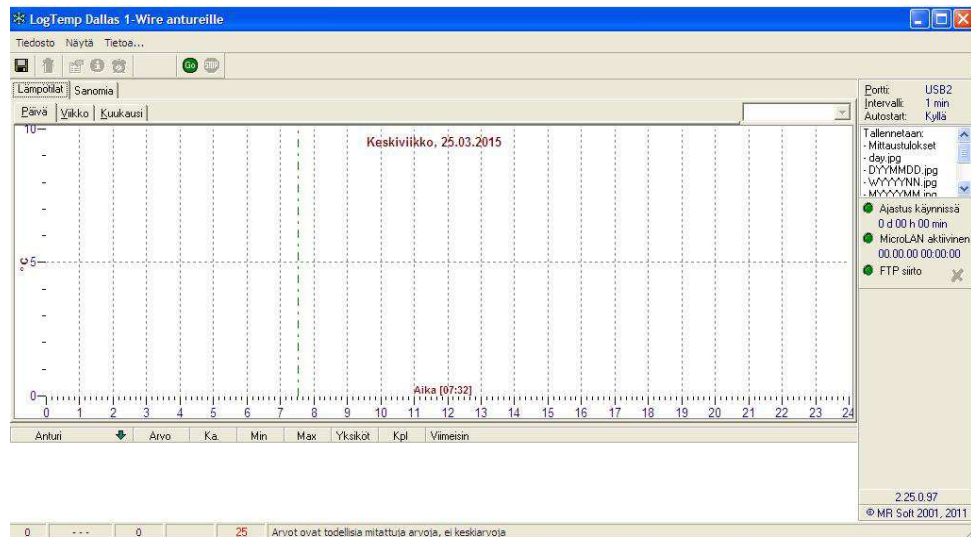
Kuva 4. Ylimmäisenä on kuulakärkikynä mittasuhteena, keskellä anturi, alhaalla kotoiloitu anturi. (Äijälä 2014.)

Järjestelmän johdotukseen hankin CAT6-luokan kierrettyä parikaapelia edullisen hinnan ja häiriösuojauksen takia. Liittiminä käytin RJ-45-liittimiä, jotka ovat yleisiä verkkokaapeleissa. Ostin liittimet ja 40 metriä kaapelia paikallisesta sähköliikkeestä, metrihinnaksi tuli noin yksi euro.

Johdon ja tietokoneen väliin tarvitaan 1-Wire-adapteri, joka muuntaa tietokoneen USB- tai sarjaliitännän jännitteen 1-Wire-verkolle sopivaksi. Adapterin voi rakentaa itsekin: se sisältää kaksi zener- ja schottky-diodia, sekä vastuksen. Hankin kuitenkin valmiin DS9490R-adapterin, koska siinä on RJ-liitin, johon on helppo kytkeä 1-Wire-verkko. Adapterin hankin Medisafety.fi-verkkokaupasta, adapterin hinta oli 42 euroa. (1-Wire-tekniikka)

Tietokoneena käytin vanhaa kannettavaa tietokonetta, jossa on Windows XP käyttöjärjestelmänä. Se riittää hyvin tähän tarkoitukseen, koska ohjelma ei vaadi paljoakaan tehoa. Vähimmäisvaatimuksena on USB- tai sarjaporttiliitäntä.

Tietokoneella pitää olla ohjelma, joka osaa tulkita 1-Wire-verkon lähettämiä tietoja ja muuntaa ne oikeiksi lämpötiloiksi. Foorumisuositteluiden perusteella päädyin LogTemp-nimiseen ohjelmaan. LogTemp on ilmainen, suomalaisen pienyrityksen kehittämä ohjelma. LogTemp on suunniteltu toimimaan Windows-ympäristössä (Kuva 5.). Arvot esitetään numeerisesti ja graafisesti. Ohjelma pystyy lähettämään arvot kotisivupalvelimelle tai MySQL-tietokantaan. Lämpötiloille voi asettaa raja-arvoja, joiden ylitymisestä tai alittumisesta ohjelma lähettää sähköpostiin hälytysviestin. (LogTemp-valvontaohjelma N.d.)



Kuva 5. LogTemp-ohjelman alkunäyttö (Äijälä 2014.)

6.5 Järjestelmän rakentaminen ja käyttöönotto

Ensimmäiseksi juotin antureihin johdot kiinni. Tämän jälkeen koteloin anturit vesitiiviiksi. Laitoin anturin ruostumattomasta teräksestä valmistettuun putkeen ja täytin putken liimamassalla. Johdon ja putken päälle tuli kutistesukka. Sitten sijoitin anturit paikalleen kuivuriin. Lämpökanaavaan tulevan anturin laitoin aivan kuivurin puoleiseen kanavan päähän. Tällöin anturi mittaa sitä ilman lämpötilaa mikä oikeasti menee kuivuriin, eikä mittaustulokseen vaikuta kanavan lämpövuodot. Poistoilma-anturin asensin poistokanavaan, kuivauksen lopettamista ohjaavan anturin viereen. Johdotuksen antureilta tietokoneelle tein CAT6-kaapelilla. Tietokoneen sijoitin uunihuoneeseen, johdotusmatkaa tuli yhteensä noin kymmenen metriä.

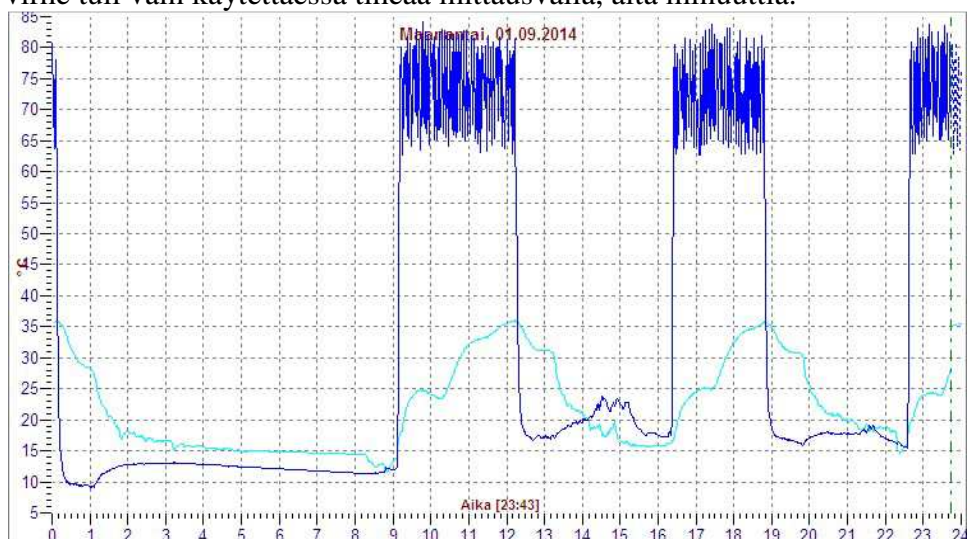
LogTemp-ohjelma tarvitsee internet-yhteyden pystyäkseen lähettämään lämpötilatiedot kotisivulle. Langattoman lähiverkon sain kantamaan lähentä ja vastaanotinta hieman siirtämällä. Perustin kotisivun ilmaiselle internet-palvelimelle, johon LogTemp lähettää tiedot. Seuraava toimenpide on laittaa johto adapterin välityksellä tietokoneeseen ja sitten asetukset LogTemp-ohjelmasta kuntoon.

LogTemp-ohjelmassa asetin anturien mittausväliksi yhden minuutin. Listasta valitsin oikean adapterityypin ja anturimallin. Lisäksi tulee tietää oikea USB-portti, jossa adapteri on.

Asetuksista valitaan kansio, johon ohjelma tallentaa grafiikan. Samalla valitaan tallennustiheys ja tallentuvatko tulokset päivä-, kuukausi- ja vuositasolla. Asetuksiin syötetään haluttaessa sähköpostipalvelin, jonne hälytykset lähetetään.

Asetuksien ollessa kunnossa aloitetaan mittaus. Aloitussivun Sanomivälilehdelle tulevat näkyviin mahdolliset virheilmoitukset. Ainoat ilmoi-

tukset joita käytössä tuli, olivat anturin lukemisen epäonnistuminen. Tämä virhe tuli vain käytettäessä tiheää mittausväliä, alta minuuttia.



Kuva 6. LogTemp-ohjelman lämpötilakäyrä 1.9.2014 (Äijälä 2014.)

Kuvassa 5. tummemman sininen käyrä on kuivausilman lämpötila ja vaaleampi poistoilman lämpötila. Kuvasta pystyy näkemään helposti lämpötilat ajan funktiona. Kuivausprosessin eteneminen näkyy poistoilman lämpötilan nousuna. Kuivaus loppuu ja jähdytys alkaa, kun molemmat käyrät lähtevät laskuun.

Taulukko 1. LogTemp-ohjelman tuottama taulukko arvoista (Äijälä 2014)

Lämpötilamittaukset					
Anturi	Arvo	Min (H24)	Max (H24)	Min	Max
Poistoilma	21.4	12.1	37.2	11.3	37.8
Tuloilma	18.5	11.5	82.1	9.2	84.4
Mitattu:	12.09.14 15:27:24				
Arvot °C					

LogTemp tuottaa taulukon (Taulukko 1.) jonka liitin myös kotisivulle. Siitä löytyvät sen hetkinen lämpötila-arvo sekä minimi- ja maksimi-arvot viimeisen vuorokauden ja koko mittaussektion ajalta.

6.6 Loppupohdintaa

Kuivauslämpötilan säätö oli helppoa verrattuna vanhaan viisarikäyttöiseen mittariin. Lämpötilan suuren vaihtelun kuivauksen aikana havaitsi heti käyrässä. Poltinhäiriön näki kuivausilman lämpötilakäyrän laskusta ja siihen osasi puuttua välittömästi.

Ongelmia aiheutti lähinnä ajoittain pätkivä langaton lähiverkko. Ongelma johtui yksinkertaisesti siitä, että oltiin verkon kantaman rajoilla. Tällöin

ohjelma ei pystynyt lähettämään tietoa Internet-palvelimelle, mutta tallensi tietoa kiintolevyille. Tieto lähti kuitenkin palvelimelle heti kun yhteys palasi. Ongelma aiotaan ratkaista kiinteällä Internet-yhteydellä kuivurille.

Ohjelman tallentamat päivä-, viikko- ja kuukausigrafiikat ovat hyvä lisä kuivauskirjanpitoon. (Liite 2.) Niistä voidaan jälkikäteen tarkkailla kuivurin toimintaa. Esimerkiksi rahtikuivauksessa kuivausajat saadaan selville laskutusta varten. Yhteiskuivurilla kaikilla on vapaa pääsy seuraamaan kuivauksen edistymistä.

Järjestelmän laajentaminen on jo suunnitteilla. Tarkoituksena on asentaa kuivauskennoon anturit mittaamaan viljan lämpötilaa. Näiden ansiosta voidaan säätää kuivauslämpötilaa siemenviljalla mahdollisimman korkeaksi, itävyyden kuitenkin heikentymättä.

Mahdollisuus olisi asentaa viljasiiloihin anturit mittaamaan talven aikaista lämpötilaa. Mahdollisen pilaantumisen näkisi heti näiden avulla. Tämän tarpeellisuus on vielä harkinnassa, koska pilaantumisongelmaa ei ole ollut.

6.7 Kustannukset

Yhteiskustannuksiksi järjestelmän tarvikkeille tuli noin sata euroa

- Adapteri, 42 euroa
- Anturit 2 kappaletta, yhteensä 14 euroa
- Johto ja liittimet, 40 euroa
- Muut tarvikkeet, (kutistesukka, tina, ym.) n. 6 euroa

Lisää kustannuksia tulee vaihtelevasti, jos seuraavia tarpeita ei ole valmiina. Pelkän tietokoneen hankinta riittää, jos aiotaan katsella tuloksia vain kuivurilla.

- Tietokoneen hankinta, 0-500 euroa
- Internet-yhteys kuivurille tai 1-Wire-verkon kaapelointi taloon 100-1000 euroa

7 YHTEENVETO

Kyselyn tulokset osoittavat, että nykyisten kuivureiden automatiikat ovat pitkälle vietyjä. Täyttö-, tyhjennys- ja eränvaihtoautomatiikoilla kuivurin toiminta voidaan automatisoida lähes täysin. Kuivuri toimii itsenäisesti, kunhan kuivattavaa viljaa vain on riittävästi.

Etävalvonnan avulla mahdollinen häiriö saadaan heti tietoon. Kiireisenä kuivaussesonkina ei ole aikaa turhaan seisottaa kuivuria. Etäohjauksella pystytään mahdollisuuksien mukaan käyttämään kuivuria ilman käyntiä paikan päällä.

Automatiikoiden asennus vanhoihin kuivureihin on myös mahdollista. Muutoksia joudutaan kuitenkin tekemään, mutta työn tehostumiseen asenuksella voi olla suurikin vaikutus.

Kuivurin seurantajärjestelmän toiminta sujui yli odotusten, kun ottaa huomioon pienet investointikustannukset. Uusille mittauskohteille vain mielikuvitus asettaa rajoja, järjestelmän laajentaminen on helppoa.

Oman työn osuus rakentamisessa on suuri. Vaatii myös kiinnostusta aiheeseen ryhtyä itse rakentamaan järjestelmää. Yksinkertaisen järjestelmän antamat laajat mahdollisuudet kuitenkin palkitsevat.

LÄHTEET

Agrosec kuivuriuunin käyttö- ja asennusohje. Antti-Teollisuus Oy. n.d. Viitattu 28.4.2015

http://www.anti-teollisuus.fi/uploads/materiaalipankki/vilja/Kaytto-%20ja%20asennusohjeet/Varaosauunit_408020/Antti_kuivuriuunit_ylipainuunit_fi_01_2005.pdf

Agrosec Optima esite. Antti-Teollisuus Oy. n.d. Viitattu 27.4.2015

http://www.anti-teollisuus.fi/uploads/materiaalipankki/vilja/ESITE/optima_esite4_NETTI.pdf

Ahokas, J. & Jokiniemi, T. Viljankuivaus. n.d. Viitattu 15.3.2015

http://www.energia-akatemia.fi/attachments/article/74/Viljankuivaus_netti.pdf

Hautala, M., Jokiniemi, T. & Ahokas, J. 2013. Maatilakuivurit. Viitattu 15.3.2015

<http://www.energia-akatemia.fi/attachments/article/59/Maatilakuivurit.pdf>

Järvenpää, M. & Kaila, E. 2014. Työajan säästö ja työn luonteen muutokset. Teoksessa Järvenpää, M., Savela, P. & Harmoinen, T. (toim.) Teknologian hyödyntäminen maatilalla. Tieto tuottamaan 140. ProAgria Keskusten Liitto. Porvoo: Bookwell Oy, 8-9.

Kuva Autodoc-käyttöpäätteestä. Tornum Ab. n.d.

Kuva valvomo-ohjelmiston näytöstä. Antti-Teollisuus Oy. n.d.

Kysely kuivurivalmistajien ohjausjärjestelmistä. Maaliskuu 2015. Vastaukset.

Linke, B. 2008. Overview of 1-wire Technology and Its Use. Viitattu 20.3.2015

<http://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/1796>

LogTemp-valvontaohjelma. n.d. Viitattu 24.3.2015.

<http://www.mrsoft.fi/ohj01.htm>

Lötjönen, T. & Pentti, S. 2005. Kuivausteknologia. Teoksessa Palva, R., Kirkkari, A-M., Teräväinen, H. (toim.) Viljasadon käsittely ja käyttö. Tieto tuottamaan 108. ProAgria Maaseutukeskusten Liitto. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy, 34-51.

Manninen, E. 2014. Lypsyautomaatio. Teoksessa Järvenpää, M., Savela, P. & Harmoinen, T. (toim.) Teknologian hyödyntäminen maatilalla. Tieto tuottamaan 140. ProAgria Keskusten Liitto. Porvoo: Bookwell Oy, 82-97.

Maxim Integrated 2008. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. Viitattu 21.3.2015

<http://pdfserv.maximintegrated.com/en/ds/2812.pdf>

Näri, O. & Mäkelä, O. 1987. Viljanvarastointi. Teoksessa Näri, O. (toim.) Koneellistuva maataloutemme. Valtion Maatalousteknologian Tutkimuslaitos. Vaasa: Vaasa Oy. 225-233.

Törmä, J. 2009. Viljankuivauksen historia. Teoksessa Viljan kuivaus kotimaisella polttoaineella –opas. Sastamala: Vammaspaino, 5-6.

Äijälä, H. 2015. Haastattelu 10.3.2015.

1-Wire-tekniikka. n.d. Viitattu 24.3.2015.

<http://www.nic.fi/~skarna/etusivu.html>.

KYSELY

- 1.) Millä kuivausta ja jäähtytystä ohjataan (anturit, vaaka, kello)?
- 2.) Onko mahdollisuus täyttöautomaatiikkaan ja tyhjennysautomaatiikkaan. Entä eränvaihtoautomaatiikka, automatisoidut viljansiirrot?
- 3.) Onko etävalvonta/-ohjaus mahdollista? Millä tavalla toimii ja onko monen käyttäjän mahdollisuus käyttää (GSM, Internet)? Mitä pystytään valvomaan/ohjaamaan?
- 4.) Voidaanko järjestelmää asentaa vanhaan kuivuriin, mitä osia tulee useimmiten vaihtaa?
- 5.) Muuta lisätietoa mitä haluatte kertoa.

LogTemp-ohjelman tuottamia grafiikoita

