



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

SEOSREHURUOKINNAN AUTOMATISOINTI LYPSYKARJATILALLE

TEKIJÄ: Aleksi Kaarakainen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Aleksi Kaarakainen			
Työn nimi Seosrehuruokinnan automatisointi lypsykarjatilalle			
Päiväys	02.12.2020	Sivumäärä/Liitteet	43/3
Ohjaaja(t) Heli Wahlroos, Miika Kahelin			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Hakoniemen maitotila			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Nykyaikainen maitotila on monelta osin automatisoitu, ja toistuvia raskaita töitä tarvitsee itse tehdä yhä vähemmän. Lähes kaikki fyysisimmät työt on koneellistettu, ja työaika kuluukin eläimien tarkkailussa sekä kunnossapitotöissä. Automatisoinnin taustalla on yleensä tehostamisen tarve eläinmäärän kasvaessa. Nykyisessä tiukassa taloustilanteessa tehostaminen on ajankohtaista, kun ylimäärisiä kuluja ryhdytään karsimaan.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja tehdä seosrehuruokinnan automatisointi lypsykarjatilalle. Työ oli kehittämistyö Hakoniemen maitotilalle, jolla oli tarve seosrehuruokinnan automatisoinnille työajan vähentämiseksi. Tilalla seosrehuruokinta toteutettiin kiinteällä seosrehuvaunulla, joka lastattiin traktorilla. Useamman keran päivässä toistettava työ olisi mahdollista suorittaa automaattisesti ja samalla saada varmasti tasalaatuista seosrehua, kun kaikki vaiheet olisivat samanlaisia. Tilalla täyttöpöydät olivat käyttämättöminä, ja niihin piti tehdä muutostöitä ennen käyttöönottoa.</p> <p>Keväällä 2020 tehtiin suunnitelma täyttöpöytien muutostöistä ja pohjapiirustuksista, joiden perusteella täyttöpöydät sai asennettua paikoilleen. Suunnitelma esiteltiin työsuunnitelmaseminaarissa huhtikuussa, minkä jälkeen suunnitelmat toteutettiin. Työvaiheisiin kuuluivat toisen täyttöpöydän muuttaminen paalirehulle sopivaksi ja molempien pöytien tukijalkojen jatkaminen sekä silputulle rehulle tulleen poikkimaton kunnostus ja sen kiinnikkeiden uudelleen teko. Työ aloitettiin huhtikuun lopussa ja saatiin valmiiksi toukokuun alkupuolella. Kaikkiaan työhön kului 104 tuntia ja 15 työpäivää.</p> <p>Täyttöpöytien ansiosta työaika saatiin vähennettyä. Työajan realistisuudesta sai selkeän kuvan, kun työajoista pidettiin kirjaa aina kuukauden jaksoissa ennen ja jälkeen projektin. Tavoitteeseen päästiin, kun työajan säästö vuosittain oli 6028 € ja työtunteja säästetään 627 h, työn budjetti hieman ylittyi, mutta takaisinmaksuaika ei vennynt säästetyn työajan perusteella kahta vuotta pidemmäksi. Kun tuottoja verrattiin kustannuksiin, eli kunnossapitoon, vakuutuksiin ja lisääntyneeseen sähkön kulutukseen, tuottoja kertyi vuosittain 13 356 €. Projektin lopputuloksena Hakoniemen tila sai toimintaan osittain automatisoidun seosrehuruokinta järjestelmän. Lisäksi työssä laskettiin kannattavuus täysin automaattisesta järjestelmästä, jonka perusteella päästäisiin 8252 € työajansäästöön vuosittain, kun seosrehua tarvitsisi tehdä vain vuoropäivinä.</p>			
Avainsanat seosrehuruokinta, automatisointi, työaika			

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and rural Industries			
Author(s) Aleksi Kaarakainen			
Title of Thesis Mixed feed automation for dairy farm			
Date	02.12.2020	Pages/Appendices	41/3
Supervisor(s) Heli Wahlroos, Miika Kahelin			
Client Organisation /Partners Hakoniemen maitotila			
<p>Abstract</p> <p>The modern dairy farm is in many ways automated, and less and less repetitive heavy work needs to be done by yourself. Almost all of the most physical work is mechanized, and working time is spent by observe animals and maintenance work. Automation is usually driven by the need to increase efficiency as the number of animals increases.</p> <p>The thesis purpose was to plan and make partly automatic mixed feeding system for Hakoniemi dairy farm. Farm had plan to reduce working hours by using automation to feed cows. Before the project, stationary feed wagon was loaded with a tractor. It could be possible to perform the work repeated several times a day with automation and at the same time be sure to obtain the same quality compound feed. In the spring of 2020, I made a plan and drawings for the refurbishment of the filling tables witch farm had by itself, but they have not been used by many years. The work steps included adapting the second filling table to fit use by bale feeding, extending the outriggers of both tables, retreading the shredded feed, and rebuilding its brackets. I started work at the end of April and completed it in early May. In total, the work took 104 hours and 15 working days.</p> <p>With filling desks, working hours were reduced. The working time was obtained when working hours were recorded in monthly periods before and after the project. The target was reached when the annual savings in working time were 6028€ and 627 working hours were saved. Work budget was slightly exceeded, but the payback period was not extended by more than two years. When revenues were compared to costs, maintenance, insurance and increased electricity consumption, revenues amounted to 13 356€ per year. As a result of the project, the Hakoniemi farm received a partially automated compound feeding system. In addition, the profitability of the work was calculated from a fully automatic system, which would save 8 252€ in working time per year when compound feed would only need to be done on every second day.</p>			
Keywords feeding devices, automation, working hours			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	SEOSREHURUOKINTA.....	6
3	TOIMEKSIANTAJA	11
4	SEOSREHURUOKINNAN KEHITTÄMISSUUNNITELMA	13
4.1	Eettisyys ja luotettavuus.....	13
4.2	Lähtötilanne	14
4.3	Projektin kuvaus	16
4.4	Täyttöpöytien muutostyö.....	18
5	RUOKINNAN AUTOMATISOINNIN TOTEUTUS	20
5.1	Työturvallisuus	20
5.2	Paalipöytä	21
5.3	Silppurirehun täyttöpöytä	23
5.4	Poikkimatto	26
5.5	Sähköt ja ohjelman päivitys	29
6	RUOKINNAN AUTOMATISOINNIN LOPPUTULOS.....	32
6.1	Arvioidut ja toteutuneet kustannukset	32
6.2	Kokemukset.....	32
6.3	Työajan säästö	33
6.4	Projektin kannattavuus.....	34
7	POHDINTA	36
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	39
	LIITE 1: TYÖPÄIVÄKIRJA.....	41
	LIITE 2: TYÖAIKAKIRJANPITO	42
	LIITE 3: SÄHKÖNKULUTUS	43

1 JOHDANTO

Nykyaikainen maitotila on monelta osin automatisoitu ja toistuvia raskaita töitä tarvitsee itse tehdä yhä vähemmän. Lähes kaikki fyysisimmät työt on koneellistettu ja työaika kuluukin käytännössä eläimien tarkkailussa sekä kunnossapitotöissä. Automatisoinnin taustalla on yleensä työn tehostamisen tarve samalla kun eläinmäärä kasvaa. Esimerkiksi noin 70 lehmän automaattilypsytila pystytään hoitamaan kahden työntekijän voimin, mutta vastaavan kokoisella lypsyasematilalla tarvitaan kolmas työntekijä kohtuullisen vuosittaisen työmäärän saavuttamiseksi. (Aho 2019, 5.)

Opinnäytetyön aihe on seosrehuruokinnan automatisointi lypsykarjatilalle. Toimeksiantaja on Hakoniemen maitotila, jolla seosrehuruokinta toteutuu kiinteällä apevaunulla, joka lastataan traktorilla. Useamman kerran päivässä toistettava työ olisi mahdollista suorittaa täysin koneellisesti ja samalla saadaan varmasti tasalaatuista seosrehua, kun kaikki vaiheet ovat samanlaisia. Nykyään apeseokset valmistetaan manuaalisesti ja päivässä menee useita tunteja niiden valmistamiseen. Työt on organisoitu kuitenkin sen verran hyvin, että rutiinityöt saadaan hoidettua kahden hengen voimin, mutta työpäivä on silloin pitkä. Ylimääräisille töille ei ole sijaa, joten tilalla täytyy palkata yhtä työntekijää tekemään apetta. Toistuvan työn automatisointi olisi järkevää, kun olosuhteet toteuttamiseen ovat täydelliset ja aikaa voidaan käyttää tuottavampaan työhön.

Aihe sopii minulle, koska olen kiinnostunut tekniikasta sekä niiden kannattavuudesta. Aihe valikoitui itselle sopivaksi pidemmän kaavan kautta, kun pohdin mikä olisi oikeasti kiinnostavaa. Pitkään tilalla työskennelleenä olen pohtinut seosrehuruokinnan eri vaihtoehtoja, mutta konkreettisia laskelmia tai piirroksia en ole toteuttanut. Työn tavoitteena on saada toimiva automaattinen aperuokinta kustannustehokkaalla ratkaisulla ja mahdollisuuksien mukaan käyttää olemassa olevaa laitteistoa sekä ohjelmistoa.

Työ on kehittämistyö maitotilalle, jolla on tarve aperuokinnan automatisoinnille. Nykyisellä laitteistolla se voisi olla mahdollista, mutta se ei ole toiminut vuosiin. Tarkoituksena on asentaa olemassa olevat täyttöpöydät kiinteän apevaunun yhteyteen ja saada nämä toimimaan nykyisellä ohjelmistolla. Lopputuloksena on automaattinen apejärjestelmä, johon tarvitsee lisätä vain komponentteja kahden päivän välein. Ennen varsinaisen työn toteuttamista lasken taloudellisen kannattavuuden työaikakirjanpidon ja kustannusarvion perusteella. Työllä saadaan konkreettista tietoa laitteiston kannattavuudesta ja työn aikana saadaan nykyinen laitteisto toimimaan automaattisesti.

2 SEOSREHURUOKINTA

Ruokinta on yksi tilan haastavimmista töistä, jonka onnistunut toteuttaminen vaatii tarkkaa seurantaa ja oikeita toimenpiteitä niitä vaadittaessa. Ruokintamenetelmän valinta on suuri osa toimivan tilan kokonaisuutta, joka vaikuttaa moneen osa alueeseen koneistukseen, tekniikkaan, rehuvalikoimaan, työn määrään ja ruokinnan suunnitteluun.

Ruokinnalla vaikutetaan monitahoisesti moneen osa alueeseen, lehmien tuotokseen, terveyteen ja kestävyys. Toimivalla ruokinnalla edistetään eläinterveyttä ja hyvinvointia. Onnistuessaan työ määrä vähenee ja maitotuotos paranee. Ruokinnan optimointi tulee avainasemaan, kun lähdetään hakemaan tilalta täysiä tuottoja. Sopivilla säilörehulaaduilla ja säilönnän onnistuminen on avain onnistuneeseen ruokintaan. Ruokinnan täytyykin olla jokaisella lehmällä johdonmukainen ja tuotokseen sopiva. Tämä on ainoa keino, kun lähdetään hakemaan parhainta mahdollista rehun hyötysuhdetta. (Kyntäjä, Nokka ja Harmoinen 2010.)

Seosrehuruokinnalla mahdollistetaan eri laatuisten rehukomponenttien yhdistäminen yhdeksi massaksi. Seosrehuruokinnassa väkirehut ja säilörehu ovat sekoitettuna keskenään. Hyvän seosrehun perustana on hyvin säilynyt ja D-arvoltaan sopiva säilörehu. Säilörehuun sekoitetaan vilja, kivennäiset, vitamiinit ja hivenaineet. Lisäksi voidaan käyttää teollisuuden sivutuotteita. Hyvälaatuisilla komponenteilla ja tarkkoilla seosruutiineilla saadaan terveet lehmät ja tasainen tuotos (Lantmännen 2019). Seosrehuruokinta on myös lehmän terveyden kannalta hyvä, koska lehmän on saatava väkirehun lisäksi myös karkearehua. Näin saadaan vähennettyä pötsin Ph:n vaihtelua ja varmistetaan että kovassa herumisvaiheessa oleva lehmä syö väkirehun lisäksi myös säilörehua (Kyntäjä 2010, 47).

Tilakoon ja lehmien tuotoksen kasvaessa on lypsy- ja lihakarjatiloihin käsiteltävät rehumäärät entistä suurempia. Rehun maittavuus sekä lehmien kyky käyttää rehu maidoksi ja lihaksi on tärkeä osa toimivan tilan taloutta. Seosrehuruokinnassa eri säilörehulaadut sekoitetaan tasakoosteiseksi seokseksi. Oikeilla raaka-aineilla rehun pH on tasainen, jolloin vältytään erillisuokinnan lailla väkirehuannoksen jälkeiseltä pötsimikrobien vastaiselta happohyökkäykseltä. (DeLaval 2007, 2.)

Seos voidaan valmistaa seosrehuvaunulla, kiinteillä sekoituslaitteistoilla tai seosrehurobotilla. Seosruokintalaitteistojen avulla isojen rehumäärien siirtäminen sujuu koneellisesti ja kohtuullisen toimintavarmasti. Ihmistyön tarve on suhteellisen pieni. Seosruokinta on siksi usein laajentavien, suurten tilojen valinta. (Farmit 2019.)

Seosrehuruokinnan avulla pyritään alentamaan rehukustannuksia, yksinkertaistamaan ja helpottamaan ruokintatyötä sekä vähentämään ruokintaan menevää aikaa. (Toivonen 2010, 7.) Päätös siirtä seosrehuruokintaan perustuukin pääasiassa työn helpottumiseen ja rehukustannusten alentumiseen esimerkiksi elintarviketeollisuuden sivutuotteella, jota on helposti saatavilla. Auto-maattisen seosrehuruokinnan taloudellisesta kannattavuudesta on melko vähän tutkimustietoa, etenkin suoma-

laisessa tilakokoluokassa (Aho 2019, 6). Seosrehuruokinnan automatisointi on yksi vaihtoehto vähentää tilan työmäärää ja ruokinnan muuttuvia kustannuksia. Nykyisessä tiukassa taloustilanteessa on tärkeää hallita kustannuksia.

2.1 Seosrehuruokinnan vaihtoehdot

Seosrehuruokinnan toteuttamiseen on kaksi tapaa TMR- ja PMR-seosrehuruokinta. Toteutustapa riippuu tilan lähtötilanteesta sekä tavoitteista, mitä ruokinnalla haetaan. TMR (*total mixed ration*) tarkoittaa täysapetta, jossa väki- ja karkearehu sekoitetaan keskenään. Täysaperuokinnassa komponentteja ei voi säätää eläinkohtaisesti. Tarkemman ruokinnan saa, kun eläinryhmät sijoitellaan siten, että eläimet saavat tuotosvaiheen mukaan muokattua seosrehua (Farmit 2019). Suuremmilla tiloilla tämä on yleisesti käytetty ruokintamuoto, kun eläimiä saadaan ryhmiteltyä. PMR (*partial mixed ration*) eli täydennetyssä seosrehuruokinnassa säilörehuun lisätään vain osa väkirehuista, joita käytetään ruokinnassa. Täydennykseksi lehmä saa väkirehun yksilökohtaisesti väkirehukioskilta, robotilta tai lypsyasemalta. Väkirehun määrä säädellään tuotoksen mukaan. (Farmit 2019.)

2.1.1 TMR – Seosrehuruokinta

TMR – seosrehuruokinta eli varsinainen seosrehuruokinta. Pääperiaate on, että kaikki rehut, joita ruokinnassa käytetään, sekoitetaan keskenään. Suurimman hyödyn taloudellisesti seosrehuruokinnassa saa TMR-seosrehuruokinnalla. Kallis seosrehuinvestointi saadaan täysin koko karjan käyttöön, verraten PMR-seosrehuun, jossa joudutaan lisäksi ylläpitämään väkirehukioskeja. TMR-seosrehuruokinta on seosrehuruokinnan vaihtoehdoista helpoin, jos karja aines on tasaisista. Seokset laaditaan yleisesti kolmelle tuotosluokalle: matala- ja keskituottoiset, korkeatuottoiset ja ummessa olevat. (Aho 2019.)

1. Korkeatuottoisilla on yksi väkevä seos.
2. Matalatuottoiset ja nuorkarja saavat seosta, jossa on matala energiasisältö ja kalsiumia enemmän.
3. Ummessa olevat saavat tästä vieläkin laimeampaa seosrehua.

2.1.2 PMR – Seosrehuruokinta

PMR-seosrehuruokinta (*partial mixed ration*) tarkoittaa ruokintaa, jossa karkearehun joukkoon lisätään vain osa väkirehuista. Ruokintamuoto on kalliimpi, mutta sillä saadaan myös taloudellisia etuja. Mikäli karja-aines on epätasaista, väkirehuokintaa saadaan säädettyä eläimien mukaan sopivaksi, jolloin vältetään ruokinnallisilta häiriöiltä ja sairauksilta. PMR-seosrehu suunnitellaan useimmiten karjan keskituotostason mukaan. (Ikävalko 2016.) Väkirehut annostellaan yksilöllisesti lypsyrobotilta, asemalta tai ruokintakioskilta. Haittapuolena tässä ruokintamuodossa nähdään, että ruokinta vaatii tarkkuutta ja perehtyneisyyttä onnistuakseen. Tällä tavoin voi myös epäonnistua, jos yksilöllinen ruokinta menee joiltain lehmillä pieleen.

PMR-ruokinta on yleisintä lypsyrobottipihatoissa, joissa on seosrehuruokinta ja houkutusrehu saatava lypsyrobotilta. Tämä tuo oman haasteen seosrehujen valmistuksen suhteen kuin myös houkutusrehun maittavuuden. Houkutusrehun on oltava hyvä, että lehmät käyvät tarpeeksi useasti lypsillä. Samalla seosrehun on oltava energiatasoisilleen sopivaa. Jos seosrehu sattuu jostain syystä olemaan maittavampaa kuin houkutusrehu, lehmien käyntikerrat robotilla kärsivät mikä näkyy suoraan maitotuotoksessa. Seosrehun optimaalisen maittavuuden ylläpitämiseksi rehukomponenttien analyysit pitää olla ajan tasalla. Kuiva aineen vaihtelu altistaa myös seosrehun väkevyyden heittelylle, appeen tekijän on oltava tarkkana rehun kuiva aineen suhteen ja osata reagoida oikein, mikäli erässä sattuu olemaan normaalia kuivempaa/märempää rehua tulossa syöttöön. (Ikäläinen ja Kettunen 2016.)

2.2 Laitteisto seosrehun valmistukseen

Seosrehun sekoitukseen on käytössä monenlaista teknologiaa ja automaatiota. Ruokintaa voidaan tehdä traktorin perään kytkettävällä mallilla, kuin on myös laitteita, jotka kulkee automaattisesti kiskoja myöten. Suomessa apevaunutyyppit rajoittuvat kahteen yleisimmin käytettyyn malliin, vaakaruuviseen- ja pystyruuviseen apevaunuun. Kolmantena on vielä harvinaisempi laparuuvisekoitin, joita on muutama käytössä Suomessa. Seosrehuvaunuja on markkinoilla monen mallisia, mutta selvästi niistä myydyin on pystyruuviapevaunu (Anttila 2020).

Seosrehun valmistukseen kuuluu olennaisesti kolme työvaihetta: rehujen annostelu sekoittimelle, sekoitus ja seoksen jakaminen ruokintapöydälle. Seosrehun jakoon voidaan käyttää useaa menetelmää, riippuen siitä millainen navetan rakenne on (onko leveä vai kapea ruokintapöytä) ja kuinka paljon haluaa käyttää automatiikkaa rehun jaossa. Seosrehun sekoitukseen voidaan käyttää esimerkiksi traktorin perään kytkettävää hinattavaa apevaunua, omilla renkailla kulkevaa seosrehurobottia, kiskoilla kulkevaa seosrehuvaunua tai kiinteää sekoitinta (Hartikainen 2012).

2.2.1 Vaakaruuvi

Vaakaruuvin toimintaperiaate on sekoittaa rehua sekaisin vaunun pituussuunnassa kahdella asennetulla ruuvilla. Ruuvit työntävät rehua vaunun etu- ja takaosasta keskelle, jolloin rehu joko nousee tai kaatuu takaisin ja lähtee kulkemaan taas ruuvia myöten. Suurin eroavaisuus muihin kilpaileviin malleihin on, ettei lastauspaikalla ole merkitystä ja rehu sekoittuu lastauspaikasta riippumatta samanlaisesti. Silpun lyhenemistä auttavat ruuvien reunoihin kiinnitetyt terät, joiden ansiosta kaikenlaisten rehujen sekoittaminen on mahdollista. (Puumala 2007.)



KUVA 1. Vaakaruuviapevaunu (Turun Konekeskus 2020).

2.2.2 Pystyruuvi

Suomen myydyin apevaunumalli on pystyruuviapevaunu. Monipuolisuutensa ansiosta se on ollut suosittu viljelijöiden keskuudessa. Parhaat ominaisuudet tulevat esille suurilla rehumääriä sekoittellessa huomaten kuinka nopeasti erilaatuiset komponentit sekoittuvat.

Toimintaperiaate perustuu yhteen, kahteen tai jopa kolmeen pystyssä olevaan kartionmalliseen ruuviin. Pyöriessään ruuvi nostaa alhaalla olevaa rehumassaa ylöspäin, joka saa aikaan pyörivän liikkeen vaunun sisällä. Vaunun kartionmallisiin ruuveihin kiinnitetään teriä kiinni, jotka pilkkovat heinäkorren lyhyeksi. Sekoitusta voidaan tehostaa käyttämällä vastateriä tarvittaessa. Kaikki pystyruuviapevaunut eivät ole täysin samanlaisia ja kaikilla on omia pieniä yksityiskohtia, joilla voidaan parantaa lopputulosta, mutta kaikkien toimintaperiaate on sama. (Turtiainen 2011.)



KUVA 2. Kaksiruuvinen pystyruuviseosrehuvaunu (Turun Konekeskus 2020).

2.2.3 Lapasekoitin

Lapasekoitin vaunu on apevaunumalleista vähiten käytetty malli. Toimintaperiaate perustuu lähestulkoon samanlailla kuin vaakaruuviseossa apevaunussa. Vaakasuunnassa vaunun keskellä on yksi sekoitin akseli, johon on kiinnitetty sekoitin lapoja. Pyöriessään tämä sekoittaa rehumassaa, mutta ei pilko sitä niin kuin vaakaruuvi vaunu tekee.

Lapasekoitin on hellävaraisempi säilörehulle. Laitteen periaate on, että rehu silputaan valmiiksi lastauksen yhteydessä täyttökelalla. Monesti tällaiset vaunut ovat itse ajettavia, joissa on syöttölaitteisto, joka pilkkoo rehua jo valmiiksi täyttö vaiheessa. Lapasekoittimeen saadaan myös palautusruuvi, joka pilkkoo pitkän korren lyhyeksi. Se sijaitsee vaunun etuosassa sieltä se palauttaa rehua vaunun takaosaan. (Knuutila 2004.)



KUVA 3. Laparuuvisekoitin (Koivisto 2015).

3 TOIMEKSIANTAJA

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Hakoniemen maitotila. Tila sijaitsee Pohjois-Savossa, vahvalla maidontuotanto alueella. Nykyisellä yrittäjä pariskunnalla tila on ollut omistuksessa vuodesta 1996. Lehmiä oli silloin 24 parsinavetassa, josta hyvin äkkiä sukupolvenvaihdon jälkeen lähdettiin laajentamaan lisäämällä parsipaikkoja. Parsinavetta laajennettiin 50 paikkaiseksi vuonna 2000, jolla lypsettiin vuoteen 2010. Sinä vuonna tehtiin uusi laajennus ja rakennettiin automaattilypsypihatto kahdelle robotille kolmannen varauksella (kuva 1). Kolmas lypsyroboti otettiin käyttöön vuonna 2013. Samoihin aikoihin vanha parsinavetta remontoitiin nuorelle karjalle sopivaksi.



KUVA 4. Hakoniemen maitotilan ilmakuva.

Tilalla on lypsäviä 180 ja nuorta karjaa 110. Pihatossa on lypsävät, umpilehmät ja siemennysikäiset hiehot. Vanha parsinavetta muokattiin vasikkakasvattamoksi 0-13 kk:n ikäisille. Lehmät lypsetään kolmella lypsyrobotilla ja lehmillä on ohjattu kierto. Lehmät ruokitaan täysappeella ja laitteistona toimii kiinteä apevaunu sekä matoruokkija. Seosrehuruokinta on ainoastaan uudella navetalla ja nuorkarja (0–13 kuukautta) vasikkalassa saavat karkearehun ja väkirehut erikseen. Tilalla työskentelee vakituisesti yrittäjä pariskunta ja yksi työntekijä käy osa aikaisena avustamassa. Kesäisin kone-toimissa työskentelee kaksi työntekijää lisäksi.

Peltoa on viljelyksessä yhteensä 300 hehtaaria, joista 120 hehtaaria on omaa, 100 hehtaaria vuokrattua ja 80 hehtaaria sopimus alaa. Peltolohkot sijaitsevat vaihtelevalla etäisyydellä tilakeskuksesta. Suurin osa pelloista on keskimäärin 7 km:n etäisyydellä tilakeskuksesta. Kauimmaisat lohkot ovat 30 kilometrin päässä.

Peltoviljelyssä on suurimmaksi osaksi säilörehua ja osaksi viljaa. Säilörehua on 120 hehtaaria, viljaa vuosittain 80 hehtaaria ja kuiva heinä alaa 80 hehtaaria. Kotoisia rehuja on omiksi tarpeiksi asti, joten ostoviljaa ei käytetä ollenkaan. Viljaa viljellään seoskasvustona, jolloin saadaan täysi satopotentiaali (ohra 45 %, kaura 45 % ja vehnä 10 %). Vilja jatko käsitellään litistemyllillä tuubeihin.

Säilörehun korjuu ketjuja tilalla on kaksi, tarkkuussilppuri yhdistelmä ja pyöröpaalaaja. Silppurilla korjataan pääasiassa kaikki lypsävien säilörehut, kun taas pyöröpaalaajalla tehdään hiehojen ja umpilehmien karkearehut. Lypsävien säilörehusta osa korjataan myös paalaajalla, kun osa lohkoista on kaukana tilakeskuksesta, ettei niitä ole järkevää tehdä silppurilla. Tulevaisuudessa lypsylehmien karkearehut on tarkoitus tehdä kokonaan tarkkuussilputtuna.

4 SEOSREHURUOKINNAN KEHITTÄMISSUUNNITELMA

Seosrehuruokinnan automatisointi on toteutettavissa monella tapaa ja automaatio on vahvasti teke-mässä tuloa seosrehun valmistukseen. Seosrehuruokinnan automatisointi on yleisintä automaattilyp-sytiloilla. Automaation avulla seosrehun jakaminen on helppoa ja valmistukseen kuluvan ajan voi käyttää muualla. Täysin koneellisesti valmistuva seosrehu vähentää virheen riskiä, automaattinen vaaka varmistaa tarkan annostelun. Oikean annostelun myötä vältetään tuotannon vaihteluilta, kun ruokinta pysyy tasaisena, kun ruokinta tapahtuu useasti päivässä. Ihanneoloissa lehmä syö 12 ate-riaa päivän aikana. Syödessään se ei valikoi rehujaan, joka korostuu suoraan suhteessa maitotuotok-seen. Hyvää maitotuotosta tavoitellessa lehmällä on oltava mahdollisuus syödä monta ateriaa päi-vässä rauhassa ja päästävä ruokintapaikkaan helposti. (Hulsen ja Aerden 2014, 14.)

Työ on kehitystyö lypsykarjatilalle, jolla on tarve aperuokinnan automatisoinnille. Nykyisellä laitteis-tolla on siihen mahdollisuus, mutta se ei ole toiminut vuosiin. Tarkoituksena on asentaa olemassa olevat karkearehun varastointiin tarkoitetut täyttöpöydät kiinteän apevaunun yhteyteen ja saada nämä toimimaan nykyisellä ohjelmistolla. Lopputuloksena on automaattinen apejärjestelmä, johon tarvitsee lisätä vain komponentteja kahden päivän välein. Ennen asentamista lasken työlle taloudelli-sen kannattavuuden.

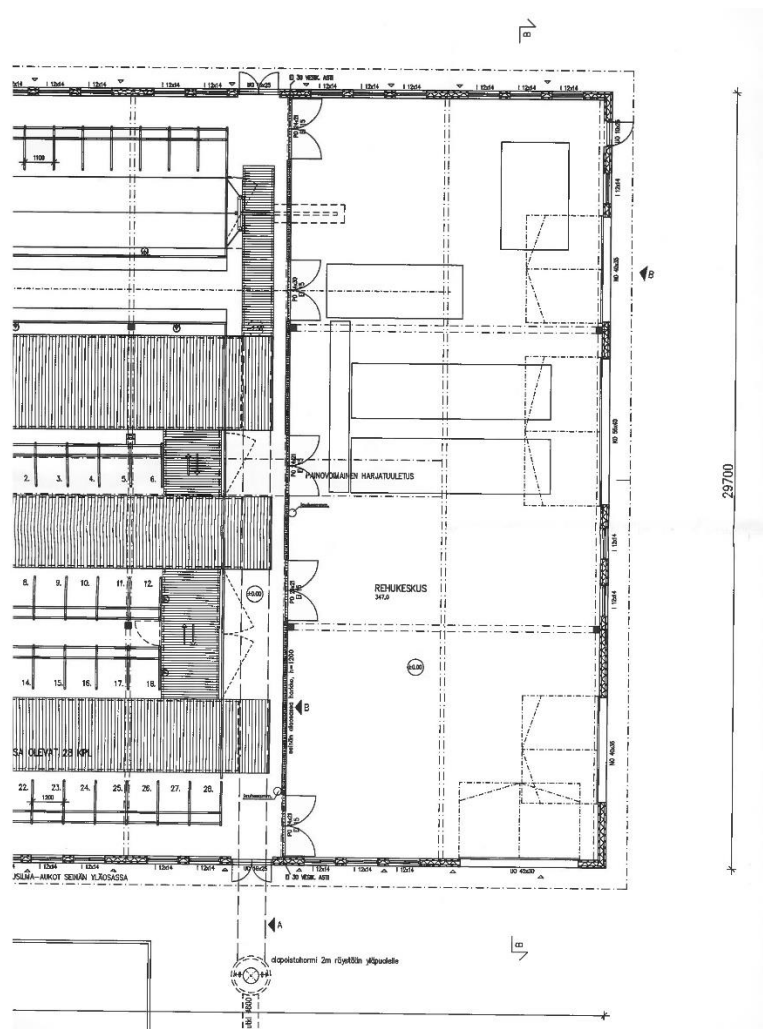
4.1 Eettisyys ja luotettavuus

Eettisyys ja luotettavuus ovat ensisijaisen tärkeää hyvän sekä laadukkaan opinnäytetyön tuottami-nessa. Työn huolellisella tekemisellä ja tarkoilla dokumenteilla saadaan tutkimus toteutettua hyvien tieteellisten käytäntöjen mukaisesti. Tarkan raportoinnin seurauksena työn voi tehdä myös joku ul-kopuolinen, joka ei ole työhön perehtynyt. (Pohjola 2007, 14.) Käytän työssäni ajankohtaisia ja luo-tettavia tutkimuksia sekä kirja ja nettilähteitä. Lähteiden merkintä on tehtävä huolellisesti, jotta kaikki tiedon alkuperä on löydettävissä. Tekstissä käytettävien viittausten lähteet ovat nähtävissä suoraan tekstistä. Plagioinniksi tulkitaan opinnäytetyössä käytettävä teksti, johon ei ole merkitty tie-don alkuperää.

Eettisyyteen kuuluu toimeksiantajan tilan julkisuus (Pohjola 2007). Esittelen tilan työssäni avoimesti, sillä toimeksiantaja ei nähnyt siinä olevan mitään väärää. Keskityn työssäni tilan yhteen työvaihee-seen eikä taloudellisia tietoja tarvitse käsitellä ollenkaan. Työ on projektiluontoinen ja tämän toteut-tamiseen liittyy eettisenä kysymyksenä ideoiden kopiointi. Täyttöpöytien asettelussa olen nähnyt joitain vastaavia asetelmia mutta tässä ei tulla hyödyntämään toisten tekemiä patentteja tai mallioi-keuksia. Kyseinen toiminta on laitonta ja rangaistavaa. Täyttöpöytien asentaminen suoritettiin omien ideoiden ja tarpeiden pohjalta.

4.2 Lähtötilanne

Hakoniemen tilalla ruokinta on toteutettu kiinteällä seosrehuvaunulla ja lehmien ruokinta on toteutettu osa ape ruokinnalla (PMR). Seoksia voidaan valmistaa eläinryhmittäin, lehmille, umpilehmille ja hiehoille (14 kk - 24 kk). Jako hoituu mattoruokkijalla, joka on automaatio ohjattu. Eläinryhmien jakomäärät ja kerrat muutetaan tarvittaessa tietokoneelta hallintaohjelman avulla. Hallintaohjelmaan voidaan muuttaa appeen jaon määriä ja kellonaikoja, milloin tämä jakaa seokset automaattisesti. Lehmien apetta jaetaan eteen yhdeksän kertaa päivässä.



KUVA 5. Pohjapiirustus rehustamosta. Piirustuksissa on varauduttu kahteen täyttöpöytään ja seosrehu kiskoruokkijaan. Sitä ei toteutettu, kun haluttiin siirtyä seosrehuruokintaan. (Kaarainen 2020-03-10)

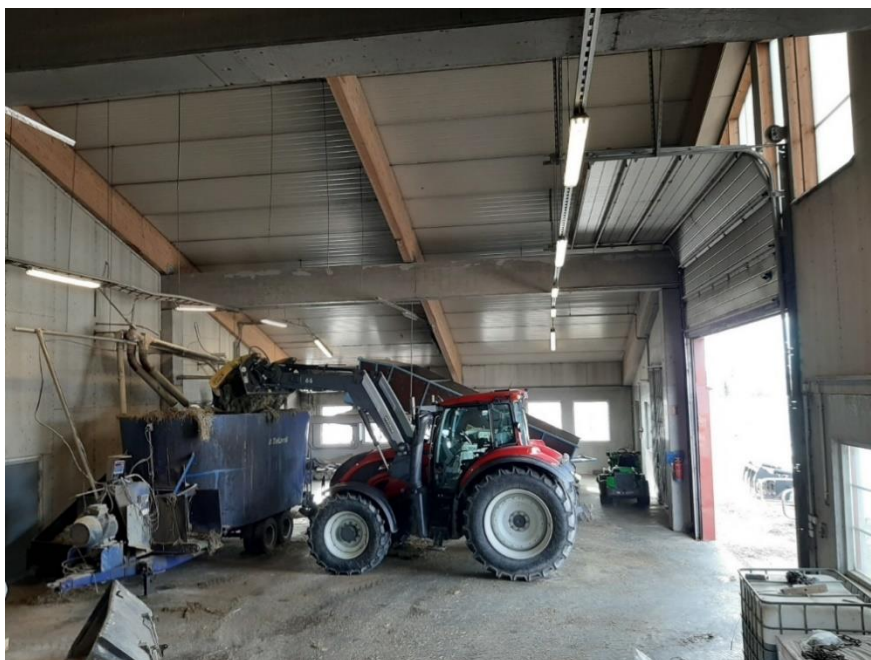
Seosrehu suunniteltiin valmistettavaksi kahdella täyttöpöydällä ja automaattisella seosrehukiskoruokkijalla (kuva 5). Piirustuksia ei kerennyt kuitenkaan muuttamaan, kun sijalle tulikin mattoruokkija ja kiinteä seosrehuvaunu yhdellä täyttöpöydällä.

Väkirehut ja kivennäiset tulevat spiraalikuljettimen avulla siloista. Seoksen valmistus toimii NK-tuotteen valmistaman ohjelman avulla, joka ohjaa logiikoiden toimintoja. Ohjelman toimintaperiaate perustuu siihen, että ohjelmaan määritetyt karkearehukomponentit lisätään ensiksi, minkä jälkeen laitteisto lisää väkirehut. Mikäli karkearehun ottamisessa tapahtuu kymmenyksen heitto, ohjelma pystyy

korjaamaan väkirehun määrän oikeaksi seoksen valmistamisen yhteydessä, jolloin väkirehuprosentti pysyy samana.

Olemassa olevan automaation käytöstä kuitenkin luovuttiin, kun paalirehun käyttö lisääntyi. Käytössä ollut täyttöpöytä oli ratkaisevasti edessä, kun seosrehuvaunua joutui täyttämään ahtaasta kulmasta traktorilla. Lisäksi tarkkuussilputtu säilörehu ei noussut kovin nopeasti täyttöpöytää ylöspäin, nousukulma oli liian jyrkkä eivätkä resurssit riittäneet silloin uuden täyttöpöydän hankkimiseen tai vanhan täyttöpöydän rakenteluun. Muutaman vuoden käytössä ollut täyttöpöytä siirrettiin sivuun ja apevaunua lastataan suoraan traktorilla.

Nykyään seosrehu valmistetaan täysin manuaalisesti ja komponentit lisätään ilman minkäänlaista automaatiota (kuva 6). Seosten komponentit annostellaan ruokintasuunnitelman mukaan vaunun vaa'an perusteella. Ensin lisätään karkearehut, jonka jälkeen väkirehut. Väkirehut tulevat kahdesta komponentti siilosta kahden spiraalin avulla, joita ohjataan apevaunun vieressä olevalta ohjaustaululta (kuva 7). Karkearehu komponenttien lastaamiseen käytetään traktoria ja väkirehut lisätään ohjaustaululta on/off kytkimen avulla. Tarkat kilomäärät seurataan apevaunun vaa'alta.



KUVA 6. Kiinteä 20 m³ pystyruuvinen seosrehuvaunu, jota lastataan traktorilla (Kaarakainen 2020-03-10).



KUVA 7. Ohjaustaulut ja kivennäisten lisäämiseen tarkoitettu spiraaliruuvi (Karakainen 2020-03-11).

Paalirehu varastoidaan navetan päähän, joista nämä lisätään vaunuun traktorilla aina halkaistuna siihen tarkoitettulla paalin halkaisijalla, joka ottaa muovin ja verkon irti halkaisun yhteydessä. Tarkkuussilputtu rehu haetaan aumakentältä vajaan kilometrin päästä tilakeskuksesta komponentti varastoon kahden päivän välein. Siilosta rehu nostetaan traktorilla suoraan vaunuun.

4.3 Projektin kuvaus

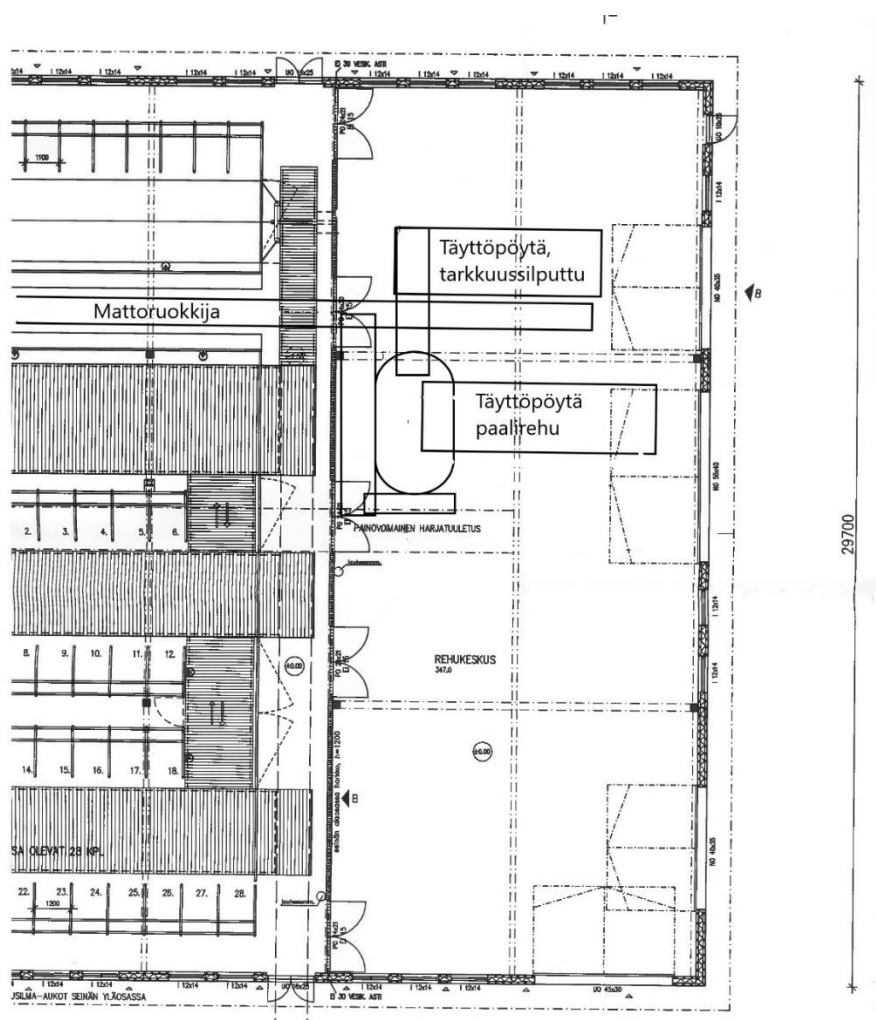
Tavoitteena on saada järjestelmä toimimaan automaattisesti lypsylehmien ruokinnan osalta ja vähentämään työaikaa ratkaisevasti. Nykyisen yhden työntekijän seosrehun valmistamiseen kulunut aika saadaan minimoitua, jolloin säästyneen työajan voi käyttää lehmien hoidossa. Tämä mahdollistaa tilanväen järjestelmällisen vapaiden pidon, kun työt pystytään hoitamaan kahden ihmisen työpanoksella.

Toteutuksessa tulen lisäämään järjestelmään kaksi täyttöpöytää (kuva 8). Täyttöpöydillä tullaan pitämään karkearehua, tarkkuussilputtua ja paalirehua. Lypsylehmien ruokinnassa on sekä paalirehua että silputtua rehua, joten kummallakin pöydällä tullaan käyttämään ainoastaan lypsylehmien karkearehua. Ruokinnassa on käytössä murskeviljaa, joka tullaan lisäämään traktorilla toistaiseksi, kunnes käyttöön saadaan oikeanlainen murskeviljapöytä tai tasku. Koivuoja ja Laitilan s. 38 opinnäytetyön mukaan murskeviljalle ei ole toistaiseksi keksitty tarpeeksi hyvää lisäslaitteistoa, joka ei holvaisi murskeviljaa täytössä, mutta täyttöpöytä toimii siinä hyvin. Tämän perusteella tulen hankkimaan yhden täyttöpöydän vielä lisäksi tulevaisuudessa.



KUVA 8. Toinen täyttöpöydistä rehustamon nurkassa käyttämättömänä (Kaarakainen 2020-03-11).

Hiehojen ja umpilehmien seokset valmistetaan joka toinen päivä, jolloin seokset valmistetaan traktorilla lastaten. Samaa paalipöytää ei voida käyttää eri karkearehulaatujen lisäämiseen automaattisesti, sillä virheen mahdollisuus olisi liian suuri. Tämän ei pitäisi vaikuttaa työaikaan paljoa, sillä tämä tehdään samalla aikaa täyttöpöytien lastauksen yhteydessä.



KUVA 9. Luonnos täyttöpöytien sijoittelusta (Karakainen 2020-03-10).

Täyttöpöydät sijoitellaan toisilaitaisesti seosrehuvaunun päälle, jotta seoksia voidaan valmistaa tarvittaessa traktorilla lastaamalla (kuva 9). Paalipöytä sijoitetaan suoraan seosrehuvaunun päälle, johon paaleilla on tilaa pudota. Kiinteä seosrehuvaunu on toteutettu pyörillä olevan seosrehuvaunun runkoon, jolloin vaunua on mahdollista liikuttaa tarvittaessa. Vaunun vetosilmukka sijaitsee täyttöpöytien vastakkaisessa päädyssä, joten silputun rehun täyttöpöytä olisi järkevää sijoittaa seosrehuvaunun viereen matoruokkijan toiselle puolel, josta kulkee poikkikuljetin vaunun päälle. Tarvittaessa seosrehuvaunu voidaan viedä korjattavaksi ja tilalle on mahdollista peruuttaa vaikka traktorikäyttöinen seosrehuvaunu sijaiseksi.

4.4 Täyttöpöytien muutostyö

Täyttöpöydät eivät käy nykyisellään suoraan seosrehuvaunun päälle. Molempien rakenteisiin joutuu tekemään muutostöitä, jotta nämä olisivat sopivia. Muutostöiden tekemiseen käytän tilan pajan laitteistoa.

Paalipöydän teen tarkkuussilputulle rehulle tarkoitetusta täyttöpöydästä (kuva 8). Pura täyttöpöydän päässä olevan hajoitin kelan pois ja samalla leikkaan päädyssä olevan vanerisuojan sekä rautakehikon irti, että paalit putoavat helposti seosrehuvaunun sisälle. Täyttöpöydän nousukulma tulee olemaan liian jyrkkä, joka estää rehun liikkumisen esteettömästi. Täyttöpäähän joudun tekemään

1,5 metrin korocejalat, jolloin nousukulma on sopivan loiva ja korkeus ei ole liian ylhäällä, joka tekee lastauksesta helpompaa.

Tarkkuussilputulle säilörehulle täyttöpöytä on pienempi kuin paalipöytä, mutta korokelaitojen kanssa saadaan tähän tilavuutta lisää. Lyhyen pöydän ongelmaksi muodostuu paalipöydän tapaan liian jyrkkä nousukulma ja tähänkin tehdään metrin korocejalat täyttöpuolelle. Täyttöpöydän alle tuleva poikkimatto on ollut tilalla jo useamman vuoden, mutta tämän kiinnikkeet on rakennettava uusiksi, jotta sopiva kulma saadaan aikaiseksi seosrehuvaunun täyttämiseksi.

5 RUOKINNAN AUTOMATISOINNIN TOTEUTUS

Aloitin työn huhtikuun puolella välissä, jolloin valmistelin navetan rehustamon valmiiksi metallitöitä varten. Siivosin kaikki nurkat puhtaiksi ja kannoin kaikki tavarat ulos. Tällä tavoin varmistin, ettei varastotilaan jäänyt mitään palavaa ennen paalipöydän muutostyötä. Metallityöt olisi ollut parempi tehdä pajan puolella, mutta pöytä on sen verran suuri, ettei se olisi sopinut pajaan sisälle kokonaan. Muutostyöt sain kuitenkin hyvin suoritettua rehustamossa.

5.1 Työturvallisuus

Työturvallisuuden huomioiminen näissä töissä on ensisijaisen tärkeää, jotta saadaan työ tehtyä turvallisesti ja vahingoilta välttyään. Esimerkiksi tulitöitä tehdessäni käytössäni olivat kaikki tarvittavat suojavälineet. Terveysriskejä saadaan vähennettyä oikeiden työmenetelmien ja teknisten ratkaisujen avulla. Useimpia riskejä voidaan vähentää tai poistaa toimimalla oikein. (Mela 2014, 1.)

Tulitöiden tekemistä varten on suositeltavaa olla tulityökortti, mutta ei pakollista vakuutusyhtiöiden mukaan (Niittymaa 2019). Kurssin käyminen on hyvää yleisoppia tulitöiden perusteista ja tulitöissä huomioitavista asioista. Itselläni on voimassa oleva tulityö- ja työturvallisuuskortti.

Paloturvallisuuden kanssa on oltava erittäin huolellinen, kun tulitöitä tehdään karjarakennuksessa. Varmistin ettei tulityöskentely tilassa ollut mitään palavaa ennen kuin aloitin työn. Kastelin lattiat kosteiksi ja laitoin palonkestävästä verhosta suojan (kuva 10), etteivät kipinät sinkoile kauas. Lisäksi alkusammutusvälineet olivat lähellä.



KUVA 10. Liikuteltava hitsausverho (Motonet 2020)

5.2 Paalipöytä

Paalipöytä rakennettiin vanhasta säilörehulle tarkoitetusta täyttöpöydästä. Paalipöytä on pituudeltaan yhdeksän metriä pitkä, jonka päädyssä on sekoitin kela, joka rikkoo suuremmat rehupalat pienemmiksi esimerkiksi jäisen ja pitkäsilppuisen rehun (kuva 11). Näin rehujako on tasaisempaa eikä pöytä pudota suuria kilomääriä rehua kerralla.



KUVA 11. Täyttöpöytä lähtötilanteessa (Karakainen 2020-04-17).

Ensimmäisenä purin täyttöpöydän päätyseinän pois, jotta purkukelan poistaminen olisi helpompaa (kuva 11. 1). Täyttöpöydän purkukela on laatikkomaisessa tilassa täyttöpöydän yläpäässä ja purkukelan alla on ainoastaan 50x200 cm:n kokoinen purkuaukko. Jotta paaleja saataisiin lastattua myös kokonaisena apevaunuun, piti purkuaukkoa suurentaa huomattavasti.

Täyttöpöydän sivussa oli kiinni purkukelaa pyörittävä 2kw sähkömoottori. Moottori piti ottaa pois ennen kelan irrottamista. Moottori oli 25 millimetrin paksuisen ura-akselin ympärillä ja yhdellä pultilla tuettuna täyttöpöydän rungossa kiinni. Irrotin pultin ja moottori lähti irti varovasti vetämällä. Seuraavana lähdin ottamaan purkukelaa pois. Purkukela oli kahdella laakeripukilla täyttöpöydän molemmissa päissä kiinni. Ennen laakeripukkien avaamista laitoin kelan traktorin etukuormaajaan kannatukseen 2 000 kg:n ketjuilla. Irrotin molemmat laakeripukit täyttöpöydän rungosta ja purkukela lähti irti vaneriin tehdystä koloista varovasti ujuttamalla ilman laakeripukkien vetämistä irti akselin ympäriltä.

Päätyvanerin ala tukiraudasta leveyssuunnassa piti leikata 180 cm pitkä osa pois. Lyhyt osa (20 cm) jäi suojaamaan pohjakuljettimen vetomoottoria paalien iskuilta. Suojaraudan tueksi hitsasin vielä

tukiraudan täyttöpöydän ylärunkoon kiinni vahvasta 10x10 cm neliöputkesta. Heinän pölyltä suojatakseni leikkasin vanerista yhtä leveän siivun vetomoottorin eteen (kuva 12).



KUVA 12. Paalipöydän siirto (Karakainen 2020-04-20).

Pöytä oli näiden jälkeen lähes valmis, jolloin siirsin sen omalle paikalleen ja sitä varten hitsasin kahdesta vanhasta peräkärryn navasta täyttöpöydälle sopivan siirtoakseliston. Täyttöpöytä nostettiin ensin ilmaan ja sen jälkeen jalkojen alle vedettiin akselisto, joka kiinnitettiin jalkoihin ketjuilla tukevasti kiinni (kuva 12).

Viimeiseksi jäi vielä täyttöpöydän nousukulman muuttaminen. Telialustainen kiinteä apevaunu on sen verran korkea, että täyttöpöydän purkupään on oltava hieman päälle neljässä metrissä. Ongelmaksi koituivat lyhyemmät tukijalat (kuva 12), jotka eivät ole säädettävät. Nousukulma on liian jyrkkä, joten tein jalkojen alle jatkopalat. Aluksi suunnittelin tehdä säädettävät jalat kuten edessä, mutta niiden tekemiseen olisi kulunut liikaa aikaa. Tein jalakset samankokoisesta neliskanttisesta putkesta. Ainevahvuudeltaan 3 mm, koko 70x200 mm. Jalat leikkautin oikeaan mittaan Iisalmen raupapisteellä ja hitsasin nämä suoraan jalkojen jatkoksi puikkohitsaamalla. Painonkestävyyttä on pöydällä oltava, joten tein vielä vahvikepalat kummankin jatkojalaksen molemmille puolille tueksi. Vahvikepaloina käytin 3x200x300 mm leveää lattarautaa, jolloin sivuttaissuunnassa ei tule ratkeamisen mahdollisuutta.

5.3 Silppurirehun täyttöpöytä

Silppurirehulla käytettävä täyttöpöydälle tarvitsi tehdä vähemmän muutoksia. Pöytä on muuten tismalleen samanlainen kuin paalipöytä lähtötilanteessa, mutta kooltaan tämä on pienempi. Pöydän pohja on noin viisi metriä pitkä. Pienempi pöytä soveltui paremmin nykyiselle paikalle, kun tilaa on rajallisesti.

Ennen pöydän paikalle asentamista piti matoruokkijan tukiraudan kiinnityspaikkaa muuttaa. Täyttöpöytä piti sijoittaa mahdollisimman lähelle matoruokkijaa kuin mahdollista, mutta tilaa oli jätettävä kuitenkin sen verran että matoruokkijan päästä olisi helppo purkaa apetta kauhaan. Matoruokkija on kahdella sinkityllä pystytolpalla propuilla betonilattiassa kiinni. Leikkasin vanhat proput (4 kpl m 10) irti ja laitoin uudet m 10 proput 450 millimetriä sisemmäksi edellisistä. Tukijalka olisi ollut mahdollista laittaa vieläkin sisemmäksi, mutta tolpat oli jätettävä sen verran erilleen toisistaan, että niiden välistä pääsi hyvin ajamaan pienkuormaajalla.



KUVA 13. Matoruokkijan tukijalan siirto. Siirsin tukijalkaa 450 mm sisemmäksi (Kaarainen 2020-04-21).

Pöydän kunnostamisen aloitin sekoitinkelan sähkömoottorin asentamisella. Aikoinaan moottori oli mennyt rikki ja se oli purettu pois. Uuden 1,5 kW moottorin sain ottamalla puretun kelan moottorin paalipöydästä. Sähkömoottori oli tismalleen samanlainen ja kiinnikkeet sopivat suoraan, kun vain asensi paikalleen. (kuva 14)



KUVA 14 Silppurirehun täyttöpöytä (Karakainen 2020-04-29.)

Seuraavana tein pöydän tukijalkoihin jatkopalat. Eteen tein 500 millimetrin korkuiset jatkopalat ja alaosaan 300 millimetrin. Näiden avulla nousukulma pysyi sopivana. Jalaksien jatkopalat leikkautin Iisalmen rautapisteellä samalla aikaa ja samasta aineksestä kuin paalipöydänkin jalaksissa. Hitsasin jatkopalat alle puikkohitsaamalla. Saumojen päälle hitsasin vahvikkeen samanlailla kuin paalipöytään 3x200x300 mm leveästä kulutusraudasta.

Täyttöpöytää joutui kannattelemaan hitsauksen ajan. Turvallisen työskentelyn edellytyksenä on vahvat tuet kannateltavan taakan alla. Ainoa toimiva tapa oli hitsata ensin molemmat alapäädyn jalakset (kuva 15), jonka traktorin etukuormaajalla ja kestävyydeltään 2000 kg:n ketjulla sai kepeästi nostettua. Hitsauksen ajaksi laitoin trukkilavoja taakan alle, ettei tämä tipahda, jos ketju katkeisi.

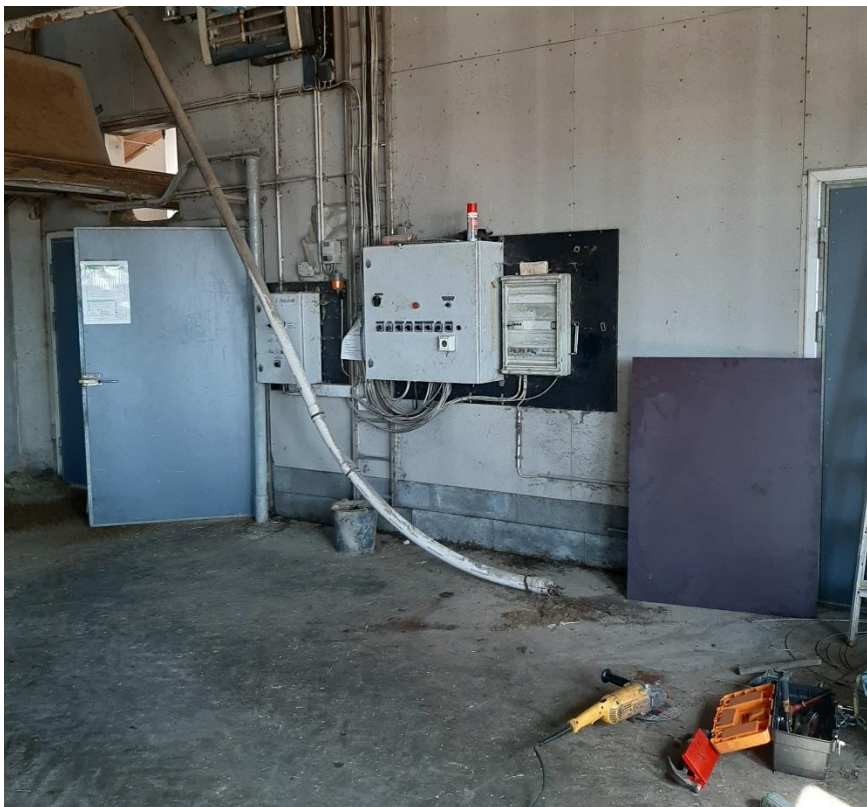
Sekoitin kelan pääty hoidettiin niin että nostin täyttöpöydän alapäähän kaksi paalia vastapainoksi. Sitten kiinnitin sekoitinkelan päädyn molemmin puoleisiin nostolenkkeihin yhdet 2000 kg ketjut. Alapään jalakset tuettiin kahdella i-palkilla tukevasti seinään, jolloin sain nostettua etukuormaajalla pöydän ilmaan sekoitinkelan päädyistä. Kunnes pöytä oli ilmassa, piti pöytä vielä tukea alta kahdella i-palkin rungolla, jolloin alla pystyi työskentelemään turvallisesti.



KUVA 15. Silputun rehun täyttöpöydän jalakset hitsattuna paikallaan (Karakainen 2020-05-04).

Seuraavaksi purin kivennäisille tarkoitetun spiraaliruuvun pois, jota ei ole käytetty pitkään aikaan. Enimmäkseen se on ollut siivouksen tiellä ja kerännyt pölyä sisälleen. Nyt se oli purettava, kun toiselle täyttöpöydälle piti asentaa yksi ohjaustaulu lisää spiraalin tilalle.

Otin sähkökaapista virrat pois ja kytkin johdot sähkömoottorilta irti. seuraavaksi otin moottorin päästä spiraalin kiinnityspultit irti, jolloin täyttösuppilon sai otettua pois. Tämän jälkeen koko ruuvi oli kiinni yhdellä poikkitangolla apevaunun päällä, jonka purkamisen jälkeen spiraaliputken sai viedä kokonaisena varastoon.



KUVA 16. Kivennäisruuvien poisto sähkötaulun edestä (Kaarakainen 2020-05-03.)

5.4 Poikkimatto

Poikkimatto laitettiin paikalleen huollon jälkeen. Poikkimatto oli seissyt miltei 10 vuotta, joten liikkuvia osia joutui käyttämään irti ja voitelemaan huolellisesti. Käytin neljä laakeria irti ja rasvasin nämä huolellisesti, samalla vaihdoin laakerin kiinnikkeisiin uudet pultit, jolloin maton säätäminen on huomattavasti helpompaa.

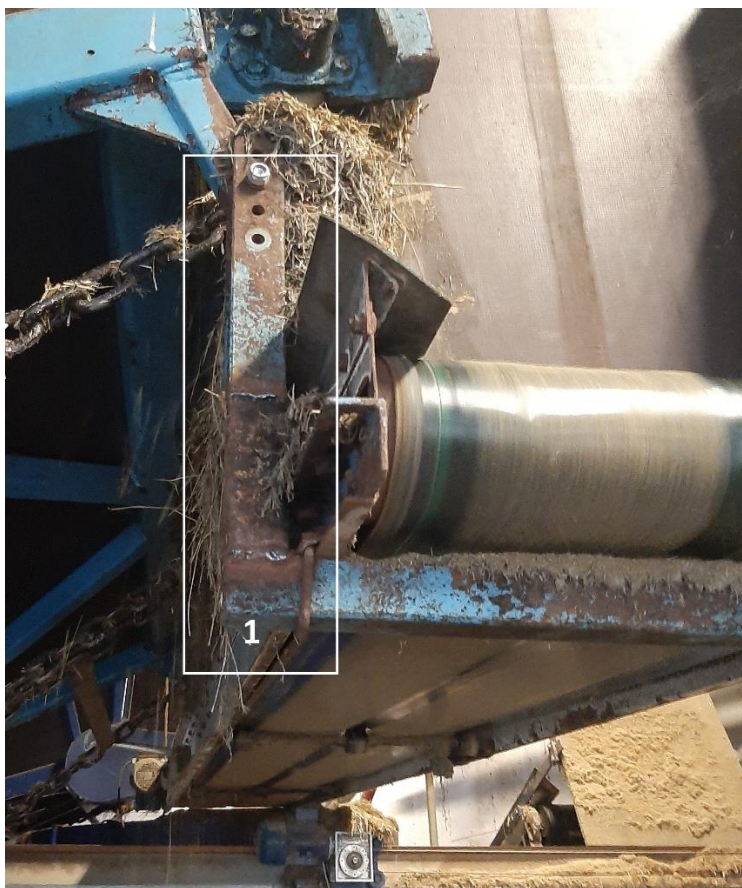
Poikkimaton asennukseen käytettiin pienkuormaajan trukkipiikkejä. Nämä käännettiin ylösalaisin, jolloin maton pääsi nostamaan vaivattomammin korkealle. Poikkimatto nostettiin käsivoimin trukkipiikin päälle ja kiinnitettiin tukevasti liinoilla kiinni. Trukkipiikit toimivat tässä mainiosti, kun niiden päällä oli helppo siirrellä mattoa oikealla korkeudella.



KUVA 17. Poikkimatto paikallaan täyttöpöydän alla. 1. Maton ja pohjakuljettimen vetomoottorin väli. 2. poikkimaton tukirauta (Kaarakainen 2020-05-10).

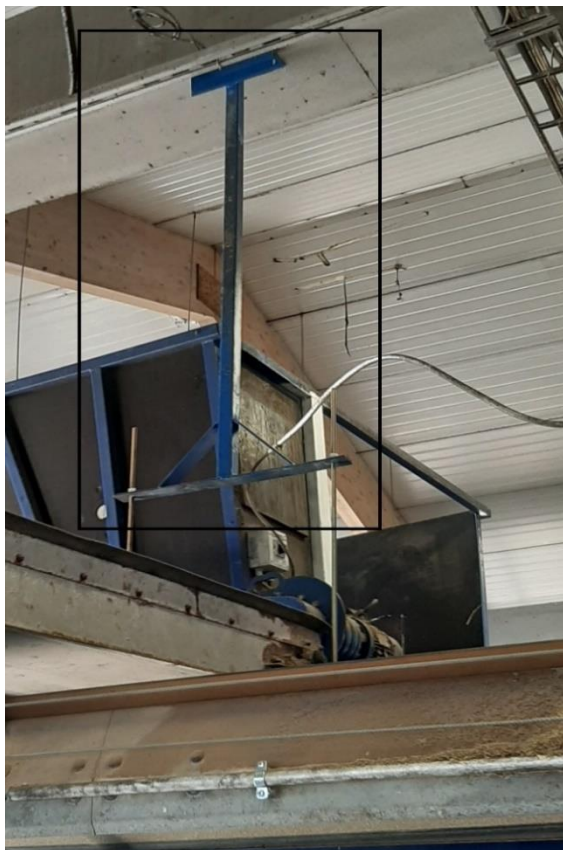
Paikalleen saatuaani huomasin, että täyttöpöydän puoleisen tukiraudan kiinnityspistettä pitää muuttaa alemmaksi. Poikkimaton ja täyttöpöydän pohjakuljettimen vetomoottori välinen tila (kuva 17, 1) oli liian ahdas rehun kuljettamiseen. Poikkimaton kiinnitykseen (kuva 17, 2) piti tehdä 15 senttimetrin jatko.

Käytin vielä poikkimaton irti, jolloin sain tukirautaan hitsattua jatkon. Tämän jälkeen asensin maton takaisin paikalleen. Tukiraudan toiminta perustuu u-muotoiseen rautaan, jossa on säädettävissä 4 eri korkeutta ja toinen sivu on säädettävissä kierretangolla sopivan korkeaksi ja vaakatasoon. Poikkimaton sivuttaisliikkeen estämiseksi laitoin tukirautaan sopivaa u-rautaa molemmille puolille, joilla sai rungon kiinnitettyä jäämäkästi aloilleen (kuva 18. 1).



KUVA 18. 1. Poikkimaton kiinnikkeen jatko (Karakainen 2020-05-20.)

Poikkimaton apeakun päälle tulevan pään kiinnitin aluksi väliaikaisesti betonipilariin kiinni liinalla, ettei se nojaisi vaunua. Poikkimaton kiinnikkeeksi suunnittelin ylhäällä olevaan betonipilariin sopivan kiinnikkeen, jonka tein lattaraudasta ja 50x50 mm:n neliöputkesta. Kiinnikkeen pulttasin kahdella M12 proppu pultilla suoraan yläpuolella olevaan poikittaiseen betonipilariin (kuva 19) Poikkimaton kiinnikkeet toteutin kahdella M10 kierretangolla, jolloin korkeutta voidaan säätää eri asentoon tarvittaessa.



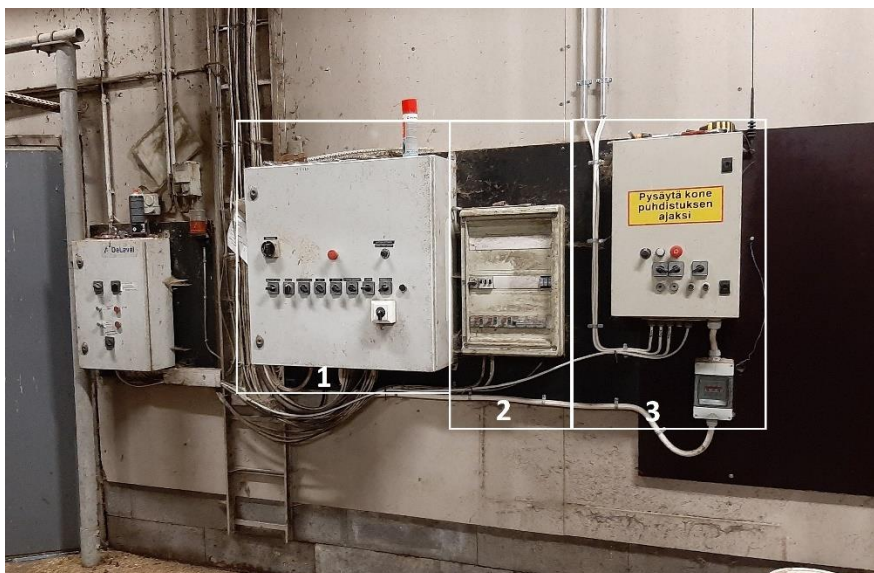
KUVA 19. Poikkimaton tuki (Kaarakainen 2020-05-11.)

5.5 Sähköt ja ohjelman päivitys

Sähkökytkentöjen tekeminen on luvanvaraista toimintaa, siihen vaaditaan riittävä kokemus ja voimassa oleva sähköturvallisuuskoulutus. Sähköjen asentamisen kävi tekemässä sähköliike Murtola Iisalmesta, sillä laki edellyttää sähköasennusten tekemiseen ammattilaisen sähköasentajan (Sähköturvallisuuslaki. 2016).

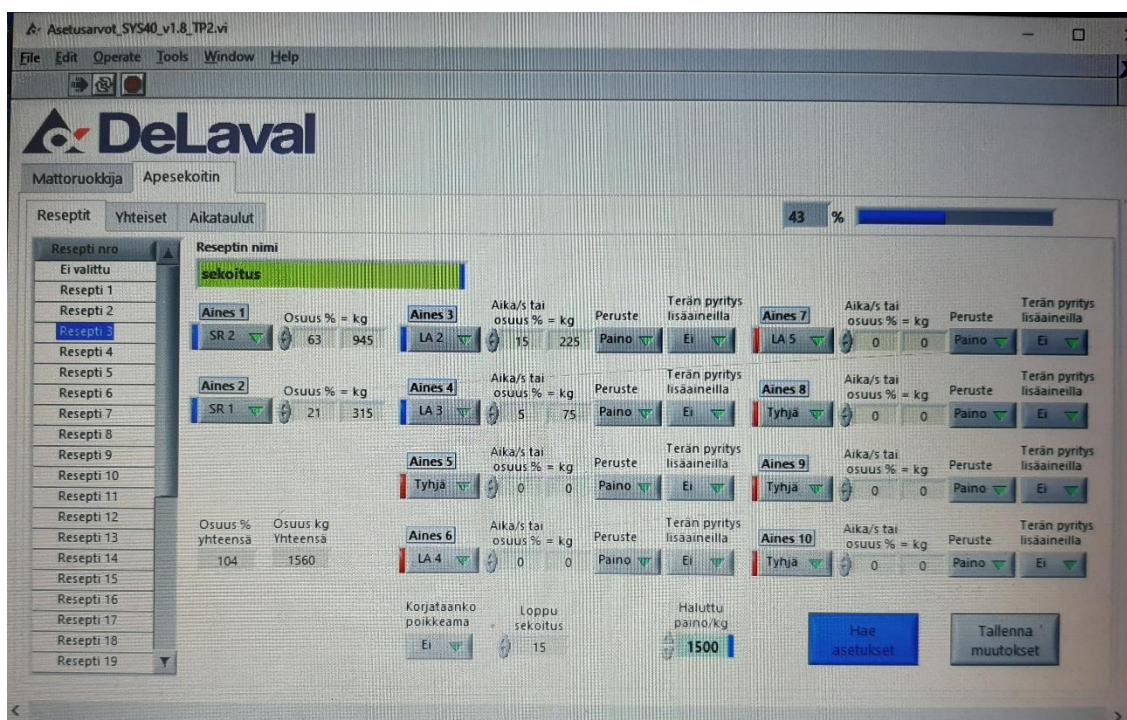
Sähkötyöt aloitettiin silputun rehun täyttöpöydän asentamisella. Pöydän mukana oli oma ohjauskeskus (kuva 15) Ohjauskeskuksen paikka täyttöpöydän sivulla olisi ollut riskialtis paikka haavereille, esimerkiksi pienkuormaajalla pudottamiselle. Päätimme siirtää sen muiden ohjauskeskusten luokse (kuva 20). Ensiksi sovittelin sopivan 5x500x500 mm:n vanerilevyn sähkötaulun aluslevyksi ja ruuvasin sen kiinni kyprokkiseinän läpi puurunkoon ruuveilla. Sen jälkeen sähkötaulu saatiin sopivasti kiinni samalle korkeudelle muiden kanssa.

Sähkömies veti kaapelit silputun rehun täyttöpöydältä ohjaustaululle. Sähkötaululle saatiin virrat jaoteltua suoraan olemassa olevasta paalipöydän virranjakajasta. Järjestelmään oli jo valmiiksi jätetty mahdollisuus useamman täyttöpöydän kytkemiselle. Vikavirta suoja ei pöydälle ollut valmiiksi tehty, joten sen joutui tekemään. Paalipöydälle ei tarvinnut vetää uusia kaapeleita, kun vanhat olivat hyvässä kunnossa ja sähkökaapeli kourussa valmiina.



KUVA 20. Ohjauskeskukset. 1. Paalipöydän ja matoruokkijan ohjaustaulu. 2. Spiraaliruuvien ohjaustaulu. 3. Silputun rehun täyttöpöydän ohjaustaulu (Kaarakainen 2020-05-11.)

NK-tuotteen suunnittelija Hiltunen päivitti ohjelman uusimpaan versioon. Samalla korjattiin pitkään vaivannut ongelma. Silloisessa ohjelmassa oli bugi, jonka seurauksena apevaunu ei lähtenyt pyörimään, vaikka ohjelman mukaan sen olisi pitänyt. Vikaa ryhdyttiin selvittämään päivittämällä ohjelma uusimpaan versioon. Uudemmassa ohjelmassa tuli mukana helpompikäyttöinen ohjelma tietokoneella. Edellisessä ohjelmassa piti arvoja muuttaa kahta eri ohjelmaa käyttäen, mutta kaikki on nyt yhden ohjelman takana. Ohjelman avulla voidaan tehdä eri eläinryhmille reseptejä, sekä erikoikoisia eriä tarvittaessa. Kaikkiaan voidaan tehdä 40 eri reseptiä (kuva 21). Appeen komponentteja voi lisätä kymmenen erilaista, ja niiden lisäysjärjestyksen voi muokata sellaiseksi kuin haluaa.



KUVA 21. NK-tuotteen apevaunun automatiikan ohjaus tietokoneella (Kaarakainen 2020-09-11.) Ohjelman päivityksen jälkeen alkoi järjestelmä toimia kuin pitääkin. Ohjelma ottaa ensin karkearehut, jonka jälkeen väkirehut ja viimeisenä annosteli appeen sekaan vettä annettujen arvojen verran.

Toiminnan varmistamiseksi seurasin kahden reseptin valmistuksen ajan, että kaikki sujuu kuten pitääkin.

Viimeiseksi saimme ajatuksen etähallinta ohjelmasta, jolloin voidaan seurata apevaunun tilannetta tarvittaessa myös puhelimella. Apevaunun eteen on aikoinaan asennettu valvontakamera, joka osoittaa suoraan poikkimatolle. Kameran tarkoitus on seurata apevaunusta tulevaa rehuvirtaa, ettei sitä tule liikaa tai ole tukoksia. Tästä ei ole ollut varsinaisesti hyötyä koskaan, joten muutin kameran kulmaa niin että näen etähallintaohjelmalla apevaunun sisälle ja samalla täyttöpöytien käyntiin lähtemisen. Näin varmistan, että käynnistämäni resepti lähtee valmistumaan. Pienillä muutoksilla saadaan lyhennettyä työaikaa huomattavasti, kun pystyn katsomaan herättyäni appeen tilanteen. Jos vaunu on tyhjä, pystyn laittamaan reseptin valmistumaan ennen navetalle menoa. Etähallintaohjelmaksi valitsin Team Viewerin ilmaisen lisenssin, jolla saa tehtyä kaiken tarvittavan tietokoneella.

6 RUOKINNAN AUTOMATISOINNIN LOPPUTULOS

Aloitin projektin huhtikuun 17 päivä ja sain valmiiksi toukokuun 11 päivä. Kaikkinensa työtunteja meni 104 tuntia ja 15 työpäivää (liite 1). Projektin valmistaminen eteni, kuten olin suunnitellut ja pysyin suunnitellussa aikataulussa. Täyttöpöydät pääsivät koko kesän ajaksi töihin, jolloin niiden toiminta olikin tarpeen sesonki aikana.

Tehdyistä töistä ja päivämääristä pidin excel tiedostoa työpäiväkirjana, jonka pohjalta sain tarkat tiedot mitä minäkin päivänä tein ja kuinka paljon käytin työaikaa.

6.1 Arvioidut ja toteutuneet kustannukset

Seosrehuruokinnan automatisointi ei onnistu ilman erilaisia hankintoja. Käytin niin paljon kuin mahdollista tilan omia tarvikkeita pöytien rakentamiseen, mutta piti niitä myös hakea liikkeestä. Laadin taulukon ulkopuolisen työvoiman ja tarvikkeiden kuluista. Hinnat sisältävät arvonlisäveron (24 %) mikä on tarkistettu ostokuiteista. Työsuunnitelmassa arvioin kuluiksi 6 800 €, mutta arvio ylittyi 620 €.

Rakenteellisia ratkaisuja pohtiessa ja eri vaihtoehtojen punnitsemisessa meni aikaa. Työlle en kuitenkaan laskenut omantöön hintaa varsinaiseen laskelmaan. 104 tuntia rakentamiseen kaikkienensa meni, eli maaseudun työnantajaliiton vaativuusryhmän 4 mukaisesti 10,66 €/h (Maaseudun Työantajaliitto MTA, 2020, 21). laskettuna yhteensä tämä tekee 1109 €. Kustannuksia kaikkienensa kertyy hankintojen (taulukko 1) lisäksi 8 511 €.

TAULUKKO 1. Projektin kustannukset (Kaarakainen 2020-10-28.)

Hankinta	Hinta € (sis alv)
Sähköjen asennus	4200
Uusi ohjelmisto(Asennettuna)	1540
Raudat	480
Vanerit	350
Työtarvikkeet	850
Yhteensä	7420

6.2 Kokemukset

Täyttöpöydät olivat aktiivisesti käytössä koko kesän ajan. Täyttöpöytien käytössä ilmenneistä ongelmista tein muistion, jonka perusteella parannuskohteita on helpompi pohtia. Niitä kuitenkin esiintyi yllättävän vähän, sillä enimmäkseen kokemukset olivat positiivisia.

Ensimmäiset kokeilut paalipöydän kanssa olivat opettavaisia. Aloitin kokeilun laittamalla paalit kokonaisina täyttöpöydälle, jolloin kerralla sai laitettua viisi pyöröpaalia peräkkäin. Tavoitteena oli, ettei

pöytää tarvitsisi lastata kovin useasti, varsinkin kun lehmille tehdään joka päivä kaksi seosta, joihin menee yksi paali per seos. Tämä tarkoittaa, että paalit olisivat riittäneet 2,5 vuorokaudeksi. Ongelmaksi kuitenkin koitui apevaunun puoleinen pääty täyttöpöydästä, jossa poikittainen tukirauta tuli vastaan. Tukirauta oli noin 5 cm liian matalalla, jolloin tämä esti paalin putoamisen apevaunuun. Tämä aiheutti tukoksen, jolloin toinen tulossa oleva paali joutui työntämään paalia niin kovasti, että kaikki paalit olivat tiiviissä kasassa täyttöpöydällä. Tukoksen selvittämiseksi pöytää piti pyörittää väärinpäin ja purkaa traktorilla pyöröpaalit pois. Jos paalit olisivat sopineet tukiraudan alta, ne olisivat pudonneet suoraan vaunun keskiosaan, jolloin sekoitinruuvien vaurion riski on suuri. Tämän ongelman ratkaisuksi halkaisin paalit täyttöpöydälle, jolloin pöydälle mahtuu kolme paalia. Paalit halkaistuna täyttöpöytä toimii moitteitta ja samalla pystyin ohjelmoimaan välisekoituksen ajan pienemmäksi. Halkaistuna paalien sekoitus aika on pienempi, kun niiden rakenne on valmiiksi jo rikottu.

Silputun rehun täyttöpöydän käytössä oli pieniä haasteita käyttöönotossa. Ensimmäisiä kertoja täyttöpöytää käyttäessä pohjakuljettimen sopivan nopeuden löytäminen oli haastavaa. Aluksi pöydän pohjakuljetin pyöri liian hitaasti, jolloin kokeilin pohjakuljettimen maksiminopeutta. Apevaunuun vievä poikkikuljetin tukkeutui ja tämä piti tyhjentää käsin talikolla. Vähensin nopeutta puolella ja siitä lähdin sitä nostamaan noin 80 prosenttiin, jolloin nopeus oli sopiva rehun määrästä riippumatta. Jos pöytä oli täynnä, se meni herkästi tukkoon. Jos pöytä oli vajaa ja pohjakuljettimen nopeus liian hidas, ohjelmaan määritetty aikaraja meni seoksen valmistuksen yhteydessä umpeen ja loppuseoksen joutui käsikäytöllä tekemään loppuun asti.

Säätämällä täyttöpöydät sai toimimaan optimaalisesti, eikä täyttöpöytien rakenteita tai suunnitelmaa tarvinnut muuttaa. Suunnitelman tavoitteena oli, että silputtu lypsäville menevä rehu pidetään omalla täyttöpöydällä ja toinen täyttöpöytä on myös lypsävien paalirehun käytössä. Ohjelman automatiikan mukaan järjestelmä on toiminut kuin pitääkin. Järjestelmä ottaa apevaunun vaa'an perusteella järjestyksessä: paalirehun, silputun rehun, väkirehun ja viimeisenä veden.

Suurimman hyödyn sai täyttöpöytien lisäksi myös appeiden teon organisoinnilla. Hiehoille ja umpilehmille alettiin tekemään omat seosrehut joka toinen päivä, joka vähensi työaikaa huomattavasti. Aiemmin ape tehtiin joka päivä, joka vei saman verran työaikaa kuin nykyään joka toinen päivä. Hiehojen ja umpilehmien ape laitetaan pyörimään täyttöpöytien täyttämisen yhteydessä, jolloin työaika ei lisäännä olennaisesti. Täyttöpöytien täyttämiseen menee kaikkiaan 1 h 20 minuuttia. Paalipöydän täyttämiseen menee 30 minuuttia ja silputun rehun täyttöpöydän lastaamiseen 15 minuuttia. Silppurehu haetaan aumakentältä kilometrin päästä ja siihen kuluu aikaa 35 minuuttia.

6.3 Työajan säästö

Työajan mittaamisen tein itse töiden ohella. Aineistoa keräsin yhden kuukauden ajalta, jolloin sain työajasta realistinen kuva. Keväällä ennen täyttöpöytien asennusta kirjoitin Excel-tiedostoon työajat ylös. Samoin tein täyttöpöytien asennuksen jälkeen syyskuussa. Päivän päätteeksi kirjoitin tietokoneelle ylös työtunnit ja rutiinit, jotka lisäsivät työaikaa. Kerran viikossa on siivous ja huoltopäivä. En-

nen täyttöpöytien asennusta siivous ja huolto kesti 30 minuuttia, kun rasvasi apevaunun, poikkimaton ja matoruokkijan. Lisäksi pienkuormaajalla siivotaan koko rehustamon lattiat puhtaiksi. Täyttöpöytien asennuksen jälkeen huolto aika lisääntyi puolella tunnilla. Eli siivous ja huolto kestää tunnin yhtenä päivänä viikossa.

Työajan laskentaan käytin maatalouden työehtosopimuksen vähimmäispalkkavaatimuksen mukaista tuntipalkkaa työajan hinnan määrittämiseen. Työtehtävä on vaativuusryhmittelyn mukaan 2 tason työtä. Työ edellyttää aiempaa kokemusta mutta kuormitus on vähäinen. Ammatillisän kanssa tunti-hinnaksi muodostuu 9,64 €/h (Maaseudun Työntajaliitto MTA 2020, 21).

Työaika kului ennen automatiikkaa keskimäärin 146 tuntia kuukaudessa (kaavio 1). Eli keskimäärin 4,9 tuntia vuorokaudessa. Vuodessa se tekee 1746 tuntia. Työtuntien kustannus maaseudun työntajaliiton mukaisella tuntipalkalla on 17 030 €/v. Automatiikan kanssa työaika kuukaudessa appeen valmistamiseen meni yhteensä 94 tuntia eli keskimäärin 3,1 tuntia vuorokaudessa (kaavio 1). Tämä tekee vuodessa vastaavasti 1128 tuntia yhteensä. Työn kustannus vuodessa on maaseudun työntajaliiton mukaisella tuntipalkalla 11 002 €/v.



KAATIO 1. Työaika kirjanpito kuukauden ajalta.

6.4 Projektin kannattavuus

Investointi terminä tarkoittaa rahan käyttöä, jolla pyritään kasvattamaan tuloja tai säästämään kustannuksissa. Investoinniksi sanotaan hankintaa, jonka vaikutukset toimintaan kohdistuvat monelle vuodelle. (Alhola ja Lauhahti 2000, 162.) Projektilla tavoiteltiin työajan säästöä ja siten vähentää henkilötyön määrää pysyvästi. Tavoitteeseen päästiin ja työajan säästö vuosittain on 6028 €/v ja työtunteja säästetään 627 h/v. Työajansäästö on merkittävä automatisoinnin kanssa, vaikka kaikkia työvaiheita ei saatukaan toimimaan automaattisesti.

Ihmistyöajan säästö laskettiin tuottoihin kuin myös traktorityössä säästynyt aika (taulukko 2). Traktorityötuntien säästämisen laskin joka päivä tullee veden ja väkirehujen laskemisen ajalta, jonka

traktori pyöri tyhjäkäyntiä. Ylimääräisiä traktorityötunteja kutsutaan hukkatyötunneiksi. Hukkatyötunteja kertyy päivittäin noin 30 minuuttia, joka tarkoittaa, että työtunteja kertyy vuosittain 182,5 tuntia. Traktorityötunnin hinta on määritetty TTS Managementin avulla. Investoinnille olisi ollut myös mahdollista hakea investointi tukea, mutta tilalla koettiin, ettei näin edulliselle investoinnille kannata tukea hakea. Investointituki kohdistetaan myöhemmin kalliimpiin kohteisiin.

TAULUKKO 2. Projektin tuotot vuosittain

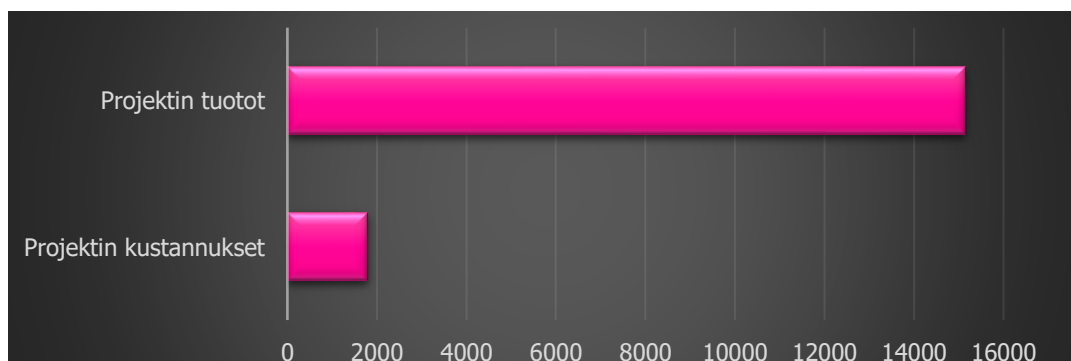
Projektin tuotot		
	€/vuosi	
Ihmistyöajan säästö	6028	$627\text{h/v} * 9,62\text{€/h} = 6028\text{ €/v}$
Hukkatuntien säästö traktorilla	9125	$182,5\text{h/v} * 50\text{€/v} = 9125\text{ €/v}$
Yhteensä	15153	$30\text{ min/vrk} * 365 = 182,5\text{ h/v}$

Täyttöpöytäinvestoinnin kustannukset yhteensä olivat 8511 € oma työ mukaanluettuna. Vuosittain investoinnilla on kiinteitä kustannuksia, jotka säilyvät investoinnin jälkeen. Täyttöpöytien osalta kunnossapidon osuus kasvoi ja energian kulutus nousi. Vakuutuksen hinnaksi määritin kiinteän 50 € jota käytetään yleisesti. Sähkön kulutuksen määrittämiseen käytin NK-tuotteen tuoteselosteita, joista näki sähkömoottoreiden tehot. Käyttöajat kaikilta sähkömoottoreilta mittasin yhden vuorokauden ajalta (liite 3).

TAULUKKO 3. Projektin kiinteät kustannukset.

Projektin kustannukset		
	€/vuosi	
Kunnossapito	1484	$7420\text{€} * 5\% = 371\text{ €}$ Laskettu 5 % kunnossapitokustannuksella.
Vakuutus	50	Vakuutus 50 e vuosi
Lisääntynyt sähkön kulutus	262,8	$438\text{ kWh/v} + 2190\text{ kWh/v} = 2628\text{ kWh/v} * 0,1\text{ €/kWh} = \text{€/v}$
Yhteensä	1797	

Projektia voi sanoa kannattavaksi, kun tuotot peittävät kustannukset. (taulukko 2) ja (taulukko 3) perusteella tulos on selkeä. Investointi tuottaa traktorin ajan säästön ja työajansäästön perusteella 15 153 €/v. Vuotuiset kustannukset pysyvät maltillisina. Kustannuksia kertyy 1797 €/v. Näiden erotuksen perusteella säästöä syntyy 13 356 €/v. Täyttöpöytien käyttäminen on taloudellisesti kannattavaa, kun pöytien sähkönkulutus on edullisempaa kuin traktorilla ainoastaan lastattuna.



KAAVIO 2. Projektin tuotot ja kustannukset.

7 POHDINTA

Muutoksilla tavoiteltiin työajan säästöä ja tavoitteeseen myös päästiin. Paalipöydällä ja silppurirehun pöydällä saadaan varastoitua kahden päivän rehut, eikä silppurirehua tarvitse säilyttää pitkää aikaa väli siilossa. Investointi oli kannattava, vaikka budjetti hieman ylittyikin. Budjetti pysyi kuitenkin mallillisena, kun investoinnin saa kuoletettua jo kahden vuoden käytön jälkeen pelkästään säästetyn työajan perusteella.

Suurin työajan säästö tulee siitä, kun karkearehuja ei tarvitse lisätä joka päivä. Lisäksi karkearehujen lisäämisen yhteydessä tehdään umpilehmille ja hiehoille seokset, jolloin seuraavana päivänä ei tarvitse tehdä kuin lehmille seokset. Lehmien seokseen lisätään ainoastaan traktorilla murskevilja, joka on murto osa appeen kokonaisesta valmistusajasta.

Työaikaa voitaisiin vielä säilörehujen korjuutekniikalla saada vähemmäksi. Lypsäville säilörehu tehtäisiin ainoastaan silppurilla ja pyöröpaalit olisivat ainoastaan umpilehmillä ja hiehoilla. Näin täyttöpöydät olisivat täydellä kapasiteetilla käytössä, eikä erillisiä seosrehuja tarvitsisi tehdä traktorilla lastattuna. Lisäksi hiehoille ja umpilehmille voitaisiin tehdä seoksia aina tarvittaessa, sillä nykyään joka toinen päivä tehtävä ape täyttää kapeahkon ruokintapöydän. Ruokintapöydällä tulee ongelmia lypsävien seoksen kanssa, jotka menevät herkästi sekaisin. Lisäksi hiehojen ruokintaa olisi helpompi säännöstellä, jos kesällä korjattu heinä on liian maittavaa, voidaan automatiikan avulla tehdä pienempiä annoksia ruokintapöydän tyhjetessä. Vaikka heinä olisikin optimaalista, saadaan tällä tavoin vähennettyä säilörehun hävikkiä, kun hiehoille tehdään apetta aina sen verran mitä ne kuluttavat. Suurien annosten tekemisen haittapuolena on, että osa rehusta menee pilalle ja pöydän joutuu puhdistamaan joka toinen päivä.

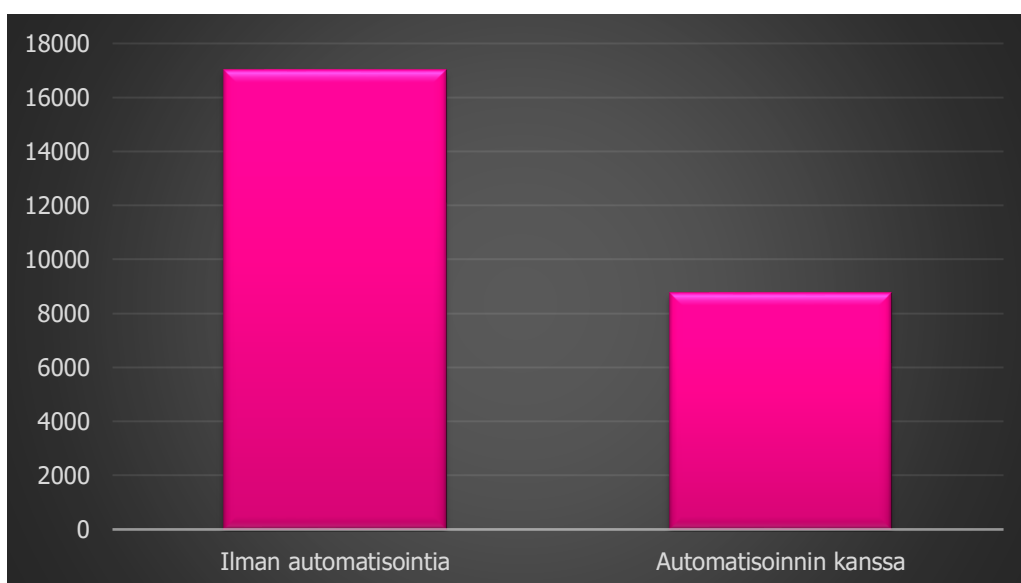
Täyttöpöytä projektin suunnitelmissa oli ostaa vielä lisäksi täyttöpöytä murskeviljan lastaamiseen, mutta käyttäjäkokemusten perusteella, joita sain laitetoimittajilta ja viljelijöiltä osoitti sen, että viljaruuvi on parempi vaihtoehto. Viljaruuvi on toimintavarmempi eikä vilja jää seinämiin kiinni, mikä on täyttöpöydillä mahdollista. Viljaruuvin toiminta perustuu siihen, kun murskevilja lisätään kartionmalliseen suppiloon (kuva 22) säiliön keskiosassa sekoitin, jonka avulla kostea murskevilja karisee pohjaruuville eikä jää reunoihin kiinni. Ruuvi kuljettaa viljan seosrehuvaunuun ja ohjelmaan asetetun kilomäärän mukaisesti sopivan annoksen.



KUVA 22. Pellonpajan murskeviljasiilo, koko vaihtoehtoja on 4 tai 8 m³. (Pellon Group Oy 2020.)

Tarjouksen kysyin Pellon Group Oy:ltä, jonka mukaan neljän kuution murskeviljasiilo saataisiin asennettuna tilalle 10 000 € alv 0 % hintaan. Murskeviljasiilolla työmenekki seosrehun teossa olisi 2,5 tuntia vuorokaudessa, joka on 0,6 tuntia vähemmän kuin nykyisellä menetelmällä. Käytännössä täyttöpöydät täytettäisiin vuoro päivin, jolloin vastaavasti vuoropäivin seosrehu valmistuisi automatiikan toimesta. Vuositasolla työaika seosrehun valmistukseen menisi 900 tuntia ja rahallisesti maa-seudun työnantajaliiton palkkatason 2 mukaisesti 8778 €/v. Jos tätä verrataan lähtötilanteeseen, jossa ei ollut täyttöpöytiä käytössä ollenkaan säästöä kertyy yhteensä 8252 €/v.

KAAVIO 3. Automatisoidun murskeviljajärjestelmän ja ilman automatisointia olevan järjestelmän työn hinnan ero vuosittain.



Automatisointia kohtaan on tietynlaisia ennakkoluuloja, kun pelätään että laitteet ovat epävarmoja ja korjattavia laitteita tulisi liikaa. Olen tästä kuitenkin eri mieltä, kun asiat pidetään tarpeeksi yksinkertaisina. Automatisoituun järjestelmään ei laiteta liian monimutkaisia laitteita, joissa esimerkiksi pillkotaan rehua ennen seosrehuvaunua, jossa se tapahtuu kuitenkin. On otettava huomioon myös jälkimarkkinointi, eli järjestelmän varaosat on saatava läheltä tarvittaessa. Tämä on yksi olennainen syy miksi valitsin NK-tuotteen laitteet ja järjestelmän. Hakoniemen tilalta on lyhyt matka Pielavedelle ja varaosia on saatavilla myös viikonloppuisin.

Projekti oli mielestäni onnistunut ja tavoitteeseen päästiin. Pienien alkuvaikeuksien kautta saatiin odotettua työajan säästöä. Tilan työt voidaan tehdä kahden henkilön voimin ja päivällä jää aikaa tehdä myös lisä hommia tarvittaessa. Murskeviljalle tullaan hankkimaan oma siilo muutaman vuoden sisällä, jolloin työaika saadaan vähennettyä edelleen.

Opinnäytetyössä sivuttiin järjestelmän kannattavuudesta vain osa, mutta tästä olisi mielenkiintoista saada lisää tietoa. Seosrehuruokinnan automatisoinnista on tehty muutamia tutkimuksia, mutta kannattavuudesta ei niinkään. Automatisoinnin kannattavuus eri eläinkokoluokan karjoissa voisi olla mielenkiintoista jatkoa tälle työlle.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- AHO, Marko 2019. Seosrehuruokinnan automatisoinnin kannattavuus -tapaustutkimus suomalaisella lypsykarjatilalla. Helsingin yliopisto. Agroteknologia. Pro gradu -tutkielma. [Viitattu 2020-01-15.] Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/303058/Aho_Marko_Pro_gradu_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- ALHOLA, Kari., LAUSLAHTI, Sanna. 2000. Laskentatoimi ja kannattavuuden hallinta. Helsinki: WSOY
- ANTTILA, Tuomas 2020. Seko Samurai 5 600/200 seosrehuvaunu [verkkajulkaisu]. Koneviesti. [Viitattu 2020-10-24.] Saatavissa: <https://www.koneviesti.fi/kotiel%C3%A4intuotanto/artikkeli-1.951925>
- DELAVAL 2010. Karkearehuruokinnan tehostamiseen Delaval matoruokkijajärjestelmä. [Verkkolehti]. Delaval. [Viitattu 2020-11-03.] Saatavissa: http://www3.delaval.com/ImageVault-Files/id_19059/cf_5/BF500-matoruokkija.PDF
- DELAVAL 2017. Delaval seosrehuvaunut ja kiinteät apeseoittimet [verkkolehti]. Delaval. [Viitattu 2020-01-16.] Saatavissa: <https://docplayer.fi/10292670-Delaval-seosrehuvaunut-ja-kiinteat-ape-seoittimet-optimoituun-ja-tarkkaan-seosrehuruokintaan.html>
- FARMIT s. a. Seosrehuruokinta (TMR) vai täydennetty seosrehuruokinta (PMR) [verkkajulkaisu]. Farmit. [Viitattu 2020-02-16.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/ruokinta/seosrehuruokinta/seosrehuruokintaan-siirtyminen/tmr-vai-pmr>
- FARMIT s. a. Seosrehuruokinta [verkkajulkaisu]. Farmit. [Viitattu 2020-01-16.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/ruokinta/seosrehuruokinta>
- FINLEX 2016. SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI. L1135/2016. [Finlex. Lainsäädäntö]. [Viitattu 2020-10-31.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>
- HARTIKAINEN, Miika 2012. Ruokintalaitteiden toimivuus ja toiminnallisuus nykyaikaisilla nautakarjatililla. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. [Opinnäytetyö]. [Viitattu 2020-10-24]. Saatavana: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/47416/Hartikainen_Miika.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- IKÄLÄINEN, Katriina, KETTUNEN, Toni 2016. Seosrehun tasalaatuisuus. Oulun ammattikorkeakoulu. [Opinnäytetyö]. [Viitattu 2020-10-26]. Saatavana: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/117973/Ikalainen_Katriina_Kettunen_Toni.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- IKÄVALKO, Heikki 2016. Suunnittele oikein seosrehuruokinta [verkkajulkaisu]. Nauta. [Viitattu 2020-02-16.] Saatavissa: <https://nauta.fi/hyvinvoiva-nauta/suunnittele-oikein-seosruokinta/>
- KNUUTILA, Jari 2004. Rehu menee sekaisin kolmella tyylillä. [Verkkolehtiartikkeli] Maatilan Pirkka. [Viitattu 2020-10-24]. Saatavana: http://www.maatilan.pirkka.fi/files/932-mp03_04.pdf
- KOIVISTO, Hannu 2015. Itsekulkeva apevaunu Scariboldi Suomeen [verkkajulkaisu]. Maaseutumedia. [Viitattu 2020-10-24]. Saatavissa: <http://www.maaseutumedia.fi/scariboldi-itsekulkeva-apevaunu-suomeen/>
- KOIVUOJA, Kirsi ja LAITILA, Eero 2012. Seosrehuruokintajärjestelmän valintaperusteet keski- ja pohjoispohjalaisilla lypsykarjatililla. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. [Viitattu 2020-01-15.] Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/45838/Kirsi_Koivuoja_Eero_Laitila.pdf;jsessionid=314789606E14C736499CE46CC22A7C68?sequence=1
- KYNTÄJÄ, Juho, NOKKA, Sanna ja HARMOINEN, Taina 2010. Lypsylehmän ruokinta. Hämeenlinna: Karsiton Kirjapaino Oy.
- LÄNTMÄNNEN s. a. Evät onnistuneeseen seosrehuruokintaan [verkkajulkaisu]. Lantmännen feed. [Viitattu 2020-02-16.] Saatavissa: <HTTPS://WWW.LANTMANNENFEED.FI/AJANKOHTAISTA/EVAAT-ONNISTUNEeseen-SEOSREHURUOKINTAAN/>

MAASEUDUN TYÖANTAJALIITTO 2020. Maaseudun työnantajaliiton ja teollisuusliiton välinen maa-seutuelinkeinojen työehtosopimus. [Verkkojulkaisu]. Maaseudun työnantajaliitto MTA. [Viitattu 2020-11-9] Saatavissa: <https://www.teollisuusliitto.fi/wp-content/uploads/2020/03/Maaseutuelinkeinojen-tyoehtosopimus-2020%E2%80%932022.pdf>

MELA 2014. Turvallisesti töissä, suojaa itsesi [verkkojulkaisu]. Mela. [Viitattu 2020-10-24]. Saatavana: https://www.mela.fi/uploads/2019/01/3e0c2e23-suojaa_itsesi_2014.pdf

MOTONET 2020. Telwin vihreä hitsausverho. [Verkkojulkaisu]. Motonet [Viitattu 2020-12-6] Saatavissa: <https://m.motonet.fi/fi/tuote/7004233/Telwin-vihrea-hitsausverho-1740x1740-mm-telineella>

PELLON GROUP OY 2020. Pellon crimbox. [Verkkojulkaisu]. Pellon Group Oy [Viitattu 2020-11-12] Saatavissa: <https://www.pellon.fi/karjatalous/ruokinta/tayttolaitteet/crimbox/>

POHJOLA, Anneli 2007. Eettisyyden haaste tutkimuksessa. Julkaisussa: VIIINAMÄKI, Leena JA SAARI, Erkki (toim.) Polkuja soveltavaan yhteiskuntatieteelliseen tutkimukseen. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy 13-14.

PUUMALA, L., PALVA, R. & KARTTUNEN, J. 2007. Seosrehu rehunjakotapana- useimmin esitettyjä kysymyksiä. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2020-10-24]

TOIVONEN, Marika 2010. Seosrehuruokintakartoitus suomessa. Hämeen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. [Viitattu 2020-01-16.] Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16154/Toivonen_Marika.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TURTIAINEN, Marko 2011. Aperuokinta kiinnostaa yhä useampaa. Koneviesti. [Viitattu 2020-10-24]

TURUN KONEKESKUS s. a. Seko Samurai vaakaruuvivaunu [Verkkojulkaisu]. Turun Konekeskus. [Viitattu 2020-10-24] Saatavissa: <https://www.turunkonekeskus.fi/tuotteet/maatalouskoneet/seosrehuvaunut/seko-samurai-vaakaruuvivaunu.html>

TURUN KONEKESKUS s. a. Seko Tiger pystyruuvivaunu [Verkkojulkaisu]. Turun Konekeskus. [Viitattu 2020-10-24] Saatavissa: <https://www.turunkonekeskus.fi/tuotteet/maatalouskoneet/seosrehuvaunut/seko-tiger-pystyruuvivaunu.html>

LIITE 1: TYÖPÄIVÄKIRJA

Pvm	Työaika(h)	Tehty työ
17.4.2020	8	Välivaraston perusteellinen siivous ja pesu. Illalla metallitöiden valmistelua
18.4.2020	6	Pitkän täyttöpöydän rakentelua paaleille sopivaksi.
19.4.2020	4	Paalipöydän rakentelua
20.4.2020	4	Paalipöydän viimeistely(maalaamista). Illalla pöydän siirto suunnitellulle paikalle
21.4.2020	10	Mattoruokkijan tukirautojen muokkaaminen säilörehupöydän edestä pois. Tarvittavien osien hakeminen lisälmesta
22.4.2020	6	Täyttöpöydän siirto suunnitellulle paikalle. Poikkimaton telineen uudelleen suunnittelua.
1.5.2020	8	Poikkimaton kiinnitykseen tarvittavien komponenttien osto. Samalla haettu täyttöpöydän jalkojen alle sopivaa rautaa jatkoksi
2.5.2020	10	Rakentelu päivä, poikkimaton kiinnikkeiden rakentaminen.
3.5.2020	5	Poikkimaton asennus paikoilleen ja kivennäisruuvien pois ottaminen.
4.5.2020	5	Paalipöydän tukijalkojen hitsausta.
7.5.2020	5	Säilörehun täyttöpöydän jalkojen hitsausta
8.5.2020	8	Poikkimaton tukirautojen rakentaminen ja paikalleen asennus.
9.5.2020	8	Sähkömies paikalla, asensi johdotukset seinille ja täyttöpöydän ohjaimen seinälle paikoilleen ja kytki järjestelmään.
10.5.2020	8	Sähkömiehen työt jatkuu paalipöydän asennuksella.
11.5.2020	9	Järjestelmän käyttöönotto, laitteen valmistaja päivittämässä ohjelmaa ja kytkemässä toimintaan.
15 pv	104	h

LIITE 2: TYÖAIKAKIRJANPITO

Työaikakirjanpito ennen projektia		Työaika kirjapito jälkeen projektin	
1.1.2020	4	1.9.2020	1
2.1.2020	5,5	2.9.2020	5
3.1.2020	5	3.9.2020	1
4.1.2020	5	4.9.2020	5
5.1.2020	4	5.9.2020	2
6.1.2020	5	6.9.2020	5
7.1.2020	5	7.9.2020	1
8.1.2020	5	8.9.2020	5
9.1.2020	5,5	9.9.2020	2
10.1.2020	5	10.9.2020	5
11.1.2020	5	11.9.2020	1
12.1.2020	5	12.9.2020	5
13.1.2020	4	13.9.2020	1
14.1.2020	5	14.9.2020	5
15.1.2020	5	15.9.2020	1
16.1.2020	5,5	16.9.2020	5
17.1.2020	4	17.9.2020	2
18.1.2020	5	18.9.2020	5
19.1.2020	5	19.9.2020	1
20.1.2020	4	20.9.2020	5
21.1.2020	5	21.9.2020	1
22.1.2020	5	22.9.2020	5
23.1.2020	5,5	23.9.2020	1
24.1.2020	5	24.9.2020	5
25.1.2020	5	25.9.2020	2
26.1.2020	4	26.9.2020	5
27.1.2020	5	27.9.2020	1
28.1.2020	5	28.9.2020	5
29.1.2020	4	29.9.2020	1
30.1.2020	5,5	30.9.2020	5
Yhteensä	146		94

LIITE 3: SÄHKÖNKULUTUS

Sähkön hinta (keskimäärin per vuosi)	0,1	€/KWh							
	Laitteiden lkm	Teho kW	Käyttöaika h/vrk	Käyttöaste %	Kulutus kWh/vrk	Käyttökuukaudet	Kulutus kWh/v	Hinta/v	
Ruokinta									
Apevaunun moottori	1	32	4	80	102,4	12	37 376	3738	Arvio NK tuote
täyttöpöytä 1 (paalipöytä)	2	1,5	0,4	100	1,2	12	438	44	Arvio NK tuote
Täyttöpöytä 2 irtorehupöytä	2	3	1	100	6,0	12	2 190	219	Arvio NK tuote
Mattoruokkija	2	1,5	2	100	6,0	12	2 190	219	Arvio NK tuote
Mattoruokkijan pudotuskola	1	1	2	100	2,0	12	730	73	Arvio NK tuote
Viljaruuvit	2	1	0,5	100	1,0	12	365	37	Arvio NK tuote
Poikkimatto	2	1	2	100	4,0	12	1 460	146	Arvio NK tuote
Yhteensä	12	41	11,9	680	122,6	84	44749	4475	€/v