

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

SEOSREHURUOKINTA AHTAALLE RUOKINTAPÖYDÄLLE

Case Kannaksen tila

TEKIJÄ Leevi Hartikainen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala	
Tutkinto-ohjelma Agrologin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Leevi Hartikainen	
Työn nimi Seosrehuruokinta ahtaalle ruokintapöydälle. Case Kannaksen tila	
Päiväys	6.12.2022
Sivumäärä/Liitteet	40/0
Toimeksiantaja Kannaksen tila, Martti Hartikainen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Suomessa on rakennettu viimeisen 25 vuoden aikana paljon pihattonavetoita, joiden karkearehun jakolaitteisto alkaa olla käyttöikänsä lopussa. Uuteen tekniikkaan investoiminen mahdollistaa siirtymisen seosrehuruokintaan. Seosrehuruokinnasta on muodostunut viime vuosina aiempaa houkuttelevampi ruokintaratkaisu, sillä pitkälle jalostettujen pelletoitujen väkirehujen hinnat ovat kasvaneet merkittävästi. Esimerkiksi jo yhden lypsyrobotin mittakaavassa nykypäivänä voidaan puhua jopa 40 000 euron säästöistä, kun seosrehuruokinnassa voidaan hyödyntää tehokkaasti vähemmän käsiteltyjä rehukomponentteja sekä elintarviketeollisuuden sivutuotteita.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää teknologiaratkaisuja, joilla seosrehuruokinta on toteutettavissa sujuvasti ruokintapöydälle, minne sitä ei voida levittää suoraan seosrehuvaunusta. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Kannaksen tila, joka on siirtynyt seosrehuruokintaan vuonna 2018. Seosrehuruokintaan siirtymisestä huolimatta tilan karkearehunkäsittelytekniikkaa ei ole päivitetty toimimaan seosrehulla. Tästä seuraa paljon päivittäistä raskasta karkearehun käsittelyä käsivoimin, mikä kuormittaa turhaan tilan työntekijöitä. Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää ratkaisuja seosrehun jakamiseen ja valmistamiseen ilman ruumiillista tai liian haastavaa työtä. Tällöin työhön olisi mahdollista kouluttaa nopeasti myös uusia työntekijöitä tai lomittajia.</p> <p>Opinnäytetyössä löydettiin useita toimivia seosrehuruokinnan ratkaisuja, joista valikoitiin kolme hyvin erilaista ratkaisua tilalla myöhemmin päätettäväksi ja toteutettavaksi. Ensimmäisessä ratkaisumallissa hyödynnettäisiin nykyistä olemassa olevaa seosrehuvaunua ja kiskoruokkijaa seosrehun valmistamiseksi ja jakamiseksi. Ratkaisu vaatisi kuitenkin pienen laajennuksen rakentamista rehuvarastoon, johon täyttöpöytä sijoitettaisiin seosrehun tilapäisvarastointia varten. Toisessa ratkaisumallissa korvattaisiin nykyinen traktorivetoinen seosrehuvaunu, jolloin käytössä olevaan rehuvarastoon tehtäisiin pieni laajennus uudelle kiinteälle seosrehusekoittimelle. Uusi sekoitin kykenisi ruokkimaan tilan kaikki eläimet ja pienentäisi ruokinnan vuotuisia kustannuksia, kun seosten sekoitus tapahtuisi sähköllä. Kolmannessa ratkaisumallissa tilan seosrehun valmistusprosessi automatisoitaisiin, mikä vapauttaisi kaikkein eniten työaikaa sekä tehostaisi ruokintaprosessia tihentämällä seosrehun jakotahtia.</p> <p>Tulosten perusteella voidaan todeta, että erilaisia ratkaisuja eläinten seosrehuruokintaan on markkinoilla runsaasti. Erilaisia ratkaisuja myös ahtaampiin tiloihin on useita, mutta eri vaihtoehdot eroavat toisistaan esimerkiksi sen suhteen, miten automaattista ruokinnan halutaan olevan. Toimeksiantajan on tulevaisuudessa mahdollista hyödyntää löydettyjä ratkaisuja ruokintateknikassaan. Aihe voi myös kiinnostaa myös muita tiloja, joille ruokinnan kehittäminen on ajankohtaista.</p>	
Avainsanat seosrehut, rehun käsittely, ruokinta	

Field of Study Natural Resources and the Environment	
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries	
Author Leevi Hartikainen	
Title of Thesis Mixed feed solutions in tight spaces case in Kannas farm	
Date 6.12.2022	Pages/Appendices 40/0
Client Organisation /Partners Kannas farm, Martti Hartikainen	
<p>Abstract</p> <p>Over the last 25 years, a lot of free-range cow houses have been built in Finland, whose coarse fodder distribution equipment is starting to reach the end of its service life. Investing in new technology enables the transition to a mixed feeding system. In recent years, mixed fodder feeding has become a more attractive feeding solution than before, as the price of highly processed pelleted fodders have increased significantly. For example, even when talking about one milking robot the savings today could be close to 40 000 euros when less processed feed components and by-products of the food industry can be effectively utilized in mixed feed feeding.</p> <p>The purpose of the thesis was to find out technological solutions by which mixed feeding can be implemented smoothly to the feeding table, where it cannot be spread directly from the mixed fodder wagon. The client of the thesis was Kannas farm, which switched to mixed feed feeding in 2018. Despite the switch to mixed feed feeding, the farms course fodder processing technology has not been updated to work with mixed feed. This results in a lot of daily heavy handling of course fodder by hand, which unnecessarily stresses the workers on the farm. The aim of the thesis was to find solutions for dividing and preparing mixed feed without manual labor or difficult work. In this case, it would also be possible to quickly train new employees or vacation replacement workers for the job.</p> <p>In the thesis, several working solutions for mixed feeding were found from which three very different solutions were selected for later decision and implementation on the farm. In the first solution model, the existing mixed feed wagon and rail feeder would be used to make and spread the mixed feed. However, the solution would require the construction of a small extension to the feed storage, where the filling table would be placed for the temporary storage of mixed feed. In another solution model, the current tractor-driven mixed feed trailer would be replaced, in which case a small extension would be made to the existing feed storage for a new fixed mixed feed mixer. The new mixer would be able to feed all the animals on the farm and reduce the annual costs of feeding when the mixtures were mixed with electricity. In the third solution model, the mixed feed preparation process of the farm would be automated, which would free up the most working time and make the feeding process more efficient by increasing the distribution rate of the mixed feed.</p> <p>Based on the results, it can be concluded that there are plenty of different solutions for feeding animals with compound feed on the market. There are several different solutions even for tighter spaces, but the different options differ, for example, in terms of how automatic feeding is desired. In the future, it will be possible for the client to use the solutions which were found in their feeding technology. The subject may also be of interest to other farms for which the development of feeding is topical.</p>	
<p>Keywords mixed feed, feed processing, feeding</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	SEOSREHU.....	7
2.1	TMR-malli (Total mixed ration)	7
2.2	PMR-malli (Partial mixed ration).....	8
2.3	Kohdetilan navetan mahdollisuudet ja haasteet.....	9
2.3.1	Kiskoruokkija	9
2.3.2	Lely Vector	10
2.3.3	Kiinteä seosrehusekoitin.....	11
2.3.4	Täyttöpöytä.....	12
2.3.5	Mattoruokkija	13
2.3.6	Tuorerehukauha	13
3	TOIMEKSIANTAJA JA KEHITETTÄVÄT KOHTEET.....	15
3.1	Opinnäytetyön eettiset ja luotettavuuskysymykset	16
3.2	Nykyinen seosrehunkäsittelyn prosessi	16
3.3	Ruokintaprosessiin liittyvät tilat.....	19
3.4	Kehitystyöllä tavoiteltavat edut	21
3.5	Kehityskohteen rakennuksien sijainti ja kulkureitit.....	22
4	REHUVARASTON LAAJENNUS JA TOTEUTUSEHDOTUKSET.....	23
4.1	Täyttöpöytäjärjestelmä hyödyntäen tilan nykyistä seosrehuvaunua ja kiskoruokkijaa.....	24
4.2	Uusi kiinteä seosrehusekoitin	26
4.3	Kiskoruokkijasta matoruokkijaan	30
4.4	Lely Vector	30
4.5	Varajärjestelmä.....	34
4.6	Energiakustannusarvio eri järjestelmistä	35
5	POHDINTA.....	36
	LÄHTEET	38

KUVALUETTELO

KUVA 1. Tilalla käytössä oleva kiskoruokkija (Hartikainen 2022p)	10
KUVA 2. Lely Vector -automaattinen ruokintajärjestelmä (NHK-Dairy 2022a).....	11
KUVA 3. DeLaval VSM, kiinteä pystyruuvisekoitin (DeLaval 2022b)	12
KUVA 4. Täyttöpöytä (NK-Tuote 2021a)	12
KUVA 5. Pellon BF 450 -mattoruokkijajärjestelmä (Pellon Group 2022)	13
KUVA 6. Avant-tuorerehun jakokauha (Avant Tecno Oy 2022a).....	14
KUVA 7. Tilakeskus (Hartikainen 2018o)	15
KUVA 8. Seosrehun lastausta kiskoruokkijaan (Hartikainen 2022n).	16
KUVA 9. 7-piikkiset rehupihdit Avant-pienkuormaajassa (Hartikainen 2022a)	17
KUVA 10. Fiskars X Series -lumentyönnin, jota käytetään ruokintapöydän tyhjentämiseen ja rehuvarastosta viimeisen tyhjennyksen yhteydessä levinneen seosrehun lastaamiseen (Fiskars 2022).....	17
KUVA 11. Navetan ja rehuvaraston välinen palo-ovi (Hartikainen 2022j)	18
KUVA 12. Navetan ruokintapöytä, etualalla umpilehmiä ja taaempaan lypsissä olevia odottamassa uutta valmista seosrehuerää (Hartikainen 2022k).	19
KUVA 13. Rehuvarasto, johon valmis seosrehu puretaan. Kuvassa näkyy myös kiskoruokkija, johon rehu lastataan pienkuormaajalla (Hartikainen 2022l).....	20
KUVA 14. Hiehonavetan ahdas kulkuovi (Hartikainen 2022d)	21
KUVA 15. Asemapiirros pihatosta ja rehustamosta (Hartikainen 2022b)	22
KUVA 16. Rehuvaraston laajennuksen paikka (Hartikainen 2022m)	23
KUVA 17. Läpileikkauskuva rehuvaraston laajennuksesta, jolloin varastoon mahtuu 7 metrin täyttöpöytä mittakaavassa 1/100 (Hartikainen 2022i).....	25
KUVA 18. Cormall MtX -seosrehusekoitin (Cormall 2015b).....	26
KUVA 19. Asemapiirros, johon on muokattu tornisiilojen paikat ja karkearehun kuljetusreitti (Hartikainen 2022c).	27
KUVA 20. Läpileikkauskuva uudesta rehuvarastosta seosrehulaitteistoinen mittakaavassa 1/100 (Hartikainen 2022h)	28
KUVA 21. Julkisivukuva uudesta rehuvarastosta laajennuksineen mittakaavassa 1/100 (Hartikainen 2022f)	29
KUVA 22. Lely Vector -lastauskoura (Hartikainen 2022g)	31
KUVA 23. Kuvaleike Lely Vector -hahmotelmasta pohjapiirrokseen Kannaksen tilan navettaan ilman ulkoista kääntöpaikkaa (Sohlo 2022)	32
KUVA 24. Kuvaleike Lely Vector -hahmotelmasta pohjapiirrokseen Kannaksen tilan navettaan ulkoisella kääntöpaikalla (Sohlo 2022)	32
KUVA 25. Julkisivu kuva Vector-rehukeittiöstä (Hartikainen 2022e).....	33

1 JOHDANTO

Suomeen on rakennettu paljon pihattonavetoita, jotka on suunniteltu erillisruokintaan. Nykyään kuitenkin seosrehuruokinnasta on tullut aiempaa houkuttelevampi ruokintekniikka pitkälle jalostettujen ostorehujen hintojen noustessa. Erillisruokinnassa navettojen ruokintapöydät ovat tyypillisesti ah-taita, koska niitä ei ole alun perin suunniteltu ajettavaksi seosrehuvaunulla. Erillisruokintanavetoissa väkirehujen saanti on tyypillisesti järjestetty väkirehukioskeilla ja korsirehut tarjoillaan eläimille ruokintapöydälle. Tästä seuraakin se ongelma, miten olisi mahdollisimman vaivatonta saada valmis seosrehuerä lehmien eteen ruokintapöydälle siirryttäessä seosrehuruokintaan, kun sen jakaminen seosrehuvaunulla ei ole mahdollista ruokintapöydän ahtauden vuoksi. Valmiiksi jauhettua ja sekoitet-tua seosrehuerää ei tulisi käsitellä turhaan, sillä se aiheuttaa seoksessa komponenttien lajittumista. Lajittumista tapahtuu erityisesti kuivissa seoksissa, joissa kosteus ei riitä sitomaan rehukomponent-teja yhteen. Lajittumista voidaan estää myös lisäämällä seokseen elintarviketeollisuuden sivutuot-teita, kuten tuoreleikettä tai mäskiä (Farmit julkaisuaika tuntematon e).

Erilaisia rakennusratkaisuja navetoiden ruokintapöydillä on monenlaisia mutta niitä yhdistää se, että navetan ruokintapöydälle ei yhdellä jakokerralla ole mahdollista tai tuotannon näkökulmasta järke-vää levittää vuorokaudeksi riittävää seosrehuerää. On kuitenkin otettava huomioon, että vaikka seosrehuerä valmistettaisiin vain kerran vuorokaudessa, voi olla järkevää seoksen maittavana pysy-misen kannalta, että seosrehuerä jaettaisiin ruokintapöydälle useammassa kuin yhdessä erässä. Itse pidän seosrehuruokintaa toimivana ratkaisuna vain, mikäli yksi seosrehuerä riittää vähintään vuoro-kaudeksi, jos ulkopuolista työvoimaa ei ole palkattu tilalle. Muuten seoksen teko vie helposti liikaa työaika vuorokaudessa, kun eri rehukomponentteja voi olla monia. Syitä, miksi seosrehu ei riittäisi vuorokaudeksi, voi olla vaikkapa liian pieni seosrehuvaunu tai seosta ei saada säilymään kuumina päivinä. Jos jokin seoksen komponenteista on huonolaatuinen, se altistaa koko seoksen pilaantumi-selle, sillä seosrehumassa on erinomainen kasvualusta pilaajamikrobeille. Jälkikäymistä voidaan kui-tenkin lämpimänäkin vuodenaikana hillitä muun muassa lisäämällä seokseen orgaanisia happoja tai niiden suolamuotoja. (Seppälä 2020.)

Opinnäytetyössä vertaillaan, millaisilla eri vaihtoehtoisilla ratkaisuilla seosrehuruokinta voidaan to-teuttaa kyseiseen navettaan ja selvittää rehustamon rakentamiseen liittyvät asiat (luvat, kustannuk-set, koko ym.). Lisäksi mitataan miten paljon aikaa vuorokaudessa nykyinen järjestelmä vie ja mitä kaikkia muita etuja järjestelmän kehittäminen tuo ruokintaan ja sen kustannuksiin. Projekti ei todelli-suudessa toteudu opiskelujeni aikaan, vaan opinnäytetyön tarkoituksena on löytää eri vaihtoehtojen vahvuudet ja heikkoudet.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii kotitilani Kannaksen tila, joka sijaitsee Pohjois-Savossa. Opin-näytetyön tavoitteena on kehittää tilalle mahdollisimman yksinkertainen ja hygieeninen seosrehun jako- ja valmistusjärjestelmä tilan navettaan, jonka ruokintapöydälle ei ole mahdollista ajaa traktori-veitoisella tai itse kulkevalla seosrehuvaunulla. Tilan pihattonavetta on valmistunut vuonna 2001 ja se on 64-paikkainen ja pohjarakenteeltaan 4-rivinen, jossa ruokintapöytä on sijoitettu navetan toi-seen reunaan. Tällöin ruokintapöydän mataluus ja kapeus ovat esteenä ajettaville seosrehuvaunuille.

2 SEOSREHU

Seosrehuruokinnalla tarkoitetaan ruokintaa, jossa karkearehun joukkoon sekoitetaan eläimien tarvitsemat väkirehut. Seosrehuruokinnan suurimpia etuja ovatkin monipuolisuus, kun seokseen voidaan sekoittaa hyvin monenlaisia ainesosia ja ruokateollisuuden hävikkitavaraa. Seosrehuruokinnan perusteena on siis saada eläimet syömään mahdollisimman paljon kuiva-ainekiloja. (Hankkija julkaisuaika tuntematon.)

Lypsykarjatiljoilla, jotka kasvattavat itse uudistushiehonsa, seoksia tehdään ainakin kaksi erilaista, lypsylehmille väkevä seos tilan parhaista rehuista ja hiehoille laimeampi seos karkeammasta rehusta. Tästä seoksesta tehdään mahdollisimman väkevää, jolla pyritään maksimoimaan lypsylehmien maidontuotos, kuitenkin siten, etteivät lehmät liho tai niiden pöstit happamoidu. Liian korkealla väkirehuprosentilla voi olla myös muita haittavaikutuksia karjaan kuten lehmien laiskistuminen ja jalkavaivat. Toisesta seoksesta tehdään huomattavasti laimeampi ja siihen lisätään usein hyvin kortisia komponentteja, kuten olkea tai heinää. Ruokinta pyritään optimoimaan siten, että nuoret eläimet eivät liho mutta kasvavat kuitenkin normaalisti.

Suuremmilla tiloilla on myös mahdollista erotella lypsylehmät useampiin ryhmiin siten, että ensikot ja heikompi tuotoksiset eläimet ovat eri osastoissa kuin kovempi tuotoksiset eläimet. Tällä tavalla on mahdollista saada ruokintaa kohdennettua aiempaa tarkemmaksi. Usein kuitenkin lehmän tuotokauden vaihe on tekijä, jonka mukaan eläimiä jaotellaan. Käännyttäessä loppulypsykaudelle eläin ei tuota enää niin paljon maitoa vaan alkaa lihoa. (Farmit julkaisuaika tuntematon a.) Tämä keino on kuitenkin vain suurempien tilojen käytössä, joilla on runsaasti työvoimaa, sillä useamman seosrehuerän tekeminen päivässä on työlästä, ellei seosten valmistusprosessia ole automatisoitu.

Käytettäessä vain yhtä seosta, ruokinnan säätelyn keinoiksi jää väkirehukioskit tai automaatiolypsykarjatiljoilla lypsyrobotin kautta on mahdollista tarjota houkutusrehun lisäksi muita väkirehujä (Karttunen 2004). Hyvän seosrehuruokinnan pohjana lypsylehmille toimii laadukas korsirehu, jonka D-arvo on noin 660–680 g/kg ka. Mikäli sulavuus on liian korkea, seos muuttuu liian vähäkuituiseksi, ja silloin seokseen on tarve lisätä jotain runsas kuituista korsirehua, kuten olkea tai kuivaa heinää. (Hankkija julkaisuaika tuntematon.)

2.1 TMR-malli (Total mixed ration)

TMR-mallilla tarkoitetaan seosrehuruokintaa, jossa kaikki väki- ja karkearehut sekoitetaan yhdeksi seokseksi eikä täydennysannoksia anneta väkirehukioskeista tai lypsyrobotista (Farmit julkaisuaika tuntematon c). Järjestelmä onkin käytössä lähinnä parsinavetoissa, lypsyasemapihatoissa sekä lihanautailoilla, sillä automaatiolypsulle on välttämätöntä antaa pieniä houkutusrehu annoksia lypsyrobotin kautta, jotta eläimillä olisi enemmän halua kulkea omatoimisesti lypsyrobotilla (Farmit julkaisuaika tuntematon a).

Ruokinnan etuihin kuuluu kustannustehokkuus, kun seoksissa voidaan hyödyntää vain vähän jatkojalostettuja tuotteita, ja hyvin toimiessaan ruokintarutiini on yksinkertaista ja sujuvaa. Tekniikan huonoja puolia on se, että hiehojen ja umpilehmien yhteinen kortisempi seos on vaikeampi rakentaa

molemmille sopivaksi erilaisten kivennäisvaatimuksien vuoksi. Lisäksi kun mahdollisuutta ei yksittäisten eläinten ruokinnankorjaamiseen enää ole, ongelmaksi voi muodostua karjan eläimet, joiden ruokinnalliset tarpeet eroavat toisistaan liian paljon. Tämä voi johtaa siihen, ettei ole enää mahdollista löytää riittävän hyvää yhteistä seosta. Suuremmissa yksiköissä voi tällöin kuitenkin olla mahdollista tehdä useampia erilaisia seoksia ja jakaa eläimiä navetassa eri ryhmiin. (Farmit julkaisuaika tuntematon c).

Kun ruokinta on mahdollista toteuttaa useammalla seosrehuerällä laimealla ja väkevällä. Väkevän seoksen laskennallinen tuotostaso on noin 40–45 litran mukainen, ellei suurempikin, mikäli karjassa on potentiaalia korkeaan tuotokseen. Ottaen kuitenkin huomioon, ettei laimeamman ja väkevemmän seoksen väkirehuprosentti ero ole yli 15 prosenttia. Tämä aiheuttaisi suuria pudotuksia maidontuotannossa, kun lehmä siirretään loppulypsykaudeksi laimeammalle seokselle. Lehmän päivätuotos ja kuntoluokka ratkaisevat siirtoajankohdan väkevästä seoksesta laimeammalle. Liian pitkään väkevällä seosrehupuolella olevilla eläimillä on taipumusta lihoa tai laiskistua, jolloin ne eivät kulje omatoimisesti lypsyrobotilla. (Farmit julkaisuaikatuntematon a.)

TAULUKKO 1. TMR-seoksen suositellut ravinnearvot (Farmit julkaisuaikatuntematon a)

	Korkeatuottoiset	Keski- ja matalatuottoiset
MJ/kg ka	Yli 11,70	11,2–11,5
Raakavalkuaista g/kg ka	Yli 175	170–175
OIV g/kg ka	Yli 100	95–98
Väkirehu % ka:sta	Noin 60	Noin 40–50

2.2 PMR-malli (Partial mixed ration)

Täydennetyllä seosruokinnalla tarkoitetaan sitä, että seokseen lisätään vain osa väkirehuista, jolloin ruokinnan potentiaalia säästetään muille väkirehun jakokeinoille, kuten väkirehukioskeille, lypsyrobo-teille tai lypsyasemalle. Tämä tuo mahdollisuuden kohdentaa kovempi tuottoisille eläimille täydennys väkirehuannoksia. Tämä tekniikka on käytössä laajalti automaatiolypsykarjatiljoilla, jolloin lypsyrobotin kautta tarjoillaan jotain hyvin maittavaa täysrehua, joka saa eläimet hakeutumaan lypsylle. Huonoja puolia on järjestelmän työllistyvyys, jolloin joudutaan käsittelemään enemmän yksittäisiä rehuja, rehunjakokalustoa ja säätämään väkirehuannoksia tuotoksen mukaan. (Farmit julkaisuaika tuntematon c.)

Kun ruokinnassa on käytössä väkirehulisiä, seosrehu lasketaan esimerkiksi 25–30 kilon maitotuotoksen tarpeiden mukaan, eikä silloin enää ole välttämätöntä antaa väkirehulisiä loppulypsykauden eläimille. Tällöin huolehditaan vain seosrehun riittävästä kuitupitoisuudesta. Jos kyseessä on automaatiolypsykarjatila, on hyvin tärkeää, ettei seoksesta tule liian väkevää. Liian väkevä seos voi saada lypsylehmet laiskistumaan, mikä vähentää niiden oma-aloitteellisuutta käydä lypsyrobotilla. (Farmit julkaisuaika tuntematon a.)

TAULUKKO 2. PMR-seokseen suositellut ravinnearvot (Farmit julkaisuaika tuntematon a)

MJ/kg ka	11,2–11,5
Raakavalkuaista g/kg ka	170–180
OIV g/kg	95–98
Väkirehu % ka:sta	40–50

2.3 Kohdetilan navetan mahdollisuudet ja haasteet

Seosrehuruokinnalle on tyypillistä, että valmis seos puretaan suoraan seosrehuvaunusta ruokintapöydälle, jolloin rehunjakotyö on vaivatonta. Tällöin ratkaisu on tehty jo todennäköisesti navetan suunnittelu vaiheessa, jolloin on päätetty investoida tilavaan ruokintapöytään. Jos kuitenkin kaivataan maksimaalista tehokkuutta katetusta pinta-alasta voi jokin muu ratkaisu olla erinomainen. Tällöin seosrehun valmistus- ja jakoprosessi tapahtuisi navetan tai rehustamon sisällä. Siksi on tärkeää, että karkearehuvarastot ovat riittävän lähellä navettaa, jotta prosessi on riittävän yksinkertainen ja tehokas. Kohdetilan navetan ruokintapöytäkäytävä on kohtalaisen tilava, joten se mahdollistaa edelleen useita erilaisia ratkaisuja. Haasteita kuitenkin tuo navetan pohjaratkaisu, koska sen ongelmana on ruokintapöydän lyhyys verrattuna eläinmäärään. Tästä seuraa seosrehun nopea menekki, kun kaikki eläimet eivät mahdu ruokailemaan samaan aikaan. Tällöin seosrehua on lisättävä pöydälle vähintään 8–10 tunnin välein.

2.3.1 Kiskoruokkija

Kiskoruokkijalla tarkoitetaan laitetta, joka liikkuu navetan ruokintapöydällä katosta roikkuvasta kiskosta. Kiskoruokkijoilla on mahdollista jakaa väkirehuja, karkearehuja tai valmista seosrehua (Suokangas 2014). Kiskoruokkijoissa on oma sähkömoottori, jonka avulla se kulkee kiskoa pitkin. Jotkin kiskoruokkijat on varustettu omalla akustolla, josta ne saavat tarvittavan virtansa. Tällöin lataus tapahtuu ruokkijan parkkipaikalla jossain kohti kiskoa, josta latauskäpälät saavat kontaktin sähköverkkoon. Kiskoruokkijoita on myös varustettu omalla pitkällä voimavirta kaapelilla, mille on rakennettu toinen kokonaan erillinen kisko. Kiskoruokkijan etuina on sen käytettävyyys ahtaissa navetoissa ja kohtalaisen yksinkertainen tekniikka, joten tekniikkaa on helppo huoltaa ja korjata. Oikein pidettynä se on pitkäikäinen ratkaisu, joka vähentää navetassa tehtävää fyysistä ja kuormittavaa työtä.

Kiskoruokkijoita on sekä automaattisesti toimivia tai pelkällä käsiajolla varustettuja. Tällä hetkellä tilan navetassa on käytössä manuaalisesti käytettävä kiskoruokkija, johon mahtuu nykyisellä eläinmäärällä noin 8 tunnin seosrehuannos. Automaattiset kiskoruokkijat liikkuvat ruokintapöydällä itseseen ja osaavat purkaa tarvittavan rehumäärän ruokintapöydälle. Automaattiset kiskoruokkijat voidaan ohjelmoida avaamaan automaattisia ovia matkallaan, jos on tarvetta katkaista ilmatila esimerkiksi palo-osastoinnin vuoksi.



KUVA 1. Tilalla käytössä oleva kiskoruokkija (Hartikainen 2022p)

2.3.2 Lely Vector

Lely Vector on kaikista muista ruokintalaitteista poikkeava ruokintajärjestelmä, joka vaatii toimiakseen rehukeittiön ja riittävän tilan ruokintapöydällä. Järjestelmä on täysin automaattinen, kunhan vain pidetään huolta, että rehukeittiössä on aina tavaraa lastauskouran saatavilla. Vector on siis pieni sähköllä toimiva seosrehusekoitin, joka tekee automaattisesti pieniä seosrehueriä useita kertoja päivässä sekä jakaa seokset ruokintapöydälle. (NHK-Dairy julkaisuaika tuntematon.)

Rehukeittiö sijaitsee useimmiten samassa rakennuksessa kuin ruokittavat eläimet, mutta rehukeittiö voidaan sijoittaa myös täysin erilliseen rakennukseen. Rehukeittiössä rehukoura lastaa sekoittimeen reseptin mukaisen seoksen tavaraa ja levittää sitä aina tarpeen mukaan ruokintapöydälle. Järjestelmä analysoi ruokintapöydän rehumäärää aktiivisesti rehun siirron aikana rehuanturilla, jolloin ruokintapöydällä on aina tarpeellinen määrä tuoretta seosrehua eläinten saatavilla. Järjestelmä on myös mahdollista varustaa käyttämään säilörehutoriiniin säilöttyä karkearehua, mikäli tilalla on käytössä repijä järjestelmällä varustettu säilörehutoriini. Itse rehustamosta suositellaan tehtävän niin suuri, että sinne olisi mahdollista lastata kolmen vuorokauden karkearehut etukäteen, karkearehu säilyy kaikkein parhaiten, kun se on varjossa ja se on leikattu siisteinä paloina laakasiilosta. (NHK-Dairy julkaisuaika tuntematon.)

Järjestelmässä voidaan hyödyntää hyvin monenlaisia eri rehuja ja teollisuuden ylijäämäaineita. Kaikki väkirehut ynnä muut sellaiset lastataan vaunuun esimerkiksi spiraalikuljettimilla pudotusputkien kautta. Mielestäni järjestelmä on hyvin varteen otettava vaihtoehto vaikkakin ruokintapöydän tila hyvin tiukalla kyseiselle järjestelmälle. Vector-järjestelmä vaatii vähintään ruokintapöytäkorkeutta vähintään 2,7 metriä ja leveyttä 2,8 metriä eli navetan ruokintapöydän mitat ovat riittävät järjestelmälle pienillä muokkauksilla. (Sohlo 2022.) Vector-järjestelmällä on myös mahdollista tehdä eri eläinryhmille omia seoksia, joita ei käytännössä muuten liian suuren työllistävyyden vuoksi tule tehtyä (Lely 2018). Esimerkiksi kohdetilalla umpilehmien osasto on samalla ruokintapöydällä ennen lypsylehmien osastoa eli järjestelmä voisi tehdä oman rehuseoksen myös umpilehmille.



KUVA 2. Lely Vector -automaattinen ruokintajärjestelmä (NHK-Dairy 2022a)

2.3.3 Kiinteä seosrehusekoitin

Kiinteällä seosrehusekoittimella tarkoitetaan yleensä sähkövirralla pyöritettävää seosrehuvaunua. Vaunuja on saatavilla sekä vaaka- että pystyruuvina. Kiinteällä seosrehusekoittimella on mahdollista valmistaa useita eri seoksia eri eläinryhmille ja sekoittimen voi varustaa myös omalla täyttöpöydällä, johon lastataan karkearehuja ja järjestelmä hoitaisi seoksien komponenttien annostelut täysin automaattisesti sekoittimeen. Tällaiset järjestelmät kuitenkin vaativat navetalta suuria rehuvarastoja, vaikkakin lattia pinta-alaa säästyykin navetan ruokintapöydällä, kun seokset levitetään yleensä matto- tai kiskoruokkijalla. Kiinteä seosrehusekoitin voi olla itsessään hyvin pienikokoinen kyseiselle eläinmäärälle, jos sen toiminta on täysin automaattista. Tällöin pidetään vain huolta, että sekoittimen täyttölaitteissa on aina tavaraa, että sekoitin voi sekoittaa seoksia itsestään sille määritetyillä ajankohtina.

Kiinteällä seosrehusekoittimella voidaan kerryttää huomattavia säästöjä polttoainekuluissa, kun itse seosrehun sekoitusprosessissa ei tarvitse käyttää polttoöljyä, ja aikaa ei myöskään kulu itse rehunkoprosessiin. On kuitenkin otettava huomioon, että seosrehunteko tarvitsee lyhytaikaisesti huomattavan suuren määrän sähköä. Tällöin tilan pääsulakkeiden riittävyys on varmistettava, jotta myös muut yhtä aikaa olevat toiminnot pysyvät päällä kaikissa tilanteissa. (DeLaval julkaisuaika tuntematon a.) Kiinteää sekoitinta tilalle mietittäessä olisi hyvä nykyiset pääsulakkeet varmuuden vuoksi päivittää vähintään 63-ampeeriin.

Tilan laajennettuun rehuvarastoon olisi myös mahdollista sijoittaa kiinteä seosrehuvaunu, joka toimisi sähkövirralla. Tässä tapauksessa sen karkearehun lastaus tulisi todennäköisesti toteutettua edelleen traktorilla, koska tilaa on rajallisesti uudelle rehuvarastolle, jolloin itse seosrehusekoitin vie tilan täyttöpöydältä, kun rakennustilaa on muiden rakennusten sijainnin takia niukasti.



KUVA 3. DeLaval VSM, kiinteä pystyruuvisekoitin (DeLaval 2022b)

2.3.4 Täyttöpöytä

Täyttöpöydällä yleisesti tarkoitetaan suurta kaltevaa kuljetinta, jonka pohjassa on rehua eteenpäin kuljettava kolaketju. Täyttöpöydillä voidaan toteuttaa rehun tilapäisvarastointia ja lastausta erilaisiin rehunjakolaitteisiin. Täyttöpöytiä voi olla useita, jolloin automaattinen järjestelmä kerää tarvittavan rehumäärän eri täyttöpöydiltä ja sekoittaa sitten reseptin mukaisen seoksen (Farmit julkaisuaika tuntematon d.) Täyttöpöydillä voidaan varastoida ja kuljettaa pelkkää karkearehua kuin valmista seosrehuakin. On myös olemassa täyttöpöytäkuljettimia, jotka on suunniteltu erikseen murskeviljalle (NK-Tuote Oy 2021). Täyttöpöydän kuljettimen nopeutta voidaan säätää taajuusmuuntimella sopivan hitaaksi, jotta rehu putoaa tarpeeksi hitaasti ja tarkasti siitä seuraavalla kuljettimelle tai sekoittimelle. Täyttöpöydät ovat kohtalaisen edullisia ratkaisuja rehun tilapäisvarastointiin ja ovat pitkäikäisiä pienellä huoltotavalla.



KUVA 4. Täyttöpöytä (NK-Tuote 2021a)

2.3.5 Mattoruokkija

Mattoruokkijalla tarkoitetaan navetan ruokintapöydällä olevaa hihnakuljetinta säilörehulle. Se sijoitetaan ylös ruokintapöydälle siten että ruokintapöydällä on mahdollista käydä työntämässä eläinten rehua lähemmäksi siten, ettei ihmisen tarvitse kulkea kumarassa. Mattoruokkija on hyvin varteenotettava, ellei jopa ainoa vaihtoehto navettoihin, joiden ruokintapöytä on ahdas ja erityisesti molemmille puolille ruokittaessa pöydän ei edes tulisi olla 1,8 metriä leveämpi, jotta rehu levittyy ruokijasta sopivalle kohtaa ruokintapöydälle. Mattoruokkija myös mahdollistaa ryhmäkohtaisen ruokinnan, mikäli eläimet on jaoteltu omiin osastoihin pihattonavetoissa, sama pätee parsinavetoissa, kun eläimet ovat kiinteästi omilla paikoillaan. (Suokangas 2014.)



KUVA 5. Pellon BF 450 -mattoruokkijajärjestelmä (Pellon Group 2022)

2.3.6 Tuorerehukauha

Tuorerehunjakokauhalla tarkoitetaan yleensä pienkuormaajaan kiinnitettävää karkearehun levitykseen käytettävää kauhaa, jossa on jonkinlainen pohjakuljetin rehunlevitystä varten. Pohjakuljettimen pyörimissuuntaa muuttamalla voidaan vaihtaa rehun levityspuolta, kunhan kauha on varustettu molemmiin puolisilla purkuluukuilla. Tuorerehukauhan etuja on, että sen voi lastata joko maasta tai suoraan seosrehuvaunusta. Esimerkiksi Avantin mallistosta löytyy suoraan tilalla olevaan pienkuormaimeen sopiva tuorerehukauha, jonka avulla on valmistajan mukaan mahdollista levittää 50 lehmän karkearehut vain 10 minuutissa. Kauhaan mahtuu 650 litraa rehua. (Avant Tecno Oy.)



KUVA 6. Avant-tuorerehun jakokauha (Avant Tecno Oy 2022a)

3 TOIMEKSIANTAJA JA KEHITETTÄVÄT KOHTEET

Työn toimeksiantajana toimii oma kotitilani, joka sijaitsee Pohjois-Savossa Kuopiossa. Tilan navetan pohjaratkaisu on 4+0 eli navetan ruokintapöytä on sijoitettu navetan toiseen reunaan. Tällöin navetassa on kolme lantakäytävää, yksi leveämpi ruokintapöydällä ja kaksi hieman kapeampaa parsirivistöjen välissä. Tämän pohjaratkaisun seurauksena on suhteellisen lyhyt ruokintapöytä, jolloin lehmillä on niukasti tilaa käydä syömässä. Tästä seuraa, että ruokintapöydälle ei mahdu kerralla ruokailemaan kuin reilu puolet lypsyosastossa olevista eläimistä. Siksi tuoreen seosrehun saaminen ympäri-vuorokauden on erityisen tärkeää, jotta eläimet, jotka ovat eläinten omassa hierarkiassaan alempana saavat myös syödä riittävästi.

Tilan navetta on valmistunut jo vuonna 2001 ja alkuperäisenä lypsytekniikkana oli asemalypsy, jolloin lypsyasema toimi 5+5 kalanruotolypsyasema. Lypsyaseman aikakausi kesti kuitenkin vain 10 vuotta kun päätettiin siirtyä robottilypsyyn. Tällöin nykyisten seinien sisältä vapautui uutta tilaa, kun tilaa vievä lypsyasemanpaikka saatiin muuhun käyttöön. Tällä oli myös positiivinen vaikutus keski-tuotokseen, kun korkea tuotoksiset lehmät pääsevät lypsylle useammin kuin kaksi kertaa päivässä. Navetan pohjaratkaisu mahdollisti robottilypsyyn siirtymisen hyvin, sillä jo navetan rakennus vaiheessa harkinnassa oli lypsyrobotti, siihen kuitenkin ei vielä rakennusvaiheessa päädytty tekniikan ollessa vielä hyvin alkeellista ja kallista. Tämän kyseisen pohjaratkaisun parhaita puolia on kuitenkin sen laajennettavuus, kun toisenkin makuuparsilantakäytävän päätyyn on mahdollista sijoittaa lypsyrobotti, eli tulevaisuudessa on mahdollista laajentaa navettaa 2 lypsyrobotille jatkamalla navettaa pidemmäksi.



KUVA 7. Tilakeskus (Hartikainen 2018o)

3.1 Opinnäytetyön eettiset ja luotettavuuskysymykset

Opinnäytetyössä käytetään sekä verkko- että painettuja aineistoja, ja tietolähteinä, erityisesti verkosta otettuun tietoon tulee suhtautua lähdekriittisesti, jotta tieto on relevanttia. Kaikki tieto mikä on peräsin lähteistä, myös kuvat taulukot yms. merkitään Savonian raportointiohjeiden mukaisesti lähdeluetteloon ja lähdeviitteet merkitään tekstiin välttämättä plagiointia. Opinnäytetyössä tullaan käymään läpi useiden erilaitevalmistajien tuotteita ja pyrin olemaan mahdollisimman avarakatseinen eri laite valmistajien tuotteisiin ja olla erityisesti mainostamatta ja suosimatta tietyn laitevalmistajan tuotteita.

Toimeksiantajalla on toive, että tilan tarkka sijainti ja yhteystiedot eivät ilmene opinnäytetyössä. Opinnäytetyö tulee julkaistavaksi Theseukseen siten, että sen tarkka sijainti ei ilmene työstä. Opinnäytetyön tarkoitus onkin selvittää eri järjestelmien toimintaa kyseisessä kohteessa ja vertailla niiden hyviä ja huonoja puolia. Eri laitteiden hinnat voidaan julkaista, jos ne ovat julkisesti tiedossa mutta joidenkin laitteiden hinta voi olla perustua ainut kertaan tarjoukseen ja silloin tarjousta ei julkaista opinnäytetyössä.

3.2 Nykyinen seosrehunkäsittelyn prosessi

Tässä osiossa kuvaan nykyisen koko seosrehunjakoprosessin yksityiskohtaisesti ja mittaan käytetyn työajan mikä kuluu, kun seosrehuerän koko on noin 3 600–4 000 kiloa. Tämä seosrehu määrä riittää nykyisellä eläinmäärällä noin vuorokaudeksi. Prosessi alkaa valmiin seoksen purkamisesta rehuvarastoon, josta se penkataan pienkuormaajalla siistiksi kasaksi rehuvaraston nurkkaan. Tämän jälkeen, kun seosrehuvaunu on tyhjennetty, se vietään takaisin parkkipaikalleen ja kiskoruokkia lastataan seosrehulla käyttäen pienkuormaajaa, joka on varustettu rehupihdeillä.

Kun lähdetään kehittämään tietynlaista prosessia, tulee tiedostaa kuinka paljon työaikaa siihen, kuuluu nykyisellä prosessilla. Yhdenvuorokauden noin 4 000 kilon seosrehuerän jakamiseen kuluu yhteensä aikaa noin 45 minuuttia. Tähän lasketaan seosrehun purku rehuvarastosta seosrehuvaunusta, kiskoruokkijan täyttöjä ja purkuja yhteensä kolme kappaletta sekä loppusiistintä.



KUVA 8. Seosrehun lastausta kiskoruokkijaan (Hartikainen 2022n).

Kaikkein hankalinta nykyisessä prosessissa on viimeisen 200–300 seosrehukilon lastaaminen kiskoruokkijaan, kun rehu on levinnyt ympäri rehuvarastoa ja sen lastaaminen ei onnistu konevoimin. Hyvin silputtu seosrehu on helposti varisevaa, eikä se pysy löyhästi ollessaan rehupihdeissä, kun rehupiikkien piikkiväli on 15 senttiä. Tämän vuoksi viimeistely on tehtävä käsivoimin. Tämä on välttämätön työvaihe, sillä vanha seosrehu pilaantuu vuodenajasta riippumatta nopeasti, jos sitä jää rehunkäsittelytiloihin. Samaan aikaan vanha seosrehuerä on useimmiten loppu navetan ruokintapöydältä, jolloin ruokintapöytä tyhjennetään käsin lumentyöntimellä, jäterehua on yleensä jäljellä noin 50 kiloa.



KUVA 9. 7-piikkiset rehupihdit Avant-pienkuormaajassa (Hartikainen 2022a)



KUVA 10. Fiskars X Series -lumentyöntin, jota käytetään ruokintapöydän tyhjentämiseen ja rehuvarastosta viimeisen tyhjennyksen yhteydessä levinneen seosrehun lastaamiseen (Fiskars 2022).

Seuraavaksi seosrehu levitetään ruokintapöydälle. Kiskoruokkija on täysin manuaalisesti käytettävä laite eikä siinä ole mitään automatiikkaa, joten työntekijän täytyy ohjata kiskoruokkijaa koko rehunjakoprosessin ajan. Itse jakoprosessi tapahtuu nopeasti eikä sitä koeta kuormittavaksi tai sille koeta olevan automatisoinnin tarvetta ainakaan nykyisellä tuotantomäärällä. Automatisointia vaikeuttaa erityisesti rehuvaraston ja navetan välissä oleva palokatko. Palokatkoilla tarkoitetaan palo-osastojen välisten läpivientien paloeristämistä ja palokaasujen tiivistämistä. Palokatkoille määritetään minimi kestoaika, jolla mahdollistetaan evakuoinnit ja lisävahinkojen ehkäisy. (Tytan palokatko opas julkaisu-
aika tuntematon.)

Tähän kohtaan rakennusta on määritetty seinälle ja ovelle EI 60 -paloluokitus. EI 60- paloluokitus edellyttää tiiviyyttä (E) ja eristävyyttä (I). Tiiviysvaatimuksella tarkoitetaan, ettei tuli saa läpäistä ovea ja eristävyydellä, ettei tulipalo saa levitä rakennuksessa kuumuuden vaikutuksesta. Luku 60 tässä paloluokituksessa merkitsee 60 minuuttia palon- ja lämmön kestävyyttä. (Sapa 2020.) Tässä tapauksessa palokatko erottaa myös kylmän ja lämpimän tilan. Tämä aiheuttaa ongelman, kun kovilla pakkasilla kylmän ja lämpimän tilan lämpötilaero voi olla yli 30 astetta. Kostean ilman vuoksi oven karmeihin kertyy nopeasti paljon jäätä, jolloin oven aukaisun yhteydessä jäätä joudutaan välillä poistamaan petkeleellä.



KUVA 11. Navetan ja rehuvaraston välinen palo-ovi (Hartikainen 2022j)

3.3 Ruokintaprosessiin liittyvät tilat

Lähtökohtana on pihattonavetan ruokintapöytä, jonka karkeat mitat ovat minimi korkeus 2,5 metriä ja leveys 3,1 metriä kun ei oteta huomioon ruokintapöydällä olevia kiskoruokkijan kiskorakenteita. Nykyisen kiskoruokkijan kiskon pituus ruokintapöydänpäästä rehuvarastoon on 47 metriä. Mataluuden ja kapeuden vuoksi ei navetan ruokintapöydälle ole mahdollista ajaa millään traktorivetoisella tai itse ajettavalla seosrehuvaunulla. Ruokintapöytä on kuitenkin rakennettu sen verran tilavaksi, että se mahdollistaa hyvin pienkuormaimella ajon, kiskoruokkijajärjestelmät, ja matoruokkijan.



KUVA 12. Navetan ruokintapöytä, etualalla umpilehmiä ja taaempänä lypsyssä olevia odottamassa uutta valmista seosrehuerää (Hartikainen 2022k).

Navetan päivittäinen rehunjakotyö vie huomattavan paljon aikaa, kun seosrehuruokintaa siirtymisen takia tarvittavia muutostöitä navetan rehuvarastoon ei ole tehty. Käytännössä tämä tarkoittaa, että valmis seosrehu puretaan seosrehuvaunusta rehuvaraston lattialle ja siitä se kasataan suureksi kassaksi rehuvarastoon. Kassasta seosrehu lastataan kiskoruokkiaan pienkuormaimella käyttäen rehupih-tejä. Sen jälkeen kiskoruokkijaa käytetään rehun levittämiseen ruokintapöydälle ja tarvittaessa lastataan toinen rehuera valmiiksi vaunuun. Tällöin voidaan laskea, että rehua on noin 16 tunniksi eteenpäin helposti levitettävissä sen ollessa tarpeellista. Kiskoruokkija toimii ainoastaan manuaalisesti eli sen toiminta edellyttää aina työtekijää.



KUVA 13. Rehuvarasto, johon valmis seosrehu puretaan. Kuvassa näkyy myös kiskoruokkija, johon rehu lastataan pienkuormaajalla (Hartikainen 2022I).

Tuli uudesta järjestelmästä seosrehun jakojärjestelmästä sitten millainen tahansa, on tilalla käytettävissä aina Avant 320S -liukuohjattava pienkuormain karkearehun jakoon nuorkarjanavettaan. Pienkuormaajan kokoa ei voi kasvattaa sillä jo nykyisen koneen mahtuminen hiehonavetan ovesta on todella tarkalla. Ovea ei ole mahdollista kovin helposti suurentaa, sillä navetan seinät on rakennettu graniittilohkareista, jolloin seinän muokkaaminen on kohtuuttoman suuri töistä. Kyseisellä koneella on tilalla muita käyttökohteita, johon suuremmat runko-ohjattavat pienkuormaajat eivät mahdu työskentelemään. Liukuohjattavan pienkuormaajan etuihin kuuluukin erittäin ahtaissa tiloissa työskentely, kun sen ohjaus tapahtuu vain renkaiden pyörimissuuntaa muuttamalla



KUVA 14. Hiehonavetan ahdas kulkuovi (Hartikainen 2022d)

3.4 Kehitystyöllä tavoiteltavat edut

Opinnäytetyö on kehittämistyö, jossa suunnitellaan tilan nykyiseen pihattorakennukseen uuden seosrehun jako- ja tekojärjestelmä. Järjestelmään vaatimuksena on rehunjaon helppous ja saada ruumiillista työtä vähennettyä mahdollisimman vähäiseksi. Järjestelmän oltava sellainen, että pihattoa voidaan tulevaisuudessa jatkaa siten että tuotantokapasiteetti tuplataan, eli nykyinen eläinmäärä tulisi ruokkia kerran kahdessa päivässä. Tällä tarkoitetaan seosrehuntekotyötä, joka vie kohtalaisen paljon aikaa. Projektin pääasioihin kuuluu uuden rehuvaraston tai rehustamon suunnittelu ja sopivimpien ruokintaratkaisuiden löytäminen. Itse rakennusprojekti ei vielä toteudu opiskelujeni aikaan, vaan opinnäytetyön tarkoitus on olla suunnitelma ja vertailu varten otettavista ruokintajärjestelmä vaihtoehdoista.

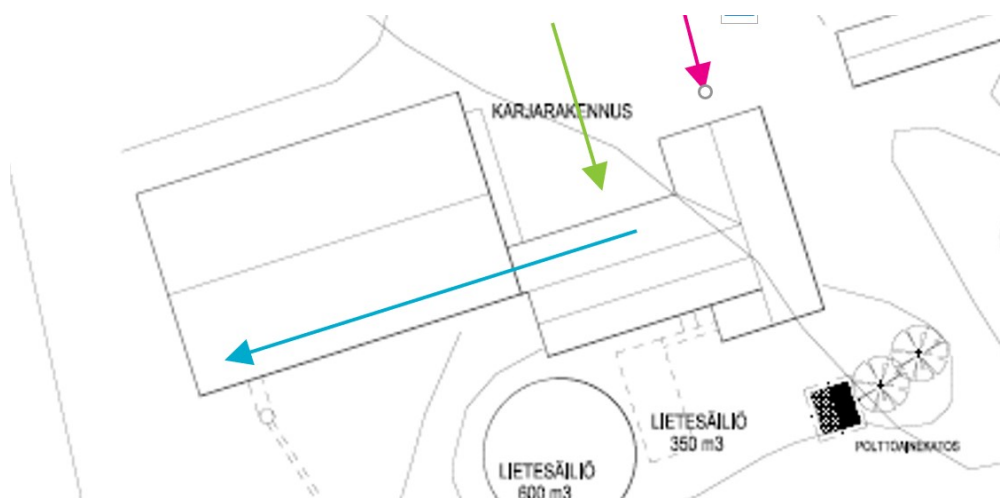
Kehitystyön tavoitteena on työmäärän vähenemisen lisäksi päästä eroon käsin tehtävästä ruumiillisesta työstä, jota syntyy, kun rehua lastataan kiskoruokkijaan. Seosrehu on varsin helposti leviävää tavaraa, joten sen lastaaminen pienkuormaajalla on sotkuista, kun seosrehua tippuu runsaasti rehu-
pihtien läpi ja ympäristöön leviävä tavara on kuormattava käytännössä käsivoimin kiskoruokkiaan. Seosrehun käsin lastaaminen on turhaa ja hyvin epäergonomista työtä, jolta voitaisiin välttyä kehittämällä järjestelmä, josta tavaraa ei pääse lentämään ympäriinsä. Uuden järjestelmän tärkeimpiä vaatimuksia on myös olla niin helppokäyttöinen, nopeasti opittava ja varma toiminen että uusien

työntekijöiden ja lomittajien on helppo oppia työprosessi kokonaisuudessaan niin nopeasti, että myös yrittäjällä on mahdollisuus pitää lomia. Tavoitteena on, että navetan päivittäinen työrutiini pysyisi miellyttävänä ja riittävän kevyenä. Tulee karkearehunkäsittelyketjun olla hyvin suunniteltu ja koneistettu siten, että kaikkien tuotantorakennusten rehunjakojärjestelmät toimivat yhdessä sen verran hyvin, että niiden käyttö on sujuvaa eikä aiheuta ylimääräistä ruumiillista rasitusta. Karkearehunjakotyö fyysisin keinoin on hyvin rasittavaa ja pitkässä juoksussa aiheuttaa ammattitauteja. (Karttunen 2004.)

Jo kohdetilan mittakaavassa voidaan rehukuluissa säästää noin 30 000–40 000 euroa. Seosrehun avulla on myös mahdollista sekoittaa eri korjuukierroksen rehuja keskenään, jolloin saadaan rakennettua tasaisempi ruokinta ympärivuoden. Esimerkkinä jos vaikka ensimmäisen sadon karkearehu on hyvin kortista ja kuivaa voidaan sitä sekoittaa kolmannen teon lehtevään, kostempaan ja vähä kuituisempaan rehuun.

3.5 Kehityskohteen rakennuksien sijainti ja kulkureitit

Sinisellä nuolella kuvataan kiskoruokkijan reittiä rehuvarastosta pihattoon ja vihreällä nuolella seosrehuvaunun reittiä rehuvarastoon, johon valmis seosrehu puretaan odottamaan jakoa lehmien eteen. Järjestelmän hyviä puolia on se, että kun rehua ei pureta suoraan lehmien eteen voidaan seosrehua tehdä kerralla 2 vuorokauden annos. Jos seos jaettaisiin suoraan pöydälle se ei pysyisi tuoreena kahta vuorokautta vaan korkeintaan vuorokauden. Tämä toimii kuitenkin vain vuoden viileinä kuukausina eli noin lokakuusta toukokuun alkuun. Tällä on kuitenkin suuri vaikutus tilalla tehtävään työmäärään.



KUVA 15. Asemapiirros pihatosta ja rehustamosta (Hartikainen 2022b)

Kuvaan on myös piirretty punainen nuoli, joka kuvaa nuorkarja rakennuksen rehunjakoa, nuolen osoittamassa paikassa on ovi, josta jaetaan eri reseptillä tehtyä seosrehua navetan ruokintapöydälle pienkuormaajalla. Tämä seosrehu on säilöttyinä navetan päässä nuolen vieressä ja sen kerta-annos kestää jopa neljä vuorokautta. Keino on käytössä vain viileinä vuodenaikoina johtuen seoksen jälkilämpenemis ongelmasta eikä myöskään mahdollista ole tehdä päivittäin niin pientä annosta, joka ei kerkeäisi pilaantua. Muina vuodenaikoina nuorkarjanavetan eläimet ruokitaan suoraan pyöröpaalista ja suurin osa eläimistä on laitumella kesä kuukaudet.

4 REHUVARASTON LAAJENNUS JA TOTEUTUSEHDOTUKSET

Nykyinen rehuvarasto on rakennettu vuonna 2001 ja se on alun perin suunniteltu käytettäväksi vain säilörehulle, jolloin kiskoruokkijan lastaus tapahtui pohjakuljettimella varustetusta peräkärrestä, mihin lastattiin säilörehua suoraa laakasiilosta. Perävaunu oli paikallaan rehustamon edessä, jolloin pohjakuljetinta käytettiin traktorin ulosotolla, jolloin rehu siirtyi suoraan kiskoruokkijaan. Rehuvaraston lattiapinta-ala on kuitenkin seosrehuruokintaan siirtymisen takia kuitenkin käynyt vähiin ja uudelle järjestelmälle kaivataan lisää pinta-alaa. Tarkoituksena on tehdä rehuvarastoon pieni tarvittavan kokoinen laajennus tuomaan uudelle seosrehuketjulle tilaa. Tavoitteena on kuitenkin pitää laajennus mahdollisimman pienenä ja tarpeen mukaisena rakennusten sijainnin takia, jotta navetan pihamaan kulkureitit eivät käy liian ahtaaksi liikkua erilaisella koneilla.

Rehuvaraston laajennussuunnitelmassa hyödynnetään rehuvaraston korkeutta, sillä aiemmin erillisuokinta aikaan rehuvarastossa oli kaksi väkirehusiiloa, minkä vuoksi rehuvarastosta on rakennettu hyvin korkea. Tästä on suuri apu, kun laajennus voidaan toteuttaa ainoastaan jatkamalla seinää kauemmaksi muokkaamatta rehustamon pulpettikaton kattokulmaa. Tällä tavalla rehustamoon mahtuisi 6–8 metriä pitkä täyttöpöytä tai seosrehusekoitin asennettuna nykyisen kiskoruokkijan yläpuolelle. Uuden laajennuksen mitat tulisivat olemaan 1,7–4 x 4,75 metriä tällöin kattokulman jatkuessa lastausoven korkeudeksi jää yli 3 metriä, mikä mahdollistaa rehuvarastoon asennettavien koneiden kuljettamisen ja rehun lastaamisen laitteistoihin traktorin etukuormaimella tai seosrehuvaunulla.

Kuopion rakennusvalvonnan teknisen asiantuntijan mukaan, vaikka laajennuksen pinta-ala tulee olemaan alle 20 m² on rakennuksen laajennukselle hankittava rakennuslupa, jolloin rakennus on merkitty laajennuksineen piirustuksiin. Jos rakennus ei olisi seiniltään katettu, eli kyseessä olisi seiniltään avonainen katos, rakennuslupaa ei vaadittaisi näin pienelle laajennukselle. Rakennuslupahakemus tehdään Lupapiste-palvelun kautta Kuopion kaupungin sivuilta käsin.



KUVA 16. Rehuvaraston laajennuksen paikka (Hartikainen 2022m)

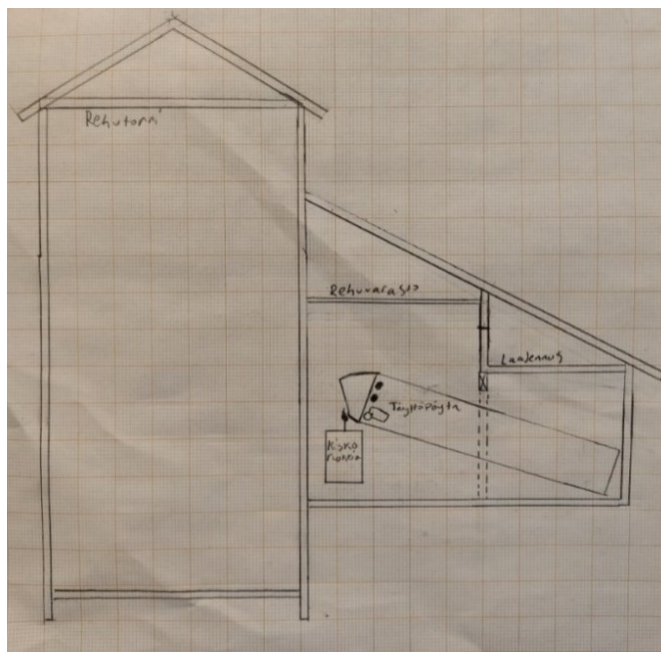
4.1 Täyttöpöytäjärjestelmä hyödyntäen tilan nykyistä seosrehuvaunua ja kiskoruokkijaa

Ratkaisussa hyödynnettäisiin nykyistä seosrehuvaunua ja seosrehunvalmistusketjua kokonaisuudessa eikä investoida suurta määrää rahaa hyvin erilaiseen tekniikkaan. Nykyinen seosrehun valmistus prosessi pysyy ennallaan ja ainoa ero nykyiseen prosessiin on, että valmis seos puretaan laajennetussa rehuvarastossa olevalle täyttöpöydälle. Täyttöpöytä ja uusi rehuvarasto on mitoitettu siten että siihen mahtuu nykyisen eläinmäärän kahden päivän seosrehut, mikä tulevaisuudessa mahdollistaa nykyisen navetan eläinmäärän kaksinkertaistamisen. Sekä nykyisellä eläinmäärällä vuoden viileinä kuukausina kahden päivän seosrehun valmistamisen kerralla. Täyttöpöydän on kuitenkin sovitettava tiettyihin mittoihin, jotta ratkaisu on toimiva ja järkevä.

Tilan nykyinen seosrehu vaunu on kooltaan 16 m^3 , ja sillä on mahdollista sekoittaa nykyiselle eläinmäärälle kahden vuorokauden seos. Tästä voidaan karkeasti päätellä, että täyttöpöydälle pitää mahtua noin $14\text{--}16 \text{ m}^3$ valmista seosta. Täyttöpöydän mittojen ollessa 7 metriä x 2,5 metriä saadaan pohjan pinta-alaksi $17,5 \text{ m}^2$, mikä tarkoittaa, että rehua tarvitsee olla vain alle 1 metrin paksuinen kerros täyttöpöydällä, että koko seos mahtuisi pöydälle. Todellisuudessa ei ikinä ole edes tarpeen saada kokonaista seosrehuerää mahtumaan täyttöpöydälle, sillä uusi seos valmistetaan aina entisen seoksen loppuessa mikä tarkoittaa, että uutta seosta levitetään ruokintapöydälle heti, kun se on valmistunut.

TAULUKKO 3. Täyttöpöydän mittavaatimukset

Pituus	7,5 metriä (+-0,5 metriä)
Leveys	2,3 metriä (+-0,2 metriä)
Laitojen korkeus	1–1,5 metriä
Seosrehuvaunun lastauskorkeus täyttöpöydälle	Max 1,5 metriä
Pudotuskorkeus kiskoruokkijaan	Min 2,2 metriä



KUVA 17. Läpileikkauskuva rehuvaraston laajennuksesta, jolloin varastoon mahtuu 7 metrinen täyttöpöytä mittakaavassa 1/100 (Hartikainen 2022i).

Tämä toteutus on yksinkertaisempi ja edullisempi kuin muut kehitys strategiat mutta käyttää edelleen paljon työaikaa ja sitoo seosrehun valmistusprosessiin edelleen kaksi traktoria ja käyttää vuositasolla huomattavan paljon enemmän polttoöljyä, kun seos sekoitetaan edelleen traktorilla. Tähän ratkaisuun kuitenkin tarvitsisi ainoastaan investoida täyttöpöytä, joka sijoitettaisiin laajennettuun rehuvarastoon nykyisen kiskoruokkijan päälle. Olisi myös mahdollista ostaa täyttöpöytä käytettynä sopivan ilmaantuessa myyntiin, sillä käytettyjä täyttöpöytiä näkyy olevan markkinoilla vuosittain jonkin verran. Mahdollisuutena olisi myös säästää rahaa ja toteuttaa projekti tulorahoituksella eikä tällöin tarvitsisi lähteä hakemaan ulkopuolista rahoitusta.

TAULUKKO 4. Rehuvaraston laajennuskustannukset täyttöpöydälle ja mahdollisuus käytetystä täyttöpöydästä

Rehuvaraston laajennus	Hinta € (Alv 0)
Routaeristys	80
Kattopellit	750
Laudat, verhoilu ja kattotuolit	2 500
Luvat, suunnitelmat, sähköt	2 000
Ovet	3 700
Lattian valu	700
Työvoima	2 000
Yhteensä	11 730
Mahdollinen käytetty täyttöpöytä	500–15 000

Nykyisin seosrehun valmistaminen kestää noin tunnin. Aika on huomattavasti pidempi, jos seokseen on lisättävä vettä, mutta se riippuu täysin minkälaisissa olosuhteissa säilörehua, on jouduttu korjaamaan satokaudella. Toteutuksella kuitenkin saavutetaan säästöä työajassa ja polttoaineessa, kun seosrehua ei tarvitse enää lastata pienkuormaajalla. Lisäksi seosrehun lastaus sujuisi siistimmin ja vaivattomammin, jolloin kuormittava lakaisutyö jää pois, kun rehua on helppo lastata napin painalluksella kiskoruokkijaan. Tämä säästäisi myös pienkuormaajaa huomattavasti, kun kaiken tilalla syötettävän seosrehun ei tarvitse kulkea enää pienkuormaajan rehupihtien kautta.

4.2 Uusi kiinteä seosrehusekoitin

Kiinteiden seosrehusekoittimien valmistajia on useita mutta eri valmistajien joukosta nousi erityisesti esille Cormall Multimix seosrehusekoitin, joka perustuu kahden kallistetun pohjaruuvien pyörimiseen. Ruuvit kuljettavat tavaraa kohti vaunun yläosaa, mistä tavaraa sekoittuu vyörymällä takaisin alas. Ratkaisussa on erityistä sekoittimen lastauksen helppous ja seoksen valmistumisen valvonta, kun sekoittimeen on helppo nähdä ja siihen on helppo lastata rehua esimerkiksi traktorin etukuormaajalla lastauskorkeuden ollessa hyvin matala. Kun kaikki komponentit on lisätty sekoittimeen ja seos valmiiksi sekoitettu sekoittimen pohjaluuksu avataan hydraulisesti ja valmis seosrehu putoaa, joko kiskoruokkijan tai vaihtoehtoisesti matoruokkijalle. (Cormall 2015.)

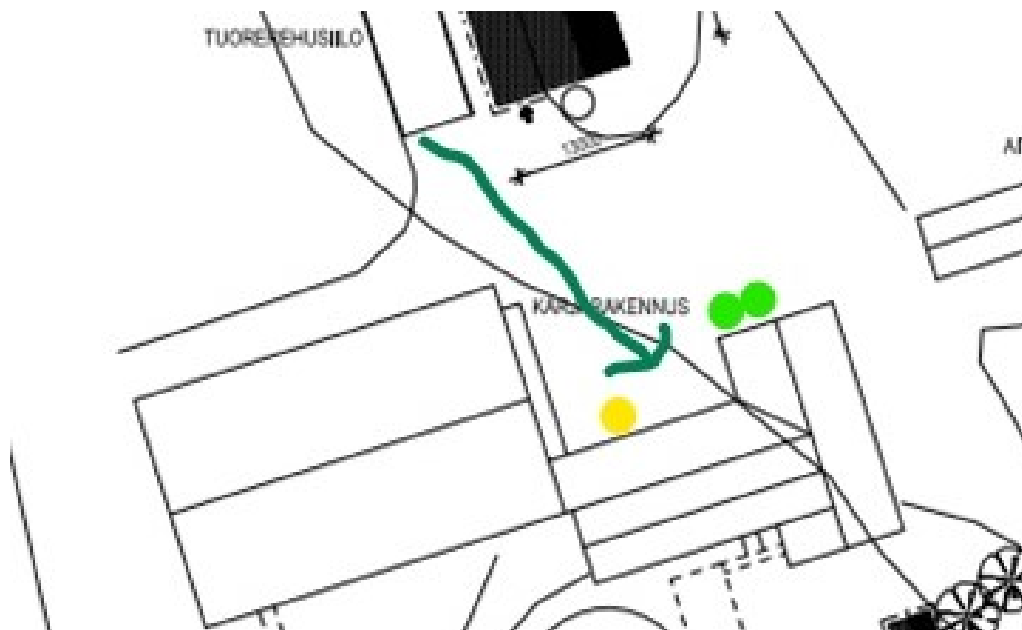


KUVA 18. Cormall MtX -seosrehusekoitin (Cormall 2015b)

Kun siirrytään sähköiseen seosrehusekoittimeen, vuotuinen säästö polttoöljyssä varovaisesti arvioituna, olisi noin 3000 litraa mikä tarkoittaisi nykyisellä noin 1,37 € (alv 0 %) polttoaineen litrahinnalla yli 4000 euroa säästöä. Sähkönkulutus kuitenkin kasvaisi huomattavasti, kun uusi sekoitin käyttäisi hetkellisesti päivässä suuren määrän sähköä mikä tarkoittaa, että tilan pääsulakkeiden kokoa on

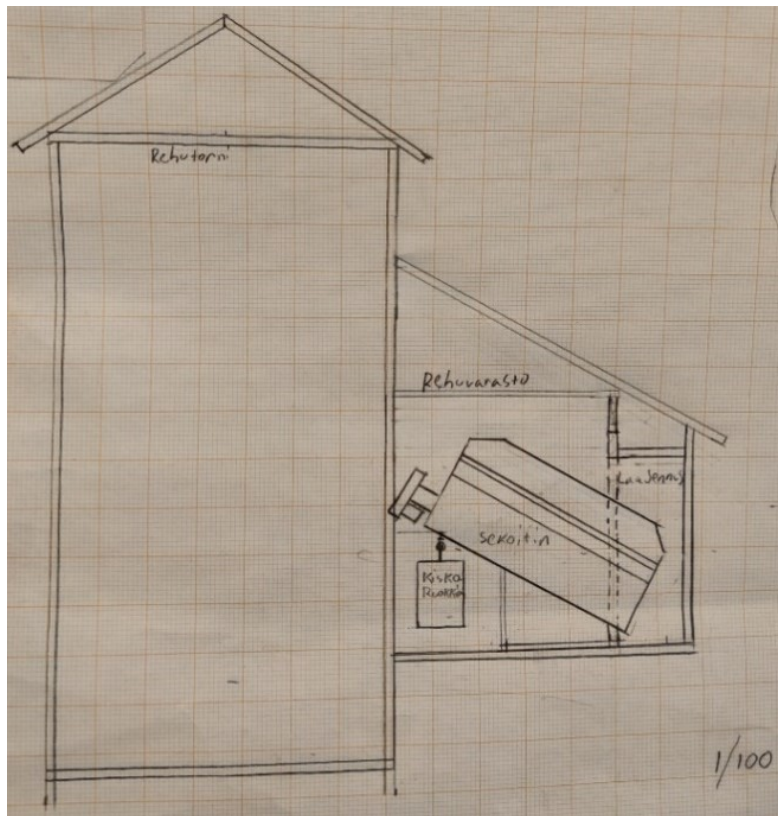
suurennettava pykälän verran isompiin eli 50 ampeerista 63-ampeerisiin. Sulakkeiden päivitys maksaa Savon voiman mukaan asiakaspalvelun mukaan 1010 euroa ja lisäksi sähkön kuukausittaiset sähkön siirtomaksut nousisivat noin 40 euroa.

Kiinteään sekoittimeen korsirehut ja murskevilja lastattaisiin traktorin etukuormaajalla ja vaihtoehtoinen kuivavilja voitaisiin lastata suoraan viljasiilosta tulevalla lastausruuvilla. Myös muut komponentit kuten rypsirouhe lastattaisiin sekoittimeen suoraan väkirehuruuvilla, mikä kuitenkin vaatii nykyisen rypsiapuristesiiilon uusimista nykyisen ollessa liian pieni ja soveltumaton ulkosiiloksi. Samalla olisi kannattavaa siirtää nykyinen robottirehusiilo uuteen parempaan paikkaan rypsiapuristesiiilon viereen, jolloin rehuauton reitti olisi mutkattomampi pihamaalla. Toimenpiteellä saataisiin lisää tilaa navetan pihamaalle mikä helpottaa teurasauton käyntiä. Siilot sijoitettaisiin nykyisen hiehonavetan pohjoispäättyyn alla olevan kuvan osoittamalla tavalla (vihreä). Karkearehun kuljettaminen on mutkatonta suoraan laakasiilosta, joka sijaitsee navetan vierellä (tumman vihreä). Keltainen pallo kuvaa robottirehusiilon nykyistä paikkaa.



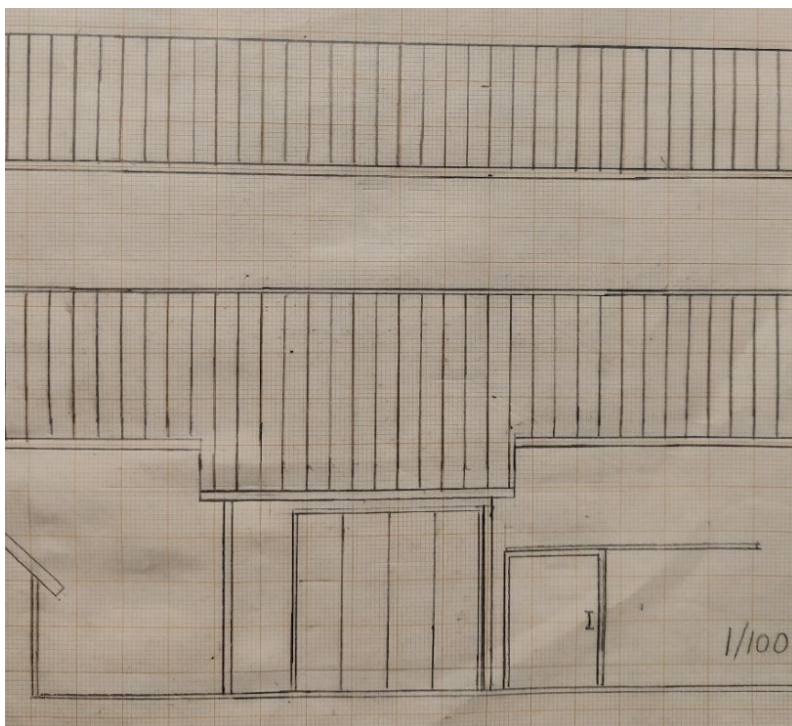
KUVA 19. Asemapiirros, johon on muokattu tornisiilojen paikat ja karkearehun kuljetusreitti (Hartikainen 2022c).

Uusi rehuvaraston laajennus olisi hyvin lyhyt vain 1,7 metriä. Tällöin rakennuksen räystäskorkeudeksi jää noin 4,3 metriä ja mahdollistaa sekoittimen lastauksen helposti traktorin etukuormaajalla. Rehuvarastosta kannattaa tehdä mahdollisimman kompaktinkokoinen, jotta navetan pihamaan kulku yhteydet eivät muutu liian ahtaiksi eikä rehuvaraston räystäslinja ehdi laskea liian alas, jotta sekoittimen lastaus sujuu helposti kolhimatta lastausoven yläkarmia. Rehustamon oviaukon korkeus tulisi olemaan 4 metriä ja leveys 4 metriä. Alla olevassa leikkauskuvassa näkyy miten kiinteä seosrehu sekoitin asettuisi rehuvarastoon.



KUVA 20. Lämpileikkauskuva uudesta rehuvuorastosta seosrehulaitteistoineen mittakaavassa 1/100 (Hartikainen 2022h)

Alla olevasta julkisivukuvasta nähdään uuden rehuvuorastonlaajennus, kun laajennuksen katto jatkuu pidemmälle alas. Rehustamon laajennuksen ovina toimii taitto-ovet, jotka ovat 4-lehtiset ja aukeavat ulospäin. Sekoitin sijoitetaan laajennuksen aivan oikeaan reunaan, jolloin sen vasemmalta puolelta voidaan kuljettaa hiehoseosta pienkuormaajalla. Kuvassa laajennuksen oikealla puolella on pienempi kulku- ja huolto-ovi, jonka kautta voidaan kuljettaa tavaraa navettaan. Sen kautta on myös mahdollista kuljettaa kiskoruokkija ulos sen vaatiessa korjausta. Huolto-ovi voidaan valmistaa rehustamon vanhoista liukuovista ja kiskoista pienentämällä toista liukuovea ja asentamalla kisko oikealle paikalleen.



KUVA 21. Julkisivukuva uudesta rehuvarastosta laajennuksineen mittakaavassa 1/100 (Hartikainen 2022f)

Kiinteä seosrehusekoitin tuo mukanaan myös haasteita, kun tilalla ei olisi enää traktorilla liikuteltavaa seosrehuvaunua. Tästä seuraa, että hiehoseoksen jakamisesta tulisi haastavampaa. Itse valmistus olisi nopeaa, kun seosta voitaisiin valmistaa noin kahden pyöröpaalin eli noin 1 000–1 500 kilon annos mikä riittäisi reiluksi kahdeksi vuorokaudeksi. Valmis seos purettaisiin rehuvaraston lattialle ja penkattaisiin rehustamoon pienkuormaajalla. Tästä kasasta seosrehua kuljetettaisiin hiehonavettaan pienkuormaajalla kolmella rehupihdillisellä yhdellä jakokerralla. Kuljetusmatka rehuvarastosta navetan ovelle olisi noin 20 metriä. Jos kiskoruokkijan tilalle asennettaisiin matoruokkija, sitä voitaisiin pyörittää takaperin ja siitä seosrehu putoaisi rehustamon lattialle. Tästä seos penkattaisiin kasaan rehustamoon ja kasasta rehua ajettaisiin pienkuormaajalla hiehonavettaan.

TAULUKKO 5. Rehuvaraston laajennuskustannukset kiinteälle seosrehusekoittimelle

Rehuvaraston laajennus ja tekniset kulut	Hinta € (Alv 0)
Routaeristys	80
Kattopellit	750
Laudat verhoilu ja kattotuolit	2300
Luvat, suunnitelmat, sähköt	4 000
Ovet	4 000
Lattian valu	500
Työvoima	1 300
Yhteensä	12 930

4.3 Kiskoruokkijasta matoruokkijaan

Tilan kiskoruokkija on tilan navetan alkuperäinen laite karkearehunjakoon, joten sillä on ikää jo yli 20 vuotta. Kiskoruokkija on täysin manuaalisesti käytettävä laite, joten sen käyttö vaatii aina työntehtäjän. Itse rehun jakaminen kiskoruokkijalla ei ole raskasta tai aikaa vievää työtä, joten sen käyttöä ei koeta kuormittavaksi tilalla.

Tulevaisuudessa jossain vaiheessa tulee kuitenkin vastaan, että tästä kiskoruokkijasta on luovuttava ja tilalle investoitaisiin uusi vastaava kiskoruokkija tai matoruokkija kuljettamaan seosrehua ruokintapöydälle. Matoruokkijan asentaminen tuo kuitenkin mukanaan haasteita, koska matoruokkijan vuoksi navetan ja rehuvaraston välille ei voida enää tehdä täysin ilmatiivistä seinää johtuen koko ajan paikallaan olevasta matoruokkijasta. Tähän olisi kuitenkin mahdollisena ratkaisuna rakentaa aukon ympärille sprinklerijärjestelmä, joka sumuttaisi vettä tulipalotilanteessa.

4.4 Lely Vector

Lely Vector-järjestelmässä automaatio on viety aiemmista ratkaisuista vielä paljon pidemmälle. Vector-järjestelmän soveltuminen ja asentaminen tilan navettaan on odotettua mutkattomampaa, sillä nykyinen rehuvarasto on kooltaan tarpeeksi iso myös korkeutensa puolesta. Purkamalla navetan ruokintapöydältä nykyinen kiskoruokkijajärjestelmä saadaan ruokintapöydälle tarpeeksi tilaa Vector-laitteen toiminnalle. Ainoastaan ruokintapöydän päähän on tehtävä 3,5 metrin matkalle 30 cm:n levennys, jotta sekoitin mahtuu pyörähtämään ympäri palatakseen latauspaikalleen rehustamoon. On myös mahdollista tehdä pieni laajennus navetan päähän ruokintapöydän kohdalle missä sekoitusrobotti kävisi pyörähtämässä ympäri. (Sohlo 2022.)

Järjestelmä ei vaadi varsinaisen rehustamon laajennusta vaan rehustamoon lisätään toinen lastausovi, josta rehuja tuodaan lastauskouran ulottuville. Lastauskouralla lastattaisiin kaikki karkearehuhut eli säilörehu ja kuivaheinä sekä lisäksi murskevilja. Murskeviljalle olisi mahdollista tehdä jonkinlainen kaukalo, josta lastauskoura ottaa tarvittavan määrän tavaraa. Murskeviljaa voidaan syöttää myös jollain toisella syöttölaitteella. Vector-laitteistoon investoitaessa murskeviljan valmistamisesta voitaisiin kuitenkin myös luopua, ja tällöin siirryttäisiin käyttämään kuivaa viljaa. Loput hienojakoiset ainekset kuten rypsipuriste ja kivennäiset lisätään sekoittimeen spiraaleilla ja pudotusputkilla. Ainoa navetan puolella lisättävä ainesosa on vesi, koska talviaikaan ongelmana on vesiventtiilin jäätyminen. Sekoitinrobotti pysähtyisi tässä tapauksessa ruokintapöydälle vesiventtiilin kohdalle, jos rehureseptiin on asetettu ainesosaksi vesi. (Sohlo 2022.)

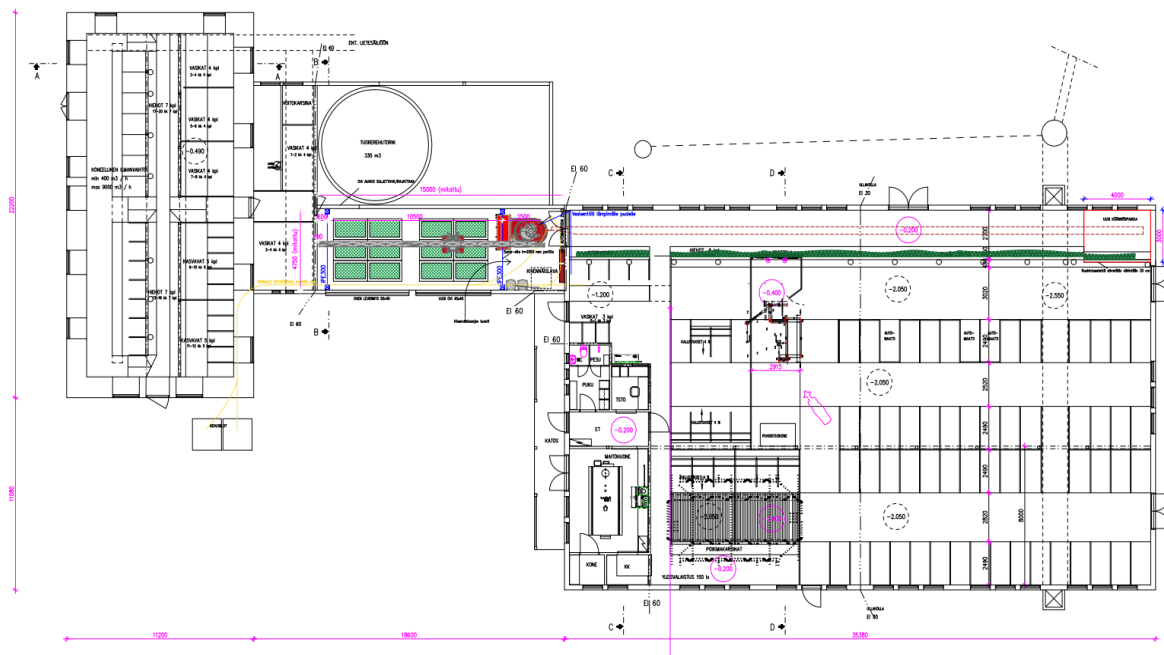


KUVA 22. Lely Vector -lastauskoura (Hartikainen 2022g)

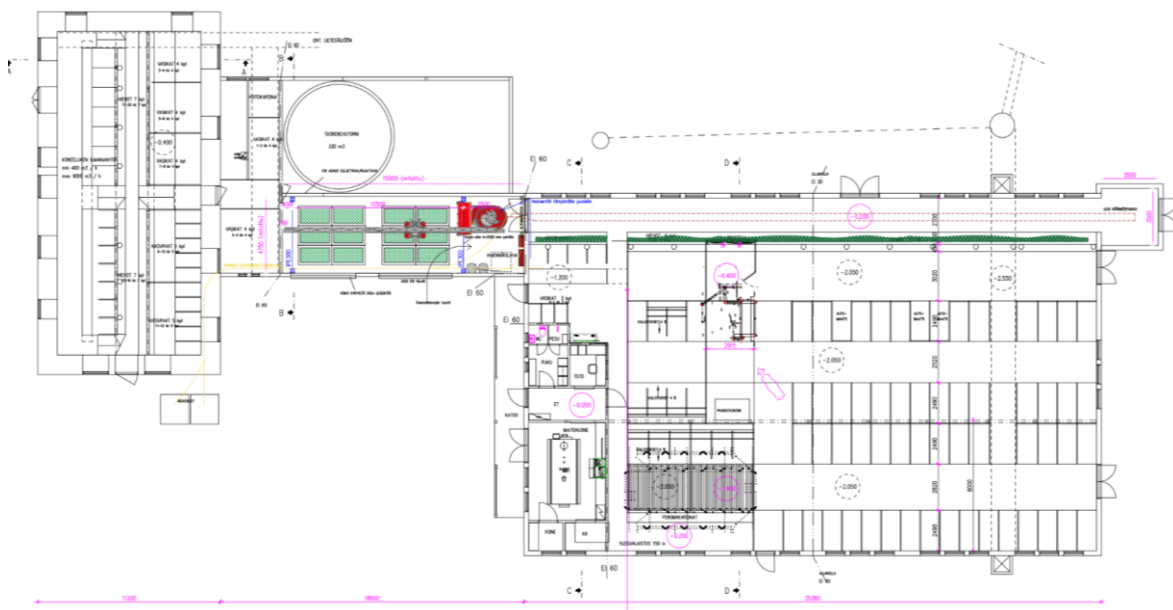
Nykyisen rehustamon koko on riittävä Vector-järjestelmälle, sillä laskennallisesti rehua mahtuu rehustamoon kolmen päivän tarpeisiin. Jos esiintyy tarvetta syöttää seassa kuivaa heinää se vie lattia-pinta-alaa jonkin verran, mistä seuraa säilörehualan supistuminen. (Sohlo2022.) Tämä on väistämätöntä koska Vector-järjestelmä ruokkisi myös tilan umpilehmät, jotka ovat saman ruokintapöydän äärellä. Umpilehmien seoksessa on välttämätöntä käyttää säilörehun lisänä olkea tai kuivaheinää, jotta seoksesta saadaan vähemmän energiapitoista.

Alla olevaan tilan navettarakennusten pohjapiirrokseen on tehty Vector hahmotelma Nhk-Dairyn Vector-koordinaattorin toimesta. Rehustamoon on piirretty vihreitä ruudukoita, joihin lastataan eri rehuja lastauskouran saataville. Ruudukoiden sisältö ohjelmoidaan järjestelmään ja lastauskoura lastaa sekoitinta määritellyin väliajoin. Rehustamon koko mahdollistaa sen täyden 2–3 päivän välein mikä mahdollistaa tulevaisuudessa navetan laajentamisen toiselle lypsyrobotille. Tällöin rehustamo kuitenkin jouduttaisiin täyttämään vuorokauden välein. En koe tätä kuitenkaan isoksi ongelmaksi, sillä rehustamon täyttö ei ole kovinkaan aikaa vievää eikä työ ole kuormittavaa tai haastavaa.

Kuvassa 23 on levennetty nykyisen ruokintapöydän päätä, mikä mahdollistaisi sekoitinrobotin ympäri pyörähtämisen navetan omien seinien sisällä. Kuvasta poiketen pyörähdysalueella ei olisi seosrehua mikä vähentäisi navetan ruokintapöydän pituutta. Kuvassa 24 näkyy navetan päähän tehty pieni lisäsiipi missä sekoitusrobotti kävisi kääntymässä ympäri palatakseen rehustamoon. Tällöin saadaan täysi hyöty rajallisen mittaisesta ruokintapöydästä.



KUVA 23. Kuvaleike Lely Vector -hahmotelmasta pohjapiirroksen Kannaksen tilan navettaan ilman ulkoista käänköpaikkaa (Sohlo 2022)

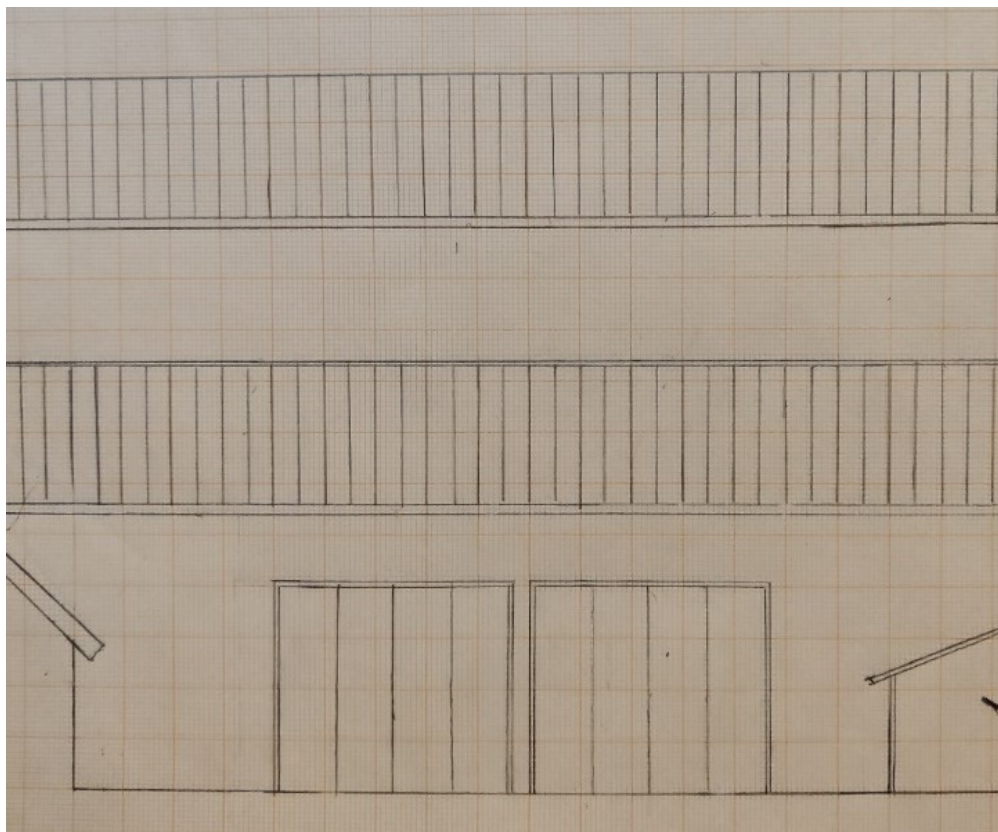


KUVA 24. Kuvaleike Lely Vector -hahmotelmasta pohjapiirroksen Kannaksen tilan navettaan ulkoisella käänköpaikalla (Sohlo 2022)

Järjestelmä tuo kuitenkin haasteita tilan hiehonavetan seoksen vuoksi. Vector-järjestelmä ei kykene ruokkimaan tilan hiehonavettaa, sillä se on liian ahdas. Vector ei rakenteensa vuoksi myöskään kykene tekemään riittävän isoa seosrehuerää yhteen kasaan johonkin kohtaan rehustamoa, josta sitä voitaisiin kuljettaa pienkuormaajalla hiehonavettaan. Periaatteessa olisi mahdollista tehdä lyhyt "ruokintapöytä" rehustamoon, johon Vector valmistaisi pienen seosrehuerän määriteltyyn aikaan. Tältä "ruokintapöydältä" rehu ajettaisiin hiehonavettaan tilan pienkuormaajalla. (Sohlo 2022.) Vector-järjestel-

mään päädyttyessä, hiehojen ruokinta tapahtuisi todennäköisesti muilla keinoin, esimerkiksi vain jakamalla suoraan rehua pyöräpaalista niin kuin tälläkin hetkellä toimitaan kesäisin osana aikana vuodesta. Laajennus tilanteessa nykyinen hiehonavetta ei joka tapauksessa olisi tarpeeksi suuri, jolloin sen käyttötarkoitus muuttuisi mahdollisesti vasikkakasvattamoksi.

Rehustamoon julkisivussa näkyy uudet 4,5 metriä leveät ja 4 metriä korkeat taitto-ovet, joista rehustamoa täytetään. Vectorilla voidaan syöttää paalirehua, mutta paalit olisi hyvä halkaista ennen sen jättämistä rehustamoon (Jokinen 2022). Pääosin käytettäisiin kuitenkin laakasiilorehua, jolloin rehun varastointi korkeina kakuina on tehokkaampaa. Korkeat rehukakut mahdollistavat suuremman rehun varastointikapasiteetin rehustamon lattiapinta-alalle. Kun rehu on leikattu siististi irti laakasiilosta, sen pilaantuminen tapahtuu paljon hitaammin. Jos järjestelmää huolletaan tai rehustamossa on tarve liikkua, järjestelmä kytkeytyy pois päältä, kun jokin rehustamon ovi aukaistaan. Ovet on varustettu turvakytkimillä, jotka estävät laitteen toiminnan jos jokin rehustamon ovi on auki (Jokinen 2022).



KUVA 25. Julkisivu kuva Vector-rehukeittiöstä (Hartikainen 2022e)

Investoinnin rahoitusta ajatellen projekti, joka ei laajenna olemassa olevia seiniä eli mikä ei ole rakennusprojekti, ei ole tilan kannalta niin edullinen kuin projekti, johon sisältyisi rakentamista. Tällöin järjestelmän asentaminen tulkittaisiin työympäristön parannusprojektiksi, jolloin siihen on ainoastaan mahdollista saada investointiavustusta 30 prosenttia hyväksytyistä kustannuksista. (Ikäheimo 2022.) Tässä tapauksessa olisikin hyvä harkita rehustamon laajentamista suuremmaksi esimerkiksi pidentä-

mällä pulpettikattoa. Tällöin projekti tulkittaisiin maatalouden rakennusinvestoinniksi (lypsy- ja nau-takarjatalous), jolloin investointiin voitaisiin hakea korkotukilainaa korkotukea ja investointitukea sekä investointitukeen nuorenviljelijän korotusta (Ikäheimo 2022). Jo pelkästään toisen piirustuksen (KUVA 23.) lisäksi voisi riittää täydentämään pykälän, jolla määritellään investointi rakennusinvestoinniksi työympäristön edistämisen investoinnin sijaan.

4.5 Varajärjestelmä

Olipa rakennettava järjestelmä sitten mikä tahansa tulee järjestelmälle kehittää myös varajärjestelmä, jotta seosrehua saadaan jaettua eläimille järjestelmän ollessa viallinen tai siihen olisi tehtävä huoltotöitä. Nykyinen kiskoruokkija on suhteellisen huoltoystävällinen, kun sen voi irrottaa kiskosta ja viedä korjaamolle korjattavaksi. Tällöin korjaamiseen on paremmat olosuhteet ja työkalut eikä rehustamoon vahingossakaan jää vahingollisia metallinpaloja, jotka voi olla märehitjälle tappavia. Lehmät eivät valikoi syömistään kovinkaan tarkasti vaan seosrehussa olevat metallin palaset päätyvät helposti lehmän ruuansulatuskanaviin ja aiheuttavat vakavia vammoja verkkomahassa ja suolis-tossa (Viilo 2017).

Täyttöpöydät ovat itsessään hyvin toimintavarmoja laitteita, eivätkä ne juurikaan vaadi huoltoa. Kar-kearehujakoketjun muut laitteet ovat alttiimpia vioille. Täyttöpöytähuoneen ovien on oltava nii suu-ria, että täyttöpöydän voi vetää ulos kokonaan huolto- ja korjaustöiden ajaksi. Täyttö-pöydät voi-daan varustaa pyörillä tai suksilla, jolloin niiden siirtely tasaisella alustalla onnistuu kohtalaisen hel-posti.

Kiinteä seosrehusekoitin on kohtalaisen toimintavarma laite johtuen sen hyvin vähäisistä liikkuvista osista. Laite voi kuitenkin vikaantua esimerkiksi salamaniskun aiheuttamasta suuresta virtapiikistä sähköverkossa tai elektroniikkaan voi tulla vikoja laitteen vanhetessa. Tällaisessa tilanteessa vara-osien saanti ja laitteen korjaus voi viedä useita päiviä, ellei jopa viikkoja. Kiinteää sekoitinta ei to-dennäköisesti ole koskaan tarpeellista ottaa ulos rehuvarastosta, vaan laitetta korjattaisiin sen ol-lessa paikallaan. Eläinten ruokinta tällaisessa tilanteessa hoidettaisiin todennäköisesti lainaamalla traktorivetoista seosrehuvaunua naapuri tiloilta tai vuokraamalla sellainen joltain maatalouskonekau-palta. Tällaisessa tilanteessa seosrehu purettaisiin rehustamoon huolto-ovelle ja levitys ruokintapöy-dälle tapahtuisi pienkuormaajalla.

Lely Vectorin varalle on hyvin hankala kehittää mitään varsinaista varajärjestelmää. On kuitenkin mahdollista käyttää yllä mainittua keinoa lainata tai vuokrata traktorivetoista seosrehuvaunua josta-kin tiukan paikan tullen. Vector-järjestelmän vahvuuksia on kuitenkin sen huoltoverkosto. NHK-Dairyn lypsyrobotihuoltomiehet osaavat korjata ja huoltaa Vector laitteiston ja huoltomies on aina mahdollista saada paikanpäälle päivystystoiminnan ansiosta. Lely Vector-laitteistot ovat aina mukana huoltosopimuksissa (Jokinen 2022). Oletan yleisempiä varaosia olevan jonkin verran varastossa Suo-messa, sillä Vector-järjestelmiä viime vuosina otettu käyttöön useita. Tällä hetkellä niitä on käytössä Suomessa 30 noin kappaletta (Jokinen 2022).

4.6 Energiakustannusarvio eri järjestelmistä

Kilowatilla (kW) mitataan tehon määrää, 1 kilowatti on 1 000 wattia. Kilowattitunnilla (kWh) kuvataan jonkin sähkölaitteen sähkönkulutusta yhden tunnin aikana. (Sähkönkilpailutus 2021.) Vaihtoehtoisten ratkaisujen energiankäyttömäärät ovat hyvin erilaisia toisistaan. Ensimmäinen ratkaisu, jossa nykyinen rehuvarastoa laajennetaan ja sinne asennetaan täyttöpöytä, käyttää hyödykseen nykyistä seosrehun valmistusketjua eli traktorivetoista seosrehuvaunua sekä kuormaintraktoria. Järjestelmä käyttää vuositasolla 3 000 litraa polttoöljyä seoksen sekoittamiseen, mikä tarkoittaa yli 4 000 euron kulua polttoöljyssä.

Cormall sekoittimen vuotuisesta sähkönkulutuksesta ja sekoitusajasta en löytänyt mitään dataa, että kuinka paljon se kuluttaisi vuodessa sähköä tietyllä rehumäärillä. Sen kulutusta voidaan kuitenkin karkeasti arvioida moottoreiden maksimitehon perusteella. Jos tilalle investoitaisiin Cormall MTX 18 m³ kiinteä seosrehusekoitin, se varustettaisiin kahdella 11 kilowatin tehoisella sähkömoottorilla. Tässä arviossa lasken, että lypsylehmien seos valmistettaisiin vuoden jokaisena päivänä, mikä kuluttaisi sähköä noin 8000 kilowattituntia ($365 * 22 = 8030$). Talviaikaan eli sisäruokintakaudella (8 kuukautta vuodessa) sekoittimella olisi myös tarkoitus tehdä hiehoseosta, jota valmistettaisiin kerralla kahden päivän tarpeisiin rehustamon lattialle. Hiehoseoksen valmistus tapahtuisi aina ennen lypsylehmäseoksen valmistamista, sillä sekoitin toimii myös lypsylehmäseoksen väliaikaisvarastona täyttöpöydän tapaan. Hiehoseoksen valmistus tapahtuisi vuodessa noin 120 kertaa ($8 * 15 = 120$) ja seoksen sekoitus aika olisi yhden tunnin luokkaa.

Pienemmän seoksen sekoitusaika on samaa luokkaa, kun suuremman sillä hiehoseos valmistetaan pyöröpaaleista, mikä vaatii pidempää sekoitusaikaa. Hiehoseoksen pienemmän valmistusmäärän vuoksi uskon sähkön kulutuksen olevan huomattavasti pienempi, jolloin laskin seokseen valmistukseen kuluvan sähköä vain 11 kilowattituntia ($22 * 0,5 = 11$). Eli yhden hiehoseoksen valmistus veisi 11 kilowattituntia sähköä. Hiehoseoksia valmistetaan vuodessa 120 kappaletta. Hiehoseoksiin vuodessa kuluisi sähköä 1320 kilowattituntia. Yhteensä järjestelmä käyttäisi karjan ruokintaan 9350 kilowattituntia sähköä. Kustannuksia tällä hetkellä voimassa olevalla sähkösopimuksella 9350 kilowattituntia tarkoittaa noin 935 euron vuotuisesta kustannusta sähköstä. Sähkönhintaa (0.1 €/kWh) on määritetty tilan kokovuoden sähkönkulutus määrästä ja sen kokonais- hinnasta. Hinnassa on mukana sähkön hinta, sähkövero ja sähkön siirtomaksut.

Lely Vector -järjestelmän sähkönkulutusta on seurattu useilla tiloilla myös Suomessa. Järjestelmän on todettu kuluttavan sähköä yhdellä sekoitusrobotilla 50–100 kilowattituntia päivässä. Nykyisellä tuotantomäärällä tilan suunniteltuihin tiloihin ja strategioihin järjestelmä kuluttaisi päivässä sähköä 50–60 kilowattituntia. (Sohlo 2022.) Vuositasolla tämä tarkoittaisi 18 250–21 900 kilowattituntia. Nykyisellä sähkösopimuksella sähkö tulisi kustantamaan 1 825–2190 euroa vuodessa.

5 POHDINTA

Yllä mainitut ratkaisut ovat mielestäni tilalle sopivimmat ja toteuttaminen on kohtalaisen helppoa. Muitakin hyviä ratkaisuja varmasti on olemassa. Ensimmäisellä ratkaisulla ei saavuteta vielä kovin suuria säästöjä työajassa vaan työnluonne muuttuisi kuitenkin suotuisammaksi lapioinnin jäädessä pois. Koen sen olevan täysin toteutuskelpoinen ratkaisu, sillä sen kustannukset eivät olisi kovin suuret. Ratkaisulla ei myöskään olisi niin kauas kantoisia seurauksia tilan tulevaisuudelle.

Toisessa ratkaisussa korjataan monta ongelmakohtaa samalla kertaa parantamalla tilan väkirehuvastojen, tehostamalla ruokintaprosessia ja kehittämällä huomattavasti työntekijäystävällisempi seosrehun valmistusprosessi. Prosessi on mahdollista opettaa myös lyhytaikaisille työntekijöille kuten lomittajille. Tällä olisi hyvin suuri vaikutus tilan työntekijöiden työhyvinvointiin, kun seosrehun valmistus voidaan opettaa nopeasti uusille henkilöille, jolloin tilan pitäjien lomille lähtö olisi helpompaa.

Vaikka kiinteäsekoitin on huomattavan kallis investointi, säästää se huomattavasti rahaa vuosittain, kun sen vuotuiset käyttökustannukset ovat paljon pienemmät kuin traktori vetoisella seosrehuvaunulla. Kaikkein eniten säästöä syntyy polttoöljyssä, kun nykyisin seosrehun sekoittaminen vie vuodessa varovaisesti arvioituna 3000 litraa polttoöljyä. Tämä ei kuitenkaan ole täysin yksiselitteistä säästöä, kun sähkön hinta voi tulevina vuosina nousta erittäin paljon. Uskon kuitenkin, että pitkällä aikavälillä on edullisempaa sekoittaa seosrehua sähköllä kuin polttoöljyllä. Polttoöljyä säästyy myös, kun pienkuormaajan käyttö vähenee todella paljon, kun kaikki seosrehu ei kulje enää pienkuormaajan rehupihtien kautta.

Kiinteän seosrehusekoittimen sähkönkulutusta on vaikea arvioida etukäteen. Tällä hetkellä ei vielä ole tiedossa kauanko sekoitin tulisi vuorokaudessa pyörimään. Vai olisiko sen edes tarve pyöriä joka päivä talvi aikaan, mikäli päivän annoksen valmistaminen on mutkatonta. On kuitenkin selvää, että sekoitin syö lyhyen aikaa huomattavan suuren määrän sähköä ja vaati siksi pääsulakepäivityksen.

Vector-järjestelmä käyttäisi jonkin verran enemmän sähköä vuodessa kuin kiinteä seosrehusekoitin. Tämä johtuneen laitteiston suuresta käyttömäärästä, sillä järjestelmä valmistaisi uusia seosrehueriä 7–10 vuorokaudessa mikä on hyvin tiheä rehunjakotahti verrattuna nykyiseenkin kiskoruokkijaan, jolla jaetaan keskimäärin kolme erää päivässä. Tuoreen seosrehun tiheä jakamistahti on vain hyvä asia, mikä vielä korostuu tilan navetassa, jonka ruokintapöytä on erityisen lyhyt.

Vector-järjestelmän ruokintarobotti voisi seosrehua levittäessään aktivoida eläimiä syömään tiheämmin. Olen huomannut, että eläimet ovat navetassa vähiten aktiivisia aamuyöntuntien aikana. On kuitenkin huomattava, että kiinteä seosrehusekoitin kuluttaa huomattavan paljon vähemmän sähköä vuositasona kuin Vector-järjestelmä. Toisaalta kiinteän sekoittimen sähkönkulutus arviossa ei ole mukana seoksen jakamiseen kuluva sähkö, kun taas Vector-järjestelmän arviossa on mukana rehun jaminen ja työntäminen takaisin eläinten ulottuville. Vector-järjestelmässä on otettava lisäksi huomioon vuotuisiin kustannuksiin huoltosopimus mikä aiheuttaa kuluja 3000–4500 euroa vuodessa. On kuitenkin muistettava, että Vector-järjestelmä vaatii kaikkein vähiten työpanosta tilalta, joten säästöä tulee työajasta huomattava määrä.

Projektin rahoituksen kannalta olisi mielestäni hyvin oleellista, että rehustamoon tulisi jonkin kokoinen laajennus. Kun projektiin sisältyy rakentamista, se tulkitaan lypsy- ja nautakarjatalouden rakentamisinvestoinniksi. Jos kyseessä on pelkästään ruokintalaitteiston uusiminen, se tulkitaan korkeintaan työympäristöä tai tuotantohygieniaa edistäväksi investoinniksi. Tässä tapauksessa projektiin on mahdollista saada ainoastaan investointiavustusta 30 prosenttia investoinnin hyväksytyistä kustannuksista. Jos projekti laajenee maatalouden rakentamisinvestoinniksi, projektille on mahdollista saada valtion takaamaa korkotukilainaa 60 prosenttia hyväksytyistä kustannuksista, korkotukea hyväksyttävistä kustannuksista 10 prosenttia sekä investointiavustusta 35 prosenttia hyväksytyistä kustannuksista. Lisäksi jos hakija täyttää nuorenviljelijän ehdot investointiavustusta voidaan korottaa 10 prosentilla. (Ikäheimo 2022.)

LÄHTEET

Avant Tecno julkaisuaika tuntematon a. Kuvagalleria: Tuorerehun jakokauha. Valokuva. <https://www.avanttecno.com/fi/tyolaitteet/tuorerehun-jakokauha>. Viitattu 25.9.2022.

Avant Tecno julkaisuaika tuntematon b. Tuorerehun jakokauha. Verkkojulkaisu. <https://www.avanttecno.com/fi/tyolaitteet/tuorerehun-jakokauha>. Viitattu 25.9.2022.

Cormall 2015a. Automaattinen ruokinta kiinteällä aperehusekoittimella ja nauharuokkijalla. Esite. https://sktoy.fi/wordpress/wp-content/uploads/2015/01/sktoy-mattoruokkija_finska.pdf. Viitattu 6.10.2019.

Cormall 2015b. Kuvagalleria: Multimix kiinteä apesekoitin. Valokuva. <https://sktoy.fi/wordpress/wp-content/uploads/2015/01/sktoy-aperehusekoitin.pdf>. Viitattu 6.10.2022.

DeLaval julkaisuaika tuntematon a. DeLaval seosrehulaitteet suurten rehumassojen helppoon käsittelyyn. Verkkojulkaisu. <https://www.delaval.com/fi/laiteratkaisut/ruokinta/seosrehujarjestelma/>. Viitattu 15.3.2022.

Delaval julkaisuaika tuntematon b. Kuvagalleria: DeLaval VSM, kiinteä pystyruuvisekoitin. Valokuva. <https://www.delaval.com/fi/laiteratkaisut/ruokinta/seosrehujarjestelma/>. Viitattu 25.3.2022.

Eastman 2022. Seosrehun lämpeneminen kannattaa estää. Verkkojulkaisu. <https://www.aiv.fi/sailo-oikein/seosrehu>. Viitattu 10.2.2022.

Farmit julkaisuaika tuntematon a. Seoksen suunnittelu. Verkkojulkaisu. <https://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/ruokinta/seosrehuruokinta/onnistunut-seosruokinta/lypsylehmien-seosruokinta>. Viitattu 17.3.2022.

Farmit julkaisuaika tuntematon b. Seosrehuruokinnan edut ja ongelmat. Verkkojulkaisu. <https://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/ruokinta/seosrehuruokinta/seosrehuruokintaan-siirtyminen/edut-ja-ongelmat>. Viitattu 2.3.2022.

Farmit julkaisuaika tuntematon c. Seosrehuruokinta (TMR) vai täydennetty seosrehuruokinta (PMR). Verkkojulkaisu. <https://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/ruokinta/seosrehuruokinta/seosrehuruokintaan-siirtyminen/tmr-vai-pmr>. Viitattu 15.3.2022.

Farmit julkaisuaika tuntematon d. Seosrehutilan varastot ja koneet. Verkkojulkaisu. <https://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/ruokinta/seosrehuruokinta/varastot-ja-koneet>. Viitattu 6.3.2022.

Farmit julkaisuaika tuntematon e. Teolliset rehuseokset. Verkkojulkaisu. <https://www.farmit.net/kotielain/lypsylehma/ruokinta/seosrehuruokinta/seosraaka-aineet/teolliset-rehuseokset>. Viitattu 29.10.2022.

Fiskars julkaisuaika tuntematon. Kuvagalleria: X-Series lumentyönnin. Valokuva. <https://www.fiskars.com/fi-fi/puutarhanhoito/tuotteet/lumi-autotyokalut/x-series-lumentyönnin-1057178>. Viitattu 18.9.2022.

Hankkija julkaisuaika tuntematon. Seosruokinta. Verkkojulkaisu. <https://www.hankkija.fi/rehut/nautojen-rehut-ja-ruokinta/lypsylehmien-rehut-ja-ruokinta/ia-seosruokinta-2029607>. Viitattu 16.3.2022.

Hartikainen, Leevi 2022a. 7-piikkiset rehupihdit Avant -pienkuormaajassa. 17.9.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.

Hartikainen, Leevi 2022b. Asemapiirros pihatosta ja rehustamosta. Valokuva. 14.3.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.

Hartikainen, Leevi 2022c. Asemapiirros, johon on muokattu tornisiilojen paikat ja karkea rehun kuljetusreitti. 29.9.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.

- Hartikainen, Leevi 2022d. Hiehonavetan ahdas kulkuovi. 17.9.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Hartikainen, Leevi 2022e. Julkisivu kuva Vector- rehukeittiöstä. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Hartikainen, Leevi 2022f. Julkisivukuva uudesta rehuvarastosta laajennuksineen mittakaavassa 1/100. 15.10.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Hartikainen, Leevi 2022g. Lely Vector lastauskoura. 13.10.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Hartikainen, Leevi 2022h. Lämpileikkaus uudesta rehuvarastosta seosrehulaitteistoineen mittakaavassa 1/100. 8.10.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Hartikainen, Leevi 2022i. Lämpileikkauskuva rehuvaraston laajennuksesta, jolloin varastoon mahtuu 7 metrin täyttöpöytä mittakaavassa 1/100. 15.10.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Hartikainen, Leevi 2022j. Navetan ja rehuvaraston välinen palo-ovi. 25.9.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Hartikainen, Leevi 2022k. Navetan ruokintapöytä, etualalla umpilehmiä ja taaempaan lypsyssä olevia odottamassa uutta valmista seosrehuerää. Valokuva. 14.3.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Hartikainen, Leevi 2022l. Rehuvarasto, johon valmis seosrehu puretaan, kuvassa näkyy myös kiskoruokkijaa, johon rehu lastataan pienkuormaimella. Valokuva. 14.3.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Hartikainen, Leevi 2022m. Rehuvaraston laajennuksen paikka. 25.9.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Hartikainen, Leevi 2022n. Seosrehun lastausta kiskoruokkijaan. Valokuva. 3.10.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Hartikainen, Leevi 2022o. Tilakeskus. Valokuva. 16.8.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Hartikainen, Leevi 2022p. Tilalla käytössä oleva kiskoruokkija. Valokuva. 14.3.2022. Kuopio: Leevi Hartikaisen kokoelmat.
- Ikäheimo, Juha 2022. Pohjois-Savon ELY-keskus maaseutuasiiantuntija. Haastattelu 27.10.2022.
- Jokinen, Simo 2022. NHK-Dairy. Haastattelu 24.10.2022.
- Karttunen, Janne 2004. Maidontuottajien teknologia valinnat suurissa tuotanto yksiköissä- karkearehun käsittelyketjut ja karjanhoito töiden työmenekki. Työteho-seurannan julkaisuja 394. Työteho-seura 2004.
- Lely 2018. Lely Vector Automaattinen ruokintajärjestelmä valmiina käyttöön. Esite. https://www.nhk.fi/wp-content/uploads/2020/05/lELY_vector_tools-esite.pdf. Viitattu 9.10.2022.
- NHK-Dairy julkaisuaika tuntematon a. Kuvagalleria: Lely Vector automaattinen ruokintajärjestelmä. Valokuva. <https://www.nhk.fi/navettaan/ruokinta/lELY-vector-automaattinen-ruokintajarjestelma/> Viitattu 26.2.2022.
- NHK-Dairy julkaisuaika tuntematon b. Lely Vector – automaattinen lehmien ruokinta. Verkojulkaisu. <https://www.nhk.fi/navettaan/ruokinta/lELY-vector-automaattinen-ruokintajarjestelma/> Viitattu 26.2.2022.

NK-Tuote Oy 2021a. Kuvagalleria: Täyttöpöytä. Valokuva. <http://www.nktuote.com/kuvia.html>. Viitattu 22.3.2022.

NK-Tuote Oy 2021b. Täyttöpöydät ja täyttölaitteet. Verkkojulkaisu. <http://www.nktuote.com/tuotteet.html> Viitattu. 22.3.2022

Pellon Group Oy julkaisuaika tuntematon. Kuvagalleria: Pellon Beltfeeder 450. Valokuva. <https://pellon.fi/nauta/ruokinta/bf-450/> Viitattu 9.3.2022.

Sapa 2020. Kaikki tämä sinun tarvitsee tietää paloluokkien EI 30 ja EI 60 palonkestävyysvaatimuksista. Verkkojulkaisu. <https://www.sapa-selection.com/fi/fi/Rakennus/forum/Fokus-palonsuojaus/kaikki-tama-sinun-tarvitsee-tietaa-paloluokkien-ei-30-ja-ei-60-palonkestavyysvaatimuksista/> 16.10. Viitattu 16.10.2022.

Seppälä, Arja 2020. Seosrehun lämpenemiseen on monia keinoja. Verkkojulkaisu. <https://www.luke.fi/fi/uutiset/vaitos-seosrehun-lampenemisen-estoon-on-monia-keinoja>. Viitattu 29.10.2022.

Sohlo, Lauri 2022. Vector-koordinaattori. NHK-Dairy. Haastattelu. 13.10.2022.

Sohlo, Lauri 2022. Vector-koordinaattori. NHK-Dairy. Vector-luonnoskuva ja -hahmotelma. Yksityinen sähköpostiviesti. 18.–26.10.2022. Viestin saaja: Leevi Hartikainen.

Suokangas, Antti 2014 Teknologian hyödyntäminen maatilalla. Teoksessa Autio Teemu, Enroth Ari, Hellstedt Maarit, Huhtamäki Tuija, Järvenpää Markku, Kaila Eerikki, Kari Maarit, Karttunen Janne, Kivinen Tapani, Knaapi Jussi, Koistinen Markku, Korhonen Pirkko, Leinonen Anna-Riitta, Leppikorpi Kirsi, Manninen Esa, Mononen Jaakko, Palva Reetta, Pastell Matti, Pitenius Tommi, Peltonen Sari, Ruokolainen Antti, Saarinen Petri, Sairanen Auvo, Savela Pertti, Suomi Pasi & Suurinkeroinen Seppo 2014. Vantaa: ProAgria keskusten Liito.

Sähkön kilpailutus.fi 2021. Mikä on kilowattitunti (kWh) ja mihin se riittää? Sähkökilpailutus blogi. 21.7.2021. <https://www.sahkon-kilpailutus.fi/blogi/mika-on-kilowattitunti-kwh-ja-mihin-se-riittaa/>. Viitattu 29.10.2022.

Tytan palokatko-opas julkaisuaika tuntematon. Mikä on palokatko? Verkkojulkaisu. <https://www.palokatko-opas.fi/ukk.html>. Viitattu 29.9.2022.

Viilo, T. 2017. Kipeä lehmä voi toipua syötyään magneetin – kompassi sillä on omasta takaa Maa-seudun tulevaisuus 4.8.2017. Saatavissa: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/kipe%C3%A4-lehm%C3%A4-voi-toipua-sy%C3%B6ty%C3%A4n-magneetin-kompassi-sill%C3%A4-on-omasta-takaa-1.181188> Viitattu 22.3.2022.