

**SAVONIA**

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

# SÄILÖREHUA AUMAAN

Säilörehuaumauksen kehittäminen ympäristö huomioiden

TEKIJÄ Oskari Korhonen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala	
Tutkinto-ohjelma Agrologin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Oskari Korhonen	
Työn nimi Säilörehua aumaan. Säilörehuaumauksen kehittäminen ympäristö huomioiden.	
Päiväys	21.5.2023
Sivumäärä/Liitteet	25/2
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Pohjois-Savon ELY-keskus	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Säilörehun aumaus on vähentynyt Suomessa rakennettujen siilojen ja pyöröpaalauksen lisääntyttyä. Hyvinä säilörehun satovuosina monella maatilalla varastointitilan puutteen vuoksi pellolle perustetaan säilörehuaumoja. Aumaus ei vaadi suuria investointeja, joten sitä pidetään hyvänä väliaikaisena ratkaisuna ylimääräisen säilörehun varastoinnille. Jokaisen tilan tavoitteena on korjata mahdollisimman maittavaa ja ravinteikasta säilörehua. Pellolla nurmen viljelyn työvaiheet ja korjuuajan sääolosuhteet vaikuttavat eniten säilörehun laatuun. Erityistä huomiota säilörehun aumauksessa tulee kiinnittää tiivistämiseen, säilörehun puhtauteen ja puristenesteiden keräämiseen.</p> <p>Nitraattiasetus 1250/2014 määrää, että kaikki säilörehuaumasta erittyvä puristeneste tulee kerätä. Puristenestettä erittyy varastoidusta säilörehusta verrannollisesti kuiva-ainepitoisuuden ollessa alle 29 %. Ruokinnan kannalta optimaalinen kuiva-ainepitoisuus on 30–45 %, joten normaalissa tilanteessa nestettä ei erity. Muuttuvien sääolosuhteiden takia puristenesteiden keräämisjärjestelmä tulee kuitenkin tehdä pellolle perustettavalle aumalle, jotta mahdollisesti erittyvät nesteet saadaan otettua talteen. Puristenesteiden liiallinen valuminen maaperään ja vesistöön aiheuttaa happikatoa, ravinteiden epätasapainoa ja vesistöjen rehevöitymistä.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää oikeat menetelmät ja haasteet säilörehun aumaamiseen ja puristenesteiden keräämiseen. Toimeksiantajana toimi Pohjois-Savon ELY-keskus. Teoriatiedon lisäksi työhön saatiin tietoa teemahaastattelujen avulla. Haastattelun kohteina oli kaksi ryhmää. Ensimmäiseen ryhmään kuului viisi alan asiantuntijaa, joilta kysyttiin yleistietoa puristenesteistä ja aumauksesta. Toisessa ryhmässä oli viisi maanviljelijää, jotka kertoivat oman tilansa säilörehun tuotannosta ja varastointitavoista. Haastattelut tehtiin vuoden 2023 keväällä.</p> <p>Maanviljelijöiden teemahaastatteluissa korostui säilörehuauman alla oleva pohjamuovitus, jolla pyritään estämään puristenesteiden valuminen maaperään. Osa tilallisista tehosti nesteen keräämistä salaajaputkilla. Auman ympärille voitiin kaivaa myös ojitus, jolla estettiin nesteen leviäminen ympäristöön. Yhdellä tilalla löytyi puutteita puristenesteiden keräämisjärjestelmän tekemisessä. Lähes kaikki olivat suunnitelleet investoivansa siiloihin tulevaisuudessa.</p> <p>Opinnäytetyön tulokset kertovat, että säilörehuaumojen perustamisen työmenetelmät ja puristenesteiden keräämisjärjestelmät vaihtelevat tilojen välillä. Ruokinnan kannalta aumauksen haasteet ovat onnistuneen tiivistämisen työmäärä ja alueen puhtaana pysyminen syöttövaiheessa. Aumassa ja siilossa varastoidun säilörehun hävikkimäärällä ei ole suuria eroja, kunhan varastoinnin työvaiheet tehdään kunnolla. Puristenesteiden keräämisjärjestelmien välillä tulisi tehdä tarkempia tutkimuksia, jotta saataisiin paras mahdollinen vaihtoehto selville. Työn mahdollinen jatkokehitysidea on säilörehuaumauksen ohjeistuksen laatiminen.</p>	
Avainsanat säilörehu, aumat, puristeneste, ympäristövaikutukset	

Field of Study Natural Resources and the Environment	
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries	
Author(s) Oskari Korhonen	
Title of Thesis Silage stacks in the fields.	
Date 21.5.2023	Pages/Appendices 25/2
Client Organisation /Partners Centre for Economic Development, Transport and the Environment of North Savo	
<p><b>Abstract</b></p> <p>Stacking of silage has decreased in Finland due to the increase in silo construction and round baling. In good silage harvest years, many farms set up silage swales in the field due the lack of storage space. This does not require a large investment and is therefore seen as a good temporary solution for storing surplus silage. The aim of each farm is to harvest silage that is as palatable and nutritious as possible. In the field, the stages of grass cultivation and the weather conditions at harvest time have the greatest influence on the quality of the silage. Particular attention should be paid to compaction, cleanliness of the silage and collection of silage effluent.</p> <p>The Nitrates Regulation 1250/2014 stipulates that all of the silage effluent must be collected. The amount of effluent discharged from stored silage is proportional to the dry matter content of the silage, when the dry matter content is less than 29 %. The optimum dry matter content for feeding is 30–45 %, so that under normal circumstances no liquid is secreted. However, due to changing weather conditions, an effluent collection system should be installed in the field stacks to capture any liquid that may be excreted. Excessive run-off into the soil and water body causes oxygen depletion, nutrient imbalances and eutrophication of water bodies.</p> <p>The aim of this thesis was to identify the correct methods and challenges for stacking the silage and collecting the effluent. The study was commissioned by the ELY Centre of North Savo. In addition to theoretical knowledge, information for the thesis was obtained through thematic interviews. Two groups were interviewed. The first group consisted of five experts in the field, who were asked for general information about the silage effluent and stacks. The second group consisted of five farmers who gave information on silage harvesting and storage practices on their farms. The interviews were conducted in spring 2023.</p> <p>The farmers' thematic interviews highlighted the importance of priming under the silage stack to prevent leaking of the silage effluent into the soil. Some farmers used drainage pipes to improve liquid collection. Drainage could also be dug around the stack to prevent the liquid from spreading into the environment. On one farm, shortcomings were found in the construction of a system for collecting the effluent. Almost all had plans to invest in silos in the future.</p> <p>The results of the thesis show that the working methods of silage stack construction and the systems for collecting the effluent vary between farms. From a feeding perspective, the challenges of stacks are the amount of work required for successful compaction and keeping the area clean during the feeding phase. There are no major differences in the amount of silage wasted when stored in the stacks and in the silo, as long as the storage steps are done properly. More detailed studies should be carried out between effluent collection systems in order to find the best possible alternative. A possible idea for further development of this work is the development of guidelines for silage stacking.</p>	
<p><b>Keywords</b> silage, stacks, silage effluent, ecological effects</p>	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	SÄILÖREHU .....	6
2.1	Viljelykierto.....	6
2.2	Nurmen perustaminen.....	7
2.3	Kasvinsuojelu.....	7
3	SÄILÖREHUN KORJUU .....	9
3.1	Säilörehun korjuuketjut .....	9
3.2	Säilöntäaineet.....	10
3.3	Hävikki.....	10
4	SÄILÖREHUAUMAN PERUSTAMINEN .....	12
5	PURISTENESTEET .....	14
5.1	Lainsäädäntö .....	15
5.2	Puristenesteiden vaikutus ympäristöön .....	15
5.3	Puristenesteiden ympäristövaikutuksen koe .....	16
6	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS.....	17
6.1	Haastattelut.....	17
6.2	Luotettavuus ja eettisyys.....	18
7	HAASTATTELUJEN TULOKSET .....	19
7.1	Maanviljelijöiden omat kokemukset aumauksesta.....	19
7.2	Vaihtoehtoja auman tilalle .....	21
8	POHDINTA .....	22
	LÄHTEET.....	23
	LIITE 1: HAASTATTELURUNKO ASiantuntijoille.....	26
	LIITE 2: HAASTATTELURUNKO Tilallisille.....	27

## 1 JOHDANTO

Kannattavan karjatilan yksi tärkeimmistä tukipilareista on tehokas säilörehuntuotanto. Riittävän su-  
lava ja energiapitoinen säilörehu mahdollistaa hyvän tuotoksen terveiltä eläimiltä. Oikeilla säilöntä-  
menetelmillä ja tarpeeksi tehokkailla säilöntäaineilla näihin tavoitteisiin voidaan päästä. (Seppälä  
2022.) Kustannusten kasvun takia jokaisen tuottajan tulee arvioida tilan omia säilörehun tuotan-  
nosta aiheutuvia kuluja. Korjuuketjut ja menetelmät ovat lähes aina tilakohtaisia, ja niiden kannatta-  
vuudet vaihtelevat suuresti (Sairanen 2018).

Säilörehu varastoidaan yleisesti silloon, paaliin tai aumaan. Säilyminen onnistuu kolmen H:n periaat-  
teella: happamuus, hapettomuus ja hygieenisuus yhdessä estävät haitallisten mikrobien kasvun ja  
lisääntymisen. (Huuskonen ym. 2020.) Säilörehuaumat voidaan perustaa moneen paikkaan, kuten  
betoni- tai asfalttilaatalle, murskepohjalle tai pellolle. Säilörehun valmistuksessa syntyvä puristeneste  
on otettava talteen jokaisessa varastointimuodossa (valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutar-  
hataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014). Valmiiksi rakennetuissa silloissa  
nesteiden kerääminen on valmiiksi suunniteltu ja toteutettu, mutta säilörehuaumojen kohdalla nesteiden  
keräämisen menetelmät voivat vaihdella.

Opinnäytetyön päätavoitteena on selvittää oikeat menetelmät säilörehun aumaamiseen ja puriste-  
nesteiden keräämiseen. Oikeiden menetelmien lisäksi selvitetään puristenesteiden keräämisen ja  
aumaamisen haasteita. Aihetta kartoitetaan alan asiantuntijoiden ja ympäristönsuojelun viranomais-  
ten haastatteluilla. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne-, ja ympäris-  
tökeskus. Aihe on saatu Savonian ideaseminaarista, eikä se liity projektiin tai hankkeeseen. Tällä  
hetkellä yleisimmät ohjeistukset kohdistuvat sillorehun varastointiin ja pyöräpaalaukseen, joten  
aumojen tekemiseen on hyvä perehtyä. Haastatteluiden, kansainvälisten lähteiden ja oman suunnit-  
telutyön avulla opinnäytetyössä pohditaan esimerkinomaista puristenesteiden keräämisjärjestelmää.

## 2 SÄILÖREHU

Suomessa vuonna 2021 maatalousmaata oli käytössä yhteensä 2 268 000 hehtaaria, josta rehunurmialaa oli 798 000 hehtaaria (Luonnonvarakeskus 2022). Maitotilalla työkustannusten jälkeen kotoiset ja ostorehut ovat kustannuksissa toisena (Mero & Kyntäjä 2010). Onnistunut säilörehu mahdollistaa myös hyvän tuotoksen. Pelkästään kiinnittämällä huomio nurmikasvustoon voidaan tarkastella hyvän säilörehusadon tekijöitä. Maan hyvä kasvukunto näkyy tiheänä kasvustona ja puhtaana rikkaruohottomana lohkona. Talvella tuhoutunutta tai muuten harvaa nurmipeltoa kannattaa kylvää uudelleen keväällä eri työvaiheiden yhteydessä. Rikkakasvien torjunta tulee ottaa myös huomioon, koska rikkakasvit vähentävät hyödyllisen rehun kasvua ja maittavuutta. Peltolohkot kannattaa pitää viljelykierrossa, jolloin kasvusto uusitaan sopivin väliajoin. (Pentti 2010.)

### 2.1 Viljelykierto

Ympäristötuen sitoumusehtoihin kuuluu viljelijän laatima kirjallinen viljelysuunnitelma ennen jokaisen kasvukauden alkua. Tähän suunnitelmaan on esitettävä peruslohkolla viljeltävät kasvilajit ja suunniteltu lannoitus. (Ruokavirasto 2023.) Hyvin laaditulla lohkokirjanpidolla voidaan seurata viljelytoimenpiteitä ja niiden tuottamia tuloksia. Tilan rehunkulutuksen ja pellon käytön vertailu vuosittain antaa hyvin tietoa peltojen satotasosta. Pellon pinta-alan tarve vähenee merkittävästi hyvillä satotasolla. (Mero & Kyntäjä 2010.) Suomessa nurmen satotasot vaihtelevat erittäin paljon. Luonnonvarakeskuksen tilastotietokannan mukaan koko maan säilörehun hehtaarisato on yhteensä 16 140 kg (Luke tilastotietokanta 2022). Tämä määrä kuiva-ainesadoksi muutettuna on 28 % kuiva-aineella 4519 kg ka/ha. Osalla tiloista keskisato on noussut 10 000 kg ka/ha:n yläpuolelle (Ellä 2015).

Säilörehun satotason ja vaadittavan pelto pinta-alan määrittämisellä tarkastellaan, voidaanko osaa peltoalasta hyödyntää myös viljalle, kesannolle tai muuhun käyttöön. Viljelykierrolla tarkoitetaan pelloilla viljeltävän kasvin vaihtamista toiseen vuosien aikana (Ruokatieto julkaisuaika tuntematon). Toistuva yksipuolinen viljely rasittaa peltoa ja satotasot kärsivät. Kasvilajikkeen vaihtumisella onkin merkittävästi hyötyä pellon kasvukunnolle ja ravinteiden tasapainolle. Viljelykierto vähentää kasvi-tautien, tuhoeläinten ja rikkakasvien määrää. Maan koostumus muuttuu eri syvyisten juurien avulla. Vaihtuvat viljelytoimenpiteet hajauttavat peltolohkoihin kohdistuvaa räsitystä. (Peltonen julkaisuaika tuntematon.) Tukia hakevat viljelijät, jotka ovat valinneet ympäristösopimuksessa kerääjäkasvi-toimenpiteen ovat velvollisia toimimaan viljelykiertovaatimuksen mukaan. Vaatimuksessa vähintään kolmanneksessa pelloista yksivuotiset viljelykasvit täytyy vaihtua vuosittain. Lisäksi samaa yksivuotista kasvia saa viljellä samalla pelto alalla enintään kolme vuotta peräkkäin. (Ruokavirasto 2023.)

Nurmiviljelyyn painottuessa viljelykierrossa tulee olla aina yhtä paljon eri ikäisiä nurmia ja uudistettavana olevaa nurmialaa pinta-alallisesti. Tilakohtaisessa suunnittelussa tulee ottaa huomioon eri pelto lohkojen etäisyys tilakeskuksesta. Kaukana olevilla pelloilla voidaan viljelykierrossa painottaa viljan viljelyä. Tilan lähellä voidaan keskittyä säilörehu- ja laidunkiertoihin. Lohkojen Etäisyyksillä tilakeskuksesta on merkitystä erityisesti säilörehun korjuun aikana kuljetuskustannuksissa ja työajan säästössä. (Mero & Kyntäjä 2010.) Varastoidessa säilörehu peltojen lähelle kauas tilakeskuksesta

säästetään aikaa rehun korjuun aikana. Säilörehu joudutaan kuitenkin kuljettamaan syötettäväksi tilakeskukseen myöhemmin talven aikana, jolloin lopullista työajan säästöä ei synny.

## 2.2 Nurmen perustaminen

Hyväkuntoisen maan ominaisuuksiin kuuluu hyvä ilmavuus, vesitalous ja pH-arvo. Kasvien juuret ja pellon eliötoiminta tarvitsee happea. Vaihtelevista sääolosuhteista huolimatta pellon tulee pystyä varastoimaan vettä kuivina kesinä ja läpäisemään vettä sateisina kausina. Nurmen talvehtiminen onnistuu parhaiten ojituksen ollessa kunnossa. Hapan maa heikentää maan elintärkeää eliötoimintaa. Vilkas eliötoiminta vapauttaa tärkeitä luonnollisia ravinteita takaisin kiertoon. (Puurunen & Virkajärvi 2010.)

Nurmien uudistaminen on kallista ja työlästä. Halvempana vaihtoehtona on täydennyskylväminen, jolla voidaan korjata talvituhoista tai rikkakasveista vioittuneita lohkoja. Täydennyskylvö tulee tehdä varhain keväällä. Jos nurmi on liian vanha tai rikkasavien täyttämä, tulee nurmi lopettaa huolella. Tällä mahdollistetaan hyvät olosuhteet muokkauksille ja kylvölle. Suorakylvöllä saadaan vähennettyä työvaiheita ja näin kustannuksia. Nurmi voidaan perustaa ilman suojakasvia tai sen kanssa. Ilman suojakasvia kylvöajankohdalla ei ole tarkkaan määritettyä ajankohtaa. Perinteisesti kylvö tehtäisiin keskikesällä ensimmäisen sadonkorjuun jälkeen. Tällöin rikkakasveista ei aiheudu yhtä suurta ongelmaa kuin heti keväällä perustettavalla loholla. Talvehtimisen onnistumisen edellytyksenä on hyvä syksy, jolloin nurmi kehittyy riittävän vahvaksi. Rikkakasvien ruiskutuksesta ja tarkkailusta tulee huolehtia erityisesti keväällä kylvetyillä suojakasvittomalla nurmilohkolla. (Puurunen & Virkajärvi 2010.)

Perustettaessa nurmea suojakasvin kanssa kylvö tehdään kevään aikana. Aikaisin puitavat kevätiljat, kuten ohra on todettu toimivan hyvin nurmen suojakasvina. Hyvinä kriteereinä suojakasviksi on vähän varjostava ja nopeasti orastuva kasvilajike. Viljan lakoontuminen heikentää nurmen kehitystä, joten kannattaa valita vahva laonkestävä lajike. Puhtaisiin viljakylvöihin verrattuna lohkolle tulee kylvää 25 % vähemmän siementä. Suojaviljan siemenmäärä monitahoisilla ohrilla on 140–150 kg/ha. Nurmen siemenmäärä on vastaavasti 20–30 kg/ha. Määrät voivat vaihdella eri työmenetelmien välillä. (Puurunen & Virkajärvi 2010.)

Nurmikasvien viljely usean kasvilajin seoksina vähentää kasvitautien ja talvituhojen riskiä. Seoskasvustot ovat myös satoisampia. (Puurunen & Virkajärvi 2010.) Timotei- ja nurminataseokset ovat Suomessa yleisimpiä seosvaihtoehtoja. ProAgrian tuottaman selvityksen mukaan 74 % tilallisista, joilla oli yli 10 000 kg ka/ha:n säilörehusato, käyttivät yli viiden kasvilajikkeen seoksia. Lisäksi tyypeä sitovia kasveja, kuten apiloita ja mailasta, käytettiin noin 25 %:lla lohkoista. (Ellä 2015.) Sopivia seoksia valitessa tulee huomioida eri lohkojen maalajit ja nurmen käyttötarkoitus (Puurunen & Virkajärvi 2010).

## 2.3 Kasvinsuojelu

Rikkakasvit ovat suurin haaste nurmien kasvinsuojelussa. Tiheänä pidettävä nurmikasvusta pärjää normaalisti kasvupaikkakilpailussa rikkakasveja vastaan. Rikkakasvit jaetaan yksivuotisiin ja monivuotisiin kasveihin. Yksivuotiset voidaan jakaa edelleen kevätyksivuotisiin, joita ovat esimerkiksi savikka ja pillike. Peltomatara ja saunakukka kuuluvat vastaavasti syysyksivuotisiin rikkakasveihin, ja niiden siemenet pystyvät talvehtimaan. Kaikki yksivuotiset rikkakasvit pystyvät tekemään vain yhden

kerran siemenet. Monivuotiset eli kestorikkakasvit voidaan jakaa muokkauksen kestäviin ja arkoihin. Juolavehänä ja valvatti ovat esimerkkejä muokkausta kestävästä rikoista. Voikukka ja hierakat vastavasti ovat arkoja muokkaukselle ja kyntämiselle. (Puurunen, Virkajärvi & Nykänen 2010.)

Normaalina satovuonna torjuntaa ei välttämättä tarvita. Perustamisvuonna voidaan tehdä syysruiskutuksia, joilla voidaan torjua talvehtimiskykyisiä rikkakasveja. Aikaisin keväällä ennen rikkojen kuintaa voidaan ruiskuttaa nurmilohkoa. Onnistuneet ruiskutukset eivät näy heti satomäärässä seuraavassa rehunteossa, mutta sadon ruokinnallinen arvo kasvaa. Nurmi leviää vapautuneille paikoille toiseen tekoon mennessä. Tätä voidaan tehostaa täydennyskylvöllä ruiskutuksen yhteydessä. (Puurunen ym. 2010.)

Kasvin huono talvehtiminen aiheuttaa kasvitauteja. Lumihome, pahkulasieni ja pohjanpahkasieni ovat tyypillisiä, jos nurmet eivät ole karaistuneet hyvin syksyllä. Nurmen hiilihydraattivarastot saadaan pidettyä hyvänä, kun viimeisen niiton ja kasvukauden lopulla on väliä 4–5 viikkoa. Viljelijä voi itse vaikuttaa talvituhojen muodostumiseen kiinnittämällä huomiota pellon pinnan tasaisuuteen, kasvivilajikkeisiin ja hyvään vesitalouteen. Tuholaiseläimistä ei ole normaalisti haittaa tavanomaisessa säilörehuntuotannossa. (Puurunen ym. 2010.)



### 3 SÄILÖREHUN KORJUU

Kasvuston ollessa kunnossa voidaan siirtyä säilörehun korjuuseen. Säilörehun korjuun ajankohta on jokaisella tilalla oma, mutta aloitusta voidaan tarkkailla ottamalla pellostä rehunäytteitä (Hellstedt & Virkkunen 2020). Aloitukseen vaikuttavat nurmiala ja karjan rehutarve. Peltomäärän ollessa varsin suuri eläinmäärään verrattuna, voidaan kerätä aikaisin nuorta, sulavaa ja energia-arvoltaan hyvää rehua. Huonona puolena on sadon pienempi määrä, eikä lehmä välttämättä pysty hyödyntämään kaikkea nurmen valkuaisista. Myöhään korjattu säilörehusato on määrällisesti isompi, mutta huonompi sulavuus vaikeuttaa korjatun sadon hyödyntämistä lehmässä. (Nousiainen, Niskanen, Kainulainen & Toivakka 2010.)

Sadon korjuun ajankohdan aloittamista voidaan seurata nurmen D-arvon avulla. Lypsylehmille kevätsadossa tavoitteellinen korjuu tehdään D-arvon ollessa 68–69 % kuiva-aineesta. Jo yhden prosenttiyksikön kasvu lisää lehmän syöntiä 175 g kuiva-aineella päivässä, mikä lisää maidontuotosta 0,5 kg päivässä. Vastaava tuotoksen lisäys saadaan ruokinnassa yhdellä väkirehukilolla. Rehualan ollessa pientä voidaan D-arvo alentaa 65–66 %:iin. Voimakkaan syöntipotentiaalin vähenemisen estämiseksi rehu tulee korjata näissä arvoissa. Kasvilajikkeet vaikuttavat sulavuuden laskuun. Apilat saavuttavat tavoitellun D-arvon jopa viikkoa myöhemmin nurmiheiniin verrattuna. (Nousiainen ym. 2010.)

Kahden niiton korjuussa on huomioitava jälkisadon rauhallisempi kasvu. Tämä johtuu jälkisadon runsaammasta versonnasta. Keskimäärin jälkisadon D-arvon alentuma on puolet hitaampaa, kuin kevät-sadossa. Toinen korjuu kannattaa tehdä ennen nurmen kellastumista. Muita vertailtavia säilörehun laatuominaisuuksia ovat kuiva-aine-, tuhka-, raakavalkuais- ja kuitupitoisuus. (Nousiainen ym. 2010.)

#### 3.1 Säilörehun korjuuketjut

Suosituimmaksi korjuumenetelmäksi on yleistynyt esikuivatettu säilörehu. Säilörehun korjuu aloitetaan niittämällä kasvusto. Korjuu tulee aloittaa 24 tunnin sisällä niitosta, jottei suurempia satotappioita ja rehun laadun alenemista kerkeä tapahtua. Niitetty rehua voidaan karhoittaa yhteen koneen leveydeltä, jolloin seuraavat työvaiheet ovat nopeampia. Karhoittamisella on monesti rehun kuivaamiseen hidastava vaikutus. Nämä työvaiheet tulee tehdä poudan aikaan juuri ennen sadetta. (Farmit julkaisuaika tuntematon a.)

Nykyisiä yleisti vertailtavia säilörehun korjuuketjuja ovat hinattava tarkkuusilppuri, noukinvaunu, pyöröpaalain ja ajosilppuri (Lätti 2014). Traktorin perässä vedettävässä tarkkuussilppurissa noukin nostaa ja syöttää rehua tasaista tahtia kohti silppurin teriä, josta tasaisen pituinen rehu lentää ulos torvesta kärryyn. Silpun pituutta voidaan yleensä säätää. Muita vedettäviä silppureita ovat kelasilppuri ja kaksoisilppuri, jotka soveltuvat paremmin tuoresäilörehun korjuuseen. Korjuuketjussa voi olla monia siirtokärryjä rehulle riippuen peltolohkojen etäisyydestä tilalle. (Ahokas 2021.)

Pyöröpaalaus eroaa muista korjuuketjuista säilörehun varastointimenetelmän ansiosta. Muuttuvakammioinen tai kiinteäkammioinen paalain muodostaa säilörehusta lieriönmuotoisia paaleja, joiden

halkaisija on 1,2–1,8 m ja leveys 1,2–1,5 m. Paalien tiheydet ovat 100–240 kg/m<sup>3</sup>. Paalaimen yhteydessä tai erillisenä koneena oleva muovin käärintälaite pyörittää paalien ympärille muovia. Tämän ansiosta paalista tulee hapeton eikä mikrobien aiheuttamaa pilaantumista tapahdu. Muovia säästävä keino suojata paaleja on käyttää paalituubia. Tällä koneella useampi jonossa oleva muovitetaan yhteen, eikä jokaisen paalin päätyjä tarvitse kietoa. (Ahokas 2021.)

Noukinvaunujen hyöty näkyy henkilömäärän tarpeen vähyydessä. Pellolle tarvitaan vain yksi henkilö ajamaan konetta ja toinen henkilö on tiivistämässä rehua. (NHK julkaisuaika tuntematon.) Noukinvaunun noukinlaite nostaa rehua pellolta ja syöttää se sullojen kautta kuormatilaan. Täysi kuorma saadaan purettua takaluukusta pohjakuljettimen avulla. Noukinvaunujen kokoluokat vaihtelevat 20:n ja 50 m<sup>3</sup>:n välillä. (Ahokas 2021.)

Useimmissa tilanteissa ajosilppuri on työn saavutuksellaan tehokkain kone. Säilörehun korjaamisen kannalta ajosilppuri vastaa hyvin tarkkuusilppuria, mutta erot tulevat esille koneiden rakenteissa ja tehokkuudessa. Ajosilppuri pystyy korjaamaan 30–80 tonnia säilörehua tunnissa. Ajosilppurit ovat työergonomisia ja yleensä hyvin automatisoituja. Tehokas ajosilppurikorjuuketju vaatii paljon työvoimaa ja hyvänä vähimmäismääränä onkin viisi henkilöä, yksi henkilö hoitaa niitot ja karhottamisen, toinen kuljettaa ajosilppuria, kaksi henkilö on ajamassa rehukärrejä ja yksi on tiivistämässä rehua varastointipaikalla. Rehukärrien kuljettajia kannattaa lisätä varsinkin peltojen välimatkojen pidentyessä. Uuden perusvarustellun ajosilppurin investointikustannus on 350 000–400 000 euroa. Korkeiden hintojen ja suuren työvoiman tarpeen takia koneet sopivat parhaiten isoille tiloille ja urakointikäyttöön. (Kousa 2008.)

### 3.2 Säilöntäaineet

Säilönnän tavoitteena on estää haitallisten mikrobien ja kasvientyymien toiminta ja edistää hyödyllisten mikrobien toimintaa säilörehussa. Säilönnän onnistumiseen vaikuttaa vesiaktiivisuus, happamuus, hapettomuus, lämpötila ja ravintoaineet. (Peltonen 2010.) Erilaisia säilöntämenetelmiä on haposäilöntä, biologinen säilöntä tai muulla kemiallinen säilöntä. Varsinaisessa säilöntäprosessissa on aerobinen vaihe, käymisvaihe, stabilointi ja syöttövaihe. (Huuskonen ym. 2020.)

Haposäilönnässä rehun pH pudotetaan nopeasti esimerkiksi muurahaishapolla. Nopealla pH:n laskulla haitallinen mikrobikäymisen happojen muodostuminen saadaan minimoitua. Muurahaishappo tuhoaa myös haitalliset bakteerit. (AIV julkaisuaika tuntematon.) Rehun sokeripitoisuus ei laske myöskään kovin paljon. Haasteita haposäilönnässä tuottaa hapon oikean määrän annostelu rehulle. Märässä rehussa oleva vesi puskuroi pH:n laskua, jolloin tarvitaan normaalia enemmän happoa. (Huuskonen ym. 2020.)

### 3.3 Hävikki

Säilörehun korjuussa ja varastoinnissa syntyy väistämätöntä ja vältettävää hävikkiä. Hävikki tarkoittaa energia- ja kuiva-ainetappiota. Sääoloista ja säilöntäteknikoista johtuvaa väistämätöntä hävikkiä syntyy yhteensä 7–15 %. Tästä arvosta ennen varastointia syntyvää kasvihengitystä on 1–2 %. Lisäksi siilokäymisessä sokerit muodostavat käymishappoja ja hiilidioksidia. Näitä molempia hävikin

syitä voidaan vähentää säilöntäaineilla. Puristenesteet kuuluvat väistämättömiin ja vältettäviin hävikkeihin. Esikuivatus pellolla vähentää vältettävissä olevan puristeneste hävikin muodostumista ja aumalla säilörehun tiivistäminen aiheuttaa väistämätöntä hävikkiä. (Nousiainen 2010.)

Suurinta hävikkiä aiheuttavat virhekäyminen ja aerobinen pilaantuminen. Säilörehu tulee olla puhdasta ja tiivistäminen tulee tehdä kunnolla. Kunnollinen säilöntäaineiden käyttö ja huolellisesti peitetty ja painotettu auma auttavat hävikin minimoimisessa. Vältettävä virhekäyminen voi nostaa kokonaishävikin määrän yli 30 %:iin säilörehusadosta, mikä vaikuttaa merkittävästi kustannuksiin. (Nousiainen 2010.)

#### 4 SÄILÖREHUAUMAN PERUSTAMINEN

Vuonna 2019 Valio Artturi-hankkeessa 12 % Valion analysoiduista säilörehunäytteistä oli peräisin aumoista. Tulokset saatiin noin 35 000–40 000 vuosittaisesta näytteestä. (Hellstedt & Virkkunen 2020.) Säilörehuauma voidaan perustaa kiinteälle betoni- tai asfalttilaatalle, murskepohjalle tai pohjamuovin avulla pellolle. Paikan tulee olla tasainen ja kuiva, eikä puristenesteen valumia saa syntyä. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014.) Maa-aineksen joutumista rehun sekaan tulee myös välttää (Huuskonen ym. 2020). Auma tulee sijoittaa tarpeeksi kauan ojista, kaivoista, vedenottamoista ja muista vesistöistä (Ympäristöministeriö 2010). Säilörehu voi olla varastoituna tilakeskuksen lähellä tai kauemmillä pelloilla, jolloin vähennetään kesällä rehun kuljetukseen kestävästä aikaa. Rehua siirretään talven aikana tilakeskukseen syötettäväksi. (Lätti 2014.)

Auman paikan valinnan jälkeen maahan kaivetaan pienet ojastot puristenesteiden ohjaamiseksi haluttuun paikkaan. Varatulta alueelta tulee myös poistaa kaikki materiaali, joka voi mahdollisesti hajoittaa pohjamuovin. Ojaston kaivamisen jälkeen alueelle laitetaan yhtäläinen ja ehjä pohjamuovi. (Kainulainen 2010.) Vähintään 0,5 millimetriä paksu alusmuovi vähentää puristenesteiden valumisen suoraan peltoon ja estää maa-aineksen kulkeutumisen rehuun. Tämä aiheuttaa rehun pilaantumista. (Huuskonen ym. 2020.) Muovin päälle voidaan laittaa ojaston kohdalle puristenestejohtimet, joiden avulla puristeneste pääsee valumaan entistä helpommin. (Kainulainen 2010.) Auman viereen maahan upotetaan tiivis säiliö, johon puristenestejohteet tulevat. Säiliön täyttymistä tulee seurata. (Ympäristöministeriö 2010). Alusmuovia valittaessa on huomioitava, että rehun päälle tuleva muovi on suurempi, kuin alusmuovi. Hyvänä käytänteenä on se, että 10 metriä leveälle alustalle varataan 13 metrin levyinen päällysmuovi. (Saskatchewan julkaisuaika tuntematon.)

Alustavien töiden jälkeen voidaan alkaa levittämään rehua. Alkuun rehua levitetään paksu kerros koko auman alueelle. Tällä pyritään estämään alusmuovin ja puristenestehojdinten hajoaminen. (Kainulainen 2010). Rehun tiivistämiseen vaikuttavia tekijöitä on säilörehun kuiva-ainepitoisuus, kuitupitoisuus ja silpun pituus. Kuiva ja korsitutunut rehu tiivistyy huonommin kuin märkä ja nuori rehu. Silppurilla tasaisesti lyhyeksi silputtu rehu tiivistyy parhaiten. (Palva julkaisuaika tuntematon.)

Toinen tiivistykseen vaikuttava tekijä on aumalla työskentelevän kone. Tiivistävän koneen paino tulee määrittää aumalle tunnissa tulevan rehumäärän mukaan. Nurmesta tulosta hankkeen mukaan korjuutahdin ollessa 50 tonnia tunnissa vaatii 16–17 tonnia konepainoa. Koneiden painot lasketaan yhteen, jos aumalla työskentelee useampi kone. Rehutonnin ohjeellinen tiivistämisaika on 2–3 minuuttia. (Palva julkaisuaika tuntematon.) Painavalla pyöräkuormaimella saadaan levitettyä säilörehu nopeasti ja tasaisesti (kuva 1).



KUVA 1. Säilörehuauman tiivistäminen pyöräkuormaajalla (Korhonen 2022)

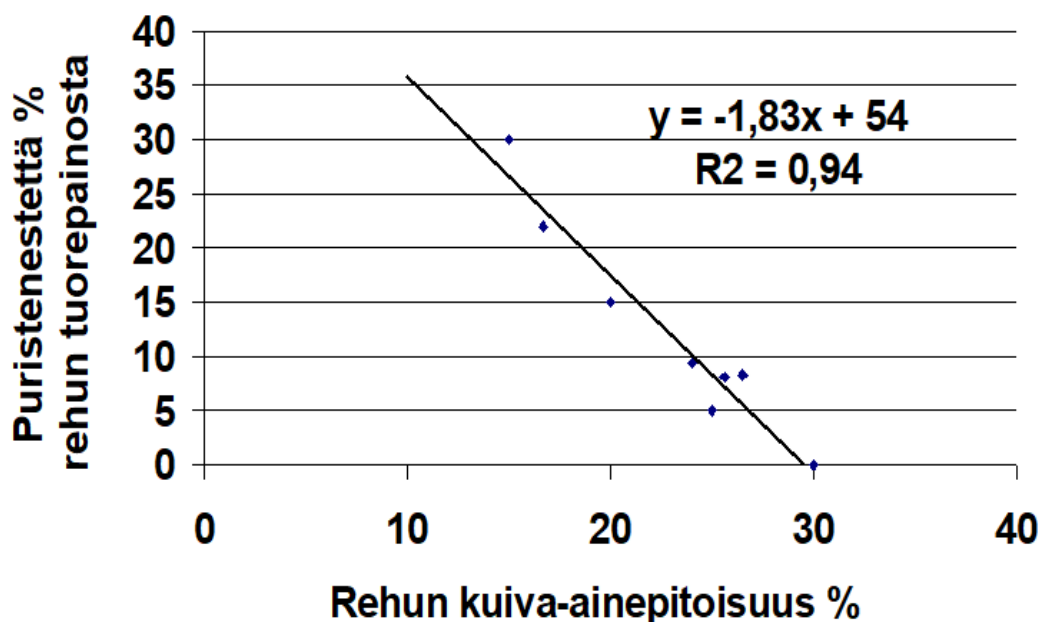
Rehu tulee levittää tasaisesti 15–20 cm:n kerroksiin. Jokaisesta kohdasta ajetaan vähintään kolme kertaa. (Palva julkaisuaika tuntematon.) Aumassa tulee kiinnittää erityistä huomiota reunoihin, koska tiivistäminen voi olla haastavaa tietyn korkeuden jälkeen (Huuskonen ym. 2020). Viimeisen rehu-kuorman jälkeen aumaa tulee tiivistää vielä tunnin ajan (Palva julkaisuaika tuntematon).

Hyvin tehdyn tiivistyksen jälkeen on aika peitellä auma, mikä tehdään viimeistään vuorokauden kulluttua. Yleisin säilörehun peittämisen keino on käyttää aumamuovia. Muovin lisäksi rehun päälle on hyvä levittää ohut happikalvo. Kalvo estää hapen pääsyn rehuun, jolloin rehu säilyy paremmin. Kalvon päälle levitetään etyleenimuovi, jonka valkoinen puoli on taivasta vasten. Pelkän etyylimuovin levittämistä rehun päälle ei suositella, koska ilmaa pääsee vähän tämän muovin läpi. Muovi saadaan pysymään paikoillaan levittämällä hiekkaa tai laittamalla hiekkapusseja päällysmuovin kaikille sivuille. (Huuskonen ym. 2020). Pintarehu säilyy sitä paremmin, mitä enemmän painoa on muovin päällä. Painoina voidaan käyttää esimerkiksi auton renkaita tai hiekkaa. (Kainulainen 2010.)

Rehuauman suojaaminen ulkoisilta tekijöiltä on myös kannattavaa. Erilaiset verkot ja kankaat vähentävät lintujen ja muiden eläinten aiheuttamia reikiä. Suojapeitteet auttavat myös auman painotuksessa. (Huuskonen ym. 2020.)

## 5 PURISTENESTEET

Happaman säilöntäaineen aiheuttaman väkevyyden tasoittamiseksi säilörehussa soluneste siirtyy osmoottisesti solujen ulkopuolelle, muodostaen puristenestettä (Järvenranta, Virkajärvi, Heinonen-Tanski & Taipalinen 2002). Käymisprosessi ja puristenesteen erittyminen alkavat säilörehussa myös ilman säilöntäainetta. Puristenesteiden erittymiseen vaikuttaa eniten säilörehun korjuu- ja varastointitavat. Suoraniitolla tehdystä tuoresäilörehusta erittyy puristenestettä. (Farmit julkaisuaika tuntematon c.) Suomessa on pääasiassa siirrytty esikuivattuun säilörehuun, joten puristenesteiden erittyminen on pienempää. Puristenesteiden erottuminen vähenee merkittävästi 25 %:ssa ja loppuu rehun kuiva-ainepitoisuuden noustessa 29 %:iin. Normaali tavoite säilörehun kuiva-ainepitoisuudelle on 30–45 %, jolloin rehu on ruokinnalle optimaalista. Esikuivattua säilörehua ei välttämättä aina saada kuivatettua tähän haluttuun pitoisuuteen sääolosuhteiden takia. Syksymmällä tehdyn kolmannen rehunteon säilörehu on yleensä kosteinta ja kuiva-ainepitoisuus voi laskea alle 25 %:n. (Hellstedt & Virkkunen 2020.) Kuvasta 2 voidaan nähdä säilörehun kuiva-ainepitoisuuden vaikutus rehun puristenesteen määrään. Kuvaa vastaava viiva saadaan piirrettyä samoilla X- ja Y-akselin arvoilla graafisella laskimella syöttämällä kuvan yhtälö laitteeseen.



KUVA 2. Rehun kuiva-ainepitoisuuden vaikutus puristenesteen erittymiseen (Järvenranta julkaisuaika tuntematon).

Puristeneste toimii hyvänä ravinnepitoisena lannoitteena. Puristenestettä syntyy kuiva-ainepitoisuuden perusteella noin 0,05–0,15 kuutiota rehutonta kohden. (Ympäristöministeriö 2010). Kuutiosta puristenestettä löytyy väkilannoitetyypä 1 kg, väkilannoitefosforia 0,5 kg ja väkilannoitekaliumia 5,5 kg. (Kemppainen 1996.) Ravinteiden määrään ja nesteen koostumukseen vaikuttaa kasvilaji, kasvuston kehitysvaihe, korjuun säätilat, lannoitteiden määrät, säilöntäaine, rehun silppukoko ja rehun tiivistymisen määrä. (Järvenranta ym. 2002).

Puristeneste voidaan sekoittaa lietelantaan tai hyödyntää erikseen pellon lannoitukseen. Puristenesteiden ravinteiden määrällä ei ole merkitystä, jos se sekoitetaan lietteen sekaan. Erikseen levitettyä puristenestettä tulee ottaa huomioon sen suuri kalium pitoisuus ja happamuus. Suositeltava levitysmäärä on 20–50 m<sup>3</sup>/ha. (Kemppainen 1996.) Levitemäärän ollessa 40 m<sup>3</sup>/ha puristeneste vastaa 40 kg väkilannoitetyyppeä, 20 kg väkilannoitefosforia ja 220 kg väkilannoitekaliumia yhtä hehtaaria kohti.

Korkean happamuuden takia pelkkää puristenestettä ei tulisi levittää yli 50 m<sup>3</sup>/ha. Polttovioittumisen estämiseksi levitys tulisi tehdä pian säilörehun korjuun jälkeen. Sade pian levityksen jälkeen vähentää polttovioittumisen riskiä. Jos puristenestettä laimennetaan vedellä tai neutraloidaan kalkilla, ei polttovioittumisen vaara ole. Suurilla puristenesteen levitysmäärillä voidaan aiheuttaa kasvien juuristolle hapensaanti ongelmia. Puristenestettä voidaan pitää kaliumlannoitteena ja täydennyslannoitteeksi voidaan hyödyntää väkilannoitetyyppeä. (Kemppainen 1996.) Puristenesteiden käyttö lannoituksessa vähentää moniravinteisten lannoitteiden tarvetta ja lannoitteena voidaan käyttää halvempaa väkityypilannoitetta.

## 5.1 Lainsäädäntö

Nitraattiasetuksen mukaan säilörehun valmistuksessa syntyvä puristeneste on otettava talteen ja varastoitava, ellei sitä käsitellä erillisessä puhdistamossa (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014). Asetuksella pyritään välttämään nesteen valumista ympäristöön. Asetusta valvoo kunnan maaseutuelinkeinoviranomainen ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen ELY-keskuksen kanssa (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014).

Nitraattiasetuksen lisäksi kunnilla on tarkentavia ympäristönsuojelumääräyksiä. Kuopion kaupunki määräsi pohjavesialueella paalaamattoman säilörehun varastoitavaksi kiinteissä tai muissa tiivispohjaisissa varastoissa, jotta kaikki puristeneste voidaan kerätä talteen. (Kuopion kaupungin ympäristönsuojelumääräykset 2017.)

## 5.2 Puristenesteiden vaikutus ympäristöön

Puristeneste sisältää paljon helppoliukoisia orgaanisia yhdisteitä, kuten sokereita ja muita kasvimateriaaleja. Maaperään joutuessaan ravinteikas neste lisää mikrobitoimintaa, mikä lisää hapenkulutusta. Anaerobiset ja fakultatiiviset mikrobit eivät tarvitse happea elämiseen, joten niiden määrä lisääntyy. Maaperän orgaaninen aines toimii energianlähteenä näille mikrobeille. Hapettomassa maaperässä typpi jää ammoniumtyypeksi eikä kasvien kasvulle tärkeää nitraattityyppeä muodostu. Hapenpuutteen seurauksena normaali ravinteiden hajoaminen hidastuu tai estyy kokonaan. Tästä seuraa maaperän tiivistymistä ja kasvien aiempaa huonompaa kasvua. (Järvenranta ym. 2002.)

Hapen puutteen seurauksena lisääntyneet anaerobiset mikrobit heikentävät maaperän happoemästatapainoa. Pelkistymispotentialin laskiessa raudan ja mangaanin elektronien vastaanottokyky muuttuu. Fe<sup>3+</sup> ja Mn<sup>4+</sup> pelkistyvät vesiliukoisiksi Fe<sup>2+</sup> - ja Mn<sup>2+</sup>-ioneiksi. Tämä aiheuttaa myös fosforin vapautumisen liukoiseen muotoon, koska se ei voi enää sitoutua rautaionin hapettuneeseen muotoon. (Järvenranta ym. 2002.)

Rehevöitymisellä tarkoitetaan ylimääräisten ravinteiden, kuten typen ja fosforin pääsyä vesistöihin. Yleisin syy rehevöitymiselle on ihmistoiminta. (Suomen ympäristökeskus.) Jos puristenestettä joutuu ojiin ja pohjavesiin, vedessä olevat mikrobit hajottavat yhdisteet kuluttamalla paljon happea. Happivaje aiheuttaa kalojen ja muiden vedessä asuvien eliöiden kuolemia. (Esmail 2019.) Juomavedestä tulee haisevaa ja tymeän makuista, koska suuri määrä bakteereita tuottaa haitallisia yhdisteitä ja aineenvaihduntatuotteita. Jos puristenestettä sisältävää juomavettä käytettäisiin talouksissa, putkistoihin muodostuisi limaa ja rikkivety voisi aiheuttaa syöpymistä. (Järvenranta ym. 2002.)

Puristenesteiden vaikutukset luokitellaan pistemäiseksi kuormitukseksi. Kuormituksen aiheuttavia kohteita ovat hyvin ravinnekuormittuvat ja eroosiosta kärsivät paikat. Lantalat, siilot, puristeneste-kaivot, aumat, lannan ja rehun lastauspaikat kuuluvat näihin yksittäisiin kuormittaviin kohteisiin. Alueita tulee tarkastella ja korjata säännöllisesti, jotta mahdollisten valumien riski on pieni. (Järvenranta, Virkajärvi, Rätty & Mähönen 2015.)

### 5.3 Puristenesteiden ympäristövaikutuksen koe

Suomessa kasvatetun säilörehunurmen puristenesteiden ympäristövaikutuksista ei ole juurikaan tutkimustietoa. Vuosina 1993 ja 1994 entisen MTT:n Pohjois-Savon tutkimusasemalla Maaningalla tehtiin säilörehun puristenesteiden valumista koskeva koe. Lysimetrikentälle ajettiin kahden vuoden aikana yhteensä 72,9 tonnia rehua, joka vastaisi 4,3 ha:n peltopinta-alaa. (Järvenranta ym. 2002.) Keskiarvoltaan säilörehun kuiva-ainepitoisuus oli alhainen 17,4 % ja puristenestettä erittyi lähes 13 m<sup>3</sup>. (Järvenranta 2023). Säilörehu oli korjattu tuoresäilörehuna, minkä takia kuiva-ainepitoisuus oli alhainen. Rehuauman pinta-ala oli 100 m<sup>2</sup>. Kokeen takia säilörehuauman alle ei laitettu pohjamaa-ainetta, jotta suora vaikutus maahan saataisiin selville. (Järvenranta ym. 2002.)

Kokeen avulla saadun puristenesteen määrän ja keskimääräisellä puristenesteen ravinnepitoisuuksien arvolla saatiin laskettua rehuauman alle kohdistuva ravinnekuormitus. Maahan huuhtoutui typpeä 240 g m<sup>2</sup>, fosforia 60 g m<sup>2</sup> ja kaliumia 670 g m<sup>2</sup>. Lisäksi kalsiumia huuhtoutui 80 g m<sup>2</sup> ja magnesiumia 40 g m<sup>2</sup>. Koealueella nitraattityypin määrä on ollut lähes mitätön aumojen perustamisen jälkeen, mutta kokonaistypen määrä kasvoi jatkuvasti. (Järvenranta ym. 2002.)

Vuonna 2000 alueelta otetun näytteen mukaan maaveden bakteeriluku oli yli 100 000 kpl ml<sup>-1</sup> ja enimmäisluku yli 1 000 000 kpl ml<sup>-1</sup>. Puhtaassa kaivossa olevan veden kokonaisbakteeriluku on vastaavasti 100–1000 kpl ml<sup>-1</sup>. Redox-potentiaalilaskennalla laskettua koealueen maaveden fosforipitoisuus oli suurimmillaan yli 1 000-kertainen normaaliin peltoviljelyyn verrattuna. Tavallisessa viljelyssä fosforia huuhtoutuu pohjaveteen 0,002 g P m<sup>-2</sup>, mutta säilörehuauman alueelta huuhtoutunut määrä vuoteen 2000 mennessä oli 1 g P m<sup>-2</sup>. (Järvenranta ym. 2002.)

Muita huuhtoutuneita hivenravinteita oli rauta, jota oli enimmäisluku 1000 mg l<sup>-1</sup> ja mangaania 20 mg l<sup>-1</sup>. Raudan enimmäispitoisuus kaivovedessä on 0,5 mg l<sup>-1</sup> ja mangaanin 0,2 mg l<sup>-1</sup>. Molemmat hivenaineet ovat haitallisia pohjavedelle ja aiheuttavat veteen makuhaittoja. (Järvenranta ym. 2002.)



## 6 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää säilörehun aumauksen toimenpiteet ja niiden vaikutukset ympäristöön. Oikein suunnitellulla ja toteutetulla puristenesteiden keräysjärjestelmällä saataisiin vähennettyä nesteiden valumia peltoon ja vesistöihin. Lisäksi halutaan selkeyttää onnistuneen säilörehun varastoinnin vaatimukset, jotta ruokintaan saadaan parasta mahdollista rehua. Tavoitteena on myös kartoittaa aumauksen kustannukset ja mahdollisen kiinteän varastointipaikan investointikustannukset.

Haastatteluiden tavoitteena on saada opinnäytetyöhön lisää tietoa henkilöiltä, joilla on aikaisempaa kokemusta aiheesta. Maanviljelijöiden lisäksi haastateltavaksi on valittu asiantuntijoita, joka lisää opinnäytetyön luotettavuutta. Haastatteluista toivotaan löytyvän uusia asioita, joita ei ollut löytynyt aikaisemmin tutkituista lähteistä.

Opinnäytetyössä toteutuva teemahaastattelu perustuu kvalitatiivisen tutkimukseen. Laadullisessa tutkimuksessa tavoitteena on saada tietoa aiheesta kokonaisvaltaisesti. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2005.) Teemahaastattelussa ei ole tarkkoja valmiiksi suunniteltuja kysymyksiä. Tämä mahdollistaa vapaan keskustelua teeman sisällä. Teemahaastattelua voidaan pitää kahden henkilön välisenä keskusteluna jostakin aiheesta. Haastattelun onnistuminen kuitenkin vaatii molemmilta henkilöiltä aikaisempaa kokemusta tai kirjallista tietoa aiheesta. Teemahaastattelu antaa myös analysointiin vapautta opinnäytetyön tekijälle. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Opinnäytetyön haastatteluihin on varauduttu myös tarkemmilla kysymyksillä, jotta aiheesta muistetaan kertoa kaikki tärkeimmät tiedot. Asiantuntijoilla kysyttävät kysymykset painottuvat puristenesteiden keräämiseen ja mahdolliseen valvontaan (liite 1). Maanviljelijöiden haastattelussa selvitetään tilojen tuotannon määrät ja säilörehun koneketjut (liite 2). Tarkentamalla säilörehuntuotantoon kysellään tarvittaessa yksityiskohtaisesti varastointiratkaisuista ja työmenetelmistä.

### 6.1 Haastattelut

Pyynnöt haastatteluista lähetettiin helmikuussa työsuunnitelman esittelyn jälkeen. Haastateltavaksi valikoitui viisi asiantuntijaa maa- ja metsätalousministeriöstä, ELY-keskuksesta, Luonnonvarakeskuksesta sekä yksityisestä kasvituotantopalveluita tarjoavasta yrityksestä. Näiden lisäksi haastateltavia maanviljelijöitä oli viisi. Kaikki viljelijät olivat pohjoissavolaisia lypsy- tai lihakarjatilan omistajia. Kaikki kymmenen henkilöä olivat perehtyneet aiheeseen, ja heillä oli aikaisempaa kokemusta aiheesta. Haastatteluista voitiin olettaa tulevan opinnäytetyön tekijällä uutta tietoa, joten haastattelut aloitettiin ottamalla aluksi yhteyttä asiantuntijoihin.

Ajan säästämiseksi haastattelut pääsääntöisesti toteutettiin puhelimen välityksellä. Puheluiden kestot vaihtelivat 8 ja 35 minuutin välillä. Haastattelut aloitettiin kertomalla opinnäytetyön tavoite ja toimemksiantaja. Haastattelujen toteuttaminen vaihteli asiantuntijoiden ja maanviljelijöiden välillä eri kysymyksillä ja henkilöiden aikaisemman kokemuksen mukaan. Osalla asiantuntijoista tieto säilörehuaumoista oli 1990-luvulta peräisin, mutta ne yhä vastasivat uudempien lähteiden tietoja. Osa henkilöistä oli tarkemmin perehtynyt puristenesteiden vaikutuksiin erilaisten tutkimusten parissa.

Maanviljelijät kertoivat tilan esittelyn jälkeen yksityiskohtaisesti heidän tilan säilörehun aumaamisesta viime vuosilta.

## 6.2 Luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyössä tulee ottaa huomioon omin sanoin kirjoittaminen ja varmistaa asianmukaisen viittaaminen lähteisiin. Lähteiden luotettavuuden kannalta alkuperäiset kirjoitukset ja lähteet ovat suositeltuja. Lähteiden merkitsemiseen käytetään Savonian virallista raportointiohjetta. Plagioinnin ehkäisemiseksi työ tarkistetaan plagiointitunnistusjärjestelmällä. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2022.) Haastateltavat henkilöt tulevat pysymään anonyymeina työn toteutuksen ajan ja sen jälkeen. Henkilötietojen käsittely toimii tietosuojasetusten mukaisesti, eikä henkilöitä voida tunnistaa suoraan tai välillisesti. (Arene ry 2020.) Tallennetut haastattelut poistetaan työn toteutuksen jälkeen.

Haastatteluista saatujen tietojen uskottavuus ja todenmukaisuus perustuu henkilöiden arvovaltaan. (Hirsjärvi ym. 2005). Puristenesteiden vaikutus ympäristöön on ympäristön suojelun ja vastuullisen toiminnan kannalta eettinen keskustelun aihe. Lisäksi voidaan miettiä, onko oikein käyttää varastointivaihtoehtoa, jossa on suurempi mahdollisuus aiheuttaa haittaa ympäristölle, kun on olemassa vähemmän haitallisia vaihtoehtoja. Jokaisen maanviljelijän on otettava vastuu omasta toiminnastaan ja vältettävä ympäristön ylimääräistä kuormittamista. Opinnäytetyön tekemisen aikana saatuja olennaisia tietoja ei salata tai muunnella näyttämään paremmalta. Työntekijän omalla mielipiteellä ei saa olla vaikutusta tulosten analysoinnissa ja raportoinnissa. Työssä saatuja tuloksia ei voida myöskään yleistää, koska haastateltavien tilojen määrä on kokonaisuuteen verrattuna pieni.

## 7 HAASTATTELUJEN TULOKSET

Molempien ryhmien haastatteluiden perusteella säilörehun aumaus pellolle on vähentynyt merkittävästi. Tiloilla on monesti investoitu laakasiiloihin tai kiinteään asfaltti- tai betonikenttään. Paalauksen yleistymisen on myös vähentänyt aumojen perustamisen tarvetta. Usein aumausta käytetään, kun rehua saadaan normaalia satoa enemmän, eikä ylimääräinen rehu mahdu varastoon. Säilörehuauma voidaan joissain tilanteissa perustaa tilakeskuksesta kaukaiselle peltoalueelle, mutta ylimääräisen ajokerran lisääminen ei ole suositeltavaa. Kolmannelle säilörehusadolle ei välttämättä ole rakennettu varastoa, jolloin aumaus tai paalaus on ainoa vaihtoehto. Syksyllä korjattu kolmas säilörehusato on yleensä kosteampaa verrattuna ensimmäiseen ja toiseen satoon, jolloin puristenestettä erittyy helpoiten. Ensimmäisestä ja toisesta säilörehusadosta ei normaalissa tilanteessa erityy puristenestettä, koska sadon kuiva-ainepitoisuus on yli 29 %. Korjuumenetelmissä on siirrytty käyttämään säilörehun esikuivaamista tuoresäilörehun sijaan, jolloin rehu kerkeää kuivumaan pellolla ja puristenestettä ei erityy varastoinnin yhteydessä yhtä paljon.

Auma on erittäin halpa varastointiratkaisu, jossa myös säilörehun suuremmat hävikkiriskit ovat vältettävissä. Säilörehuauman katsottiin myös olevan hyvä tilapäinen ratkaisu, jos rehu on kuivaa ja puristenesteiden kerääminen on järjestetty asiallisesti. Auman pohjamuovina voidaan hyvin käyttää rehun päälle tarkoitettua paksumpaa aumamuovia. Pohjamuovin tulee olla ehjä ja yhtäläinen koko varastoitavan säilörehun alueella. Yleisimmät aumamuovien leveydet ovat 8–20 metriä ja pituus 25–300 metriä. Maatalouskaupasta hankittuna aumamuovien hinnat alkavat 100 eurosta ylöspäin. Muovien neliökustannuksia verrattaessa isoimmat rullat ovat hieman halvempia. Säilörehu on helpompaa levittää tarpeeksi leveälle pohjamuoville. Puristenesteiden keräämiseen voidaan hyödyntää kaikenkokoisia salaojaputkia. Halkaisijaltaan 65 millimetriä paksun ja 150 metriä pitkän salaojaputken hinta on 150 euron luokkaa.

Perustettavan auman paikan valinnassa voi olla haasteita. Hyvänä paikkana pidetään yleisesti tilakeskuksen tai teiden lähellä olevaa kuivaa ja tasaista peltoaluetta. Moni tilallisista ajattelee pienen kaltevuuden maassa helpottavan puristenesteiden keräämistä, kunhan nesteitä varten rakennettu kaivo on matalimmassa päässä aumaa. ELY-keskuksen maatalouden ympäristöasiantuntijan mukaan valittaessa säilörehuauman paikkaa voidaan hyödyntää lanta-aumauksessa käytettäviä vähimmäisetäisyyksiä ojiin ja vesistöihin. Lanta-auman saa perustaa vähintään 100 metrin päähän vesistöistä, valtaojista ja talousvesikaivoista. Ojiin etäisyyttä tulee olla vähintään 5 metriä. (Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014.) Säilörehun tiivistäminen aumalla vie merkittävästi enemmän aikaa ja työtä siiloon verrattuna. Rehua levittävän työntekijän tulee tarkkailla, ettei säilörehu levity turhaan liian suurelle alueelle. Auman korkeuden kasvaessa reunoilla tulee ajaa tarkkaa, jotta tiivistäminen saadaan toteutettua eikä työkone kaadu. Pilaantuneen rehun määrä voi olla suuri, jos auman reunat ovat jääneet tiivistämättä tai rehuun on joutunut maa-ainesta.

### 7.1 Maanviljelijöiden omat kokemukset aumauksesta

Kaikki haastateltavat tilalliset asuivat Pohjois-Savon alueella. Kolmella tilalla on maidontuotantoa ja kahdella nautojen loppukasvatusta. Korjattavaa säilörehualaa oli kaikilla tiloilla viime kesänä yli 100

hehtaaria. Koneketjut tilojen välillä vaihtelivat. Kolmella tilalla säilörehu korjattiin ajosilppuriketjulla, yhdellä oli käytössä noukinvaunu, kun taas viimeisellä tilalla käytettiin tarkkuussilppuria. Lähes kaikilla tiloilla osa rehusta paalattiin pyöröpaaliin. Molempia happo- ja biologisia säilöntäaineita käytettiin kolmella tilalla. Kaksi muuta tilaa käyttivät pelkästään biologista säilöntäainetta. Tilojen välillä aumaan varastoidun säilörehun määrä oli 70–0 % koko säilörehusadosta.

Suurimman osan säilörehusta aumaan varastoiva tila, oli rakentanut erillisen hiekkakentän aumausta varten. Hiekkakentän alle on rakennettu salaojaputkista puristenesteiden keräämisjärjestelmä, joka johtaa nesteen keräilykaivoon. Kaivosta neste saadaan pumpattua lietesäiliöön tai lietevaunuun. Kaikki säilörehu ei mahdu hiekkakentälle, joten ylimääräisiä aumoja tehdään viereisille pelloille hieman viettäviin rinteisiin. Kaikkien aumojen alle laitetaan pohjamuovi estämään puristenesteen suora valuminen maahan. Pellolla sijaitsevien aumojen ympärille tehdään kaivanto, josta syvimpään kohtaan valunut puristeneste saadaan kerättyä lietevaunuun. Hiekkakentällä sijaitsevan auman syöttämisen jälkeen alue puhdistetaan ja lanataan. Tarvittaessa alueelle lisätään hiekkaa. Haastateltava koki omat toimenpiteensä aumojen perustamisessa ja puristenesteiden keräämisessä toimiviksi ja riittäviksi. Puristenestettä erittyi erittäin harvoin. Tilalla silot olivat investointilistalla.

Yksi haastateltavalla maatilayrittäjä oli muutama vuosi sitten investoinut laakasiiloihin, jotta puristenesteiden talteenotto olisi helpompaa ja piha pysyy siistinä. Pienelle alueelle haluttiin saada varastoitua mahdollisimman paljon rehua, joten silot olivat parempi vaihtoehto pelkän kiinteän laatan sijaan. Maanviljelijän mukaan säilörehun hävikin määrä ei ole muuttunut auman ja siiloon välillä. Tilalla aikaisemmin perustetut aumat oli perustettu pohjamuovin päälle. Puristenesteen erittyminen ei ollut yleistä, eikä salaojaputkia tarvittu.

Kahdella tilalla säilörehun varastoinnin kannalta toimenpiteet olivat lähes samat. Kolmas sato tehdään aumaan pohjamuovin päälle. Aumat yritetään tehdä pellolla mahdollisimman korkeaan ja kuivaan paikkaan, jotta talvella rehua syöttäessä alueesta ei tule liejuista. Molemmilla tiloilla käytetään putkia puristenesteen ohjaamiseen keräilykaivoon. Putket kaivetaan mahdollisimman pohjalle säilörehun sekaan, jotta niistä on hyötyä nesteen kuljettamisessa. Työvaihe tulee tehdä huolella ensimmäisten säilörehukuormien levityksen jälkeen. Putki hajoaa rehua tiivistävän koneen painosta, jos se jää pinnalle.

Viimeisellä haastateltavalla tilalla säilörehun aumausta on tehty tuotannon lisääntymisen ja suurten satomäärien takia. Tila ei kokenut alusmuovin tai muun puristenesteiden keräämisen menetelmän olevan kannattavaa, koska puristenestettä erittyy todella harvoin. Aumat on perustettu kuiviin ja suotuisiin paikkoihin, jotta puristenesteitä ei pääse vesistöihin. Tilalla oli suunnitelmissa investoida uusiin siiloihin.

Kaikki haastateltavat kokivat säilörehuaumauksen väliaikaiseksi ratkaisuksi. Säilymisen kannalta siilorehulla ja aumarehulla ei olisi ollut suurta eroa. Puristenesteiden keräämisjärjestelmän rakentaminen oli suurimmalla osalla peruskäytäntö auman perustamisen yhteydessä. Menetelmät vaihtelivat tilojen välillä. Kaikki kokivat omat menetelmänsä riittäviksi ympäristön suojelun kannalta. Lähes kaikki suunnittelivat siilon rakentamista.

## 7.2 Vaihtoehtoja auman tilalle

Tuettavien seinällisten säilörehuvarastojen rakentamisessa on tarkemmat säädökset puristenesteiden keräämiselle. Varaston on oltava täysin vesitiivis, eikä puristenestevalumia saa syntyä säilörehuvaraston ulkopuolelle. Kaikki rehusta erittyvä neste tulee valua keräilykaivoon, jonka tilavuus on oltava vähintään 5 m<sup>3</sup>. Puristeneste tulee johtaa keräilykaivosta muuhun tiiviiseen lietesäiliöön, virtsasäiliöön tai puristenestesäiliöön ja tämä on osoitettava jo rakennussuunnitelmassa. Puristenesteiden keräämisjärjestelmän lisäksi säilörehuvaraston eteen on tehtävä teräsbetoni- tai asfalttirakenteinen rehun kippauslaatta. Laatan on oltava vähintään varaston aukon levyinen ja 5 m: pituinen. (Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista ympäristönsuojelumääräyksistä 266/2019.)

Investointiavustuksen määrä hyväksytyistä kustannuksista on 25 % ja Nuoren viljelijän avustuskorotus on 10 %. Korkotukilainan määrä hyväksyttävistä kustannuksista on 50 % ja korkotuen määrä hyväksyttävistä kustannuksista 5 %. Tuet uudistuvat vuonna 2023, joten luvut voivat muuttua. (Ruokavirasto julkaisuaika tuntematon.) Avoimen laakasiilon sallittu yksikkökuutiokustannus saa olla enintään 40 €, ja yksikkökustannus sisältää puristenestekeräysjärjestelmän. Halutessaan laakasiilon voidaan rakentaa seinät ja vesikatto, joiden yksikkökustannukset saavat olla enintään 150 € per neliö. (Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden investointien hyväksyttävistä yksikkökustannuksista 1559/2016.)

Myös rehuaumaa varten tehtävälle asfaltti-/ betonikentälle saa investointitukea. Kiinteän kentän investointihakemukset kuuluvat työympäristöä ja tuotantohygieniaa edistäviin investointeihin. Tuotantorakennuksen kulkuväyliä päällystävät tilat ovat joskus hakeneet avustusta myös päällystetyn kentän tekoon. Jotta alueelle saadaan tukea, tulee osoittaa toimiva puristenesteiden keräämisjärjestelmä. Betonin tai asfaltin tulee olla alueella paksumpi normaaliin päällystettyyn tiehen, jottei puristenesteiden valumia synny. (Ikäheimo 2023.)

Työympäristöä ja tuotantohygieniaa edistäviin investointeihin saa avustusta 25 % hyväksyttävistä kustannuksista (Ruokavirasto julkaisuaika tuntematon). Yhden tilan tuotantopihan päällystämistä voidaan tukea kokonaisuudessaan enintään 2500 m<sup>2</sup>. Yksikkökustannukset murskeelle tai vastaavalle on 13 €/m<sup>2</sup>, asfaltti tai vastaavalle 12 €/m<sup>2</sup>. (Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden investointien hyväksyttävistä yksikkökustannuksista 1559/2016.) Rakentamiseen pienin myönnettävä tuki on 7 000 € (Ikäheimo 2023).

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää oikeat menetelmät ja haasteet säilörehun aumaamiseen ja puristenesteiden keräämiseen. Lisäksi selvitettiin puristenesteiden ympäristövaikutuksia maaperään ja vesistöön. Tietoa aiheeseen etsittiin kirjallisuudesta, luotettavista julkaisuista ja haastatteluiden avulla. Teemahaastateltavana oli 5 asiantuntijaa ja 5 maanviljelijää, joilla oli käytännön osaamista ja tietoa aiheesta. Opinnäytetyössä käsiteltiin varastoinnin lisäksi maittavan ja laadukkaan säilörehunurmen viljelyn kriteereitä.

Säilörehun aumaamista pellolle pidetään yleensä väliaikaisena ratkaisuna. Tuotannon lisääntymisen ja säilörehunurmen satotasojen kasvaessa tilojen kaikki rehut eivät välttämättä mahdu aikaisemmin rakennettuihin varastoihin. Säilörehun aumaaminen vaatii tarkkaa suunnittelua ja työskentelyä rehunteon aikana. Laadukkaan säilörehun turvaamiseksi auman perustamisvaiheessa puhtauteen ja auman reunojen tiivistämiseen tulee panostaa enemmän, kun verrattuna siilorehuun. Haastatteluiden perusteella aumassa rehuhävikin määrällä ei ole suuria eroja laakasiilossa syntyvään hävikkiin. Varastoinnin ollessa kunnossa hävikin määrään vaikuttaa enemmän korjuun ajankohta ja käytettävien säilöntäaineiden toimivuus. Moni haastateltavista kannatti investoimaan kiinteään varastoon, jos säilörehun aumaus on joka vuotista toimintaa. Puristenesteiden kerääminen saataisiin näin toimivaksi ja pellon rasiutusta pienennettyä.

Säilörehusta erittyvällä ravinteikkaalla puristenesteellä on negatiivinen vaikutus maaperään ja vesistöön. Puristeneste tulee aina kerätä talteen. Säilörehuaumassa nesteen valuminen keräilykaivoon mahdollistetaan pohjamuovin, putkien ja kaivantojen avulla. Neste johdetaan keräilykaivosta lietesäilöön, lietevaunuun tai muuhun tiiviiseen säilöön. Haastatteluiden perusteella maanviljelijät tiedostavat puristenesteen ympäristöhaitat ja pyrkivät rakentamaan nesteiden keräämisjärjestelmän omien kokemustensa perusteella. Tavoitteellisessa tilanteessa puristenestettä ei erity, joten haittaa ei myöskään ole.

Säilörehun aumaamisesta ei ole paljon tarkkaa tutkittua tietoa. Tietolähteet käsittelevät yleisemmin laakasiiloon varastoitua rehua, josta on otettu poimintoja auman tekoon. Hyötyä toimeksiantajalle opinnäytetyöstä on säilörehun aumaukseen ja puristenesteiden ympäristövaikutukseen liittyvien tietojen yhdistämisessä ja päivittämisessä. Mahdollisia jatkotutkimusaiheita olisi säilörehu aumauksen viralliset ohjeet ELY-keskukselle. Aihealue vaatisi puristenesteiden keräämisjärjestelmien tarkempaa suunnittelua ja kokeita, joita agrologiopiskelija ei voi kuitenkaan yksin toteuttaa. Nykyisestä työstä on apua maanviljelijöille, jotka harkitsevat säilörehun aumaamista pelolle.

Opinnäytetyön tekeminen on ollut haastava prosessi. Työn myöhään aloittamisen on vaikeuttanut aikataulussa pysymistä ja kirjoittaminen on ollut hidasta. Haasteista on päästy yli ja opinnäytetyön tekijä on päässyt luomaan yhteyksiä asiantuntijaorganisaatioihin ja maatilayrittäjiin. Työstä saadun valtavan tietomäärän avulla tekijä pystyy tulevaisuudessa kehittämään kotitilansa toimintaa.

## LÄHTEET

- Ahokas, Jukka 2021. Nurmikoneet. Verkkojulkaisu. <https://docplayer.fi/219366951-Jukka-ahokas-nurmikoneet.html>. Viitattu 6.2.2023.
- AIV julkaisuaika tuntematon. Säilörehu. Verkkojulkaisu. <https://www.aiv.fi/sailo-oikein/sailorehu>. Viitattu 7.2.2023.
- Arene ry 2020. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetyön eettiset suositukset. Pdf-tiedosto. 9.1.2020. <https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULU-JEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?t=1578480382>. Viitattu 5.2.2023
- Ellä, Anu 2015. Säilörehunurmet 2015 10 000 kg ka. ProAgria Länsi-Suomi. Pdf-tiedosto. [https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/sailorehu\\_2015\\_anu\\_ella\\_10tnsadot.pdf](https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/sailorehu_2015_anu_ella_10tnsadot.pdf). Viitattu 23.3.2023.
- Esmail, Hamed 2019. Silage effluent: Problems and solutions. Verkkojulkaisu. <https://www.al-aboutfeed.net/animal-feed/raw-materials/silage-effluent-problems-and-solutions/>. Viitattu 7.2.2023.
- Farmit julkaisuaika tuntematon a. Esikuivattu säilörehu. Verkkojulkaisu. <https://www.farmit.net/kotielain/rehunsailonta/sailorehun-valmistus-ja-sailonta/esikuivattu-sailorehu>. Viitattu 6.2.2023.
- Farmit julkaisuaika tuntematon c. Tuoresäilörehu. Verkkojulkaisu. <https://www.farmit.net/kotielain/rehunsailonta/sailorehun-valmistus-ja-sailonta/tuoresailorehu>. Viitattu 6.2.2023.
- Hellstedt, Maarit & Virkkunen, Elina 2020. Karjatililla muodostuvat säilörehun puristenesteet, pesuvedet sekä jaloittelualueiden ja turkistarhojen valumavedet. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 100/2020. Luonnonvarakeskus. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/546899/luke-luobio\\_100\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/546899/luke-luobio_100_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Viitattu 6.2.2023.
- Hirsjärvi, Sirkka, Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula 2005. Tutki ja kirjoita. 11. painos. Helsinki: Tammi.
- Huuskonen, Arto, Ilkka, Jaakko, Jokinen, Marko, Manni, Katariina, Mustonen, Arja, Nyholm, Laura, Pajula, Maiju, Rinne, Marketta, Suokannas, Antti & Tahvola, Essi 2020. Säilörehun säilöntäopas. Atria Tuottajat. Pdf-tiedosto. [https://www.atriatuottajat.fi/globalassets/alkutuotanto/hankkeet/atriatuottajat\\_sailorehun\\_sailontaopas\\_b5\\_highres.pdf](https://www.atriatuottajat.fi/globalassets/alkutuotanto/hankkeet/atriatuottajat_sailorehun_sailontaopas_b5_highres.pdf). Viitattu 6.2.2023.
- Ikäheimo, Juha 2023. Maaseutuasiantuntija. Pohjois-Savon ELY-keskus. Haastattelu 28.2.2023.
- Järvenranta, Kirsi 2023. Erikoistutkija. Luonnonvarakeskus. Puristeneste Luke Maaninka. Yksityinen sähköpostiviesti 1.3.2023. Viestin saaja: Oskari Korhonen.
- Järvenranta, Kirsi julkaisuaika tuntematon. Rehun kuiva-ainepitoisuuden vaikutus puristenesteen erittymiseen. Kaavio.
- Järvenranta, Kirsi, Virkajärvi, Perttu, Heinonen-Tanski, Helvi & Taipainen, Irmeli 2002. Säilörehun puristeneste on edelleen todellinen uhka vesistöille. Vesitalous 3, 39–42. <https://vesitalous.fi/wp-content/uploads/2013/07/3-2002.pdf>. Viitattu 15.3.2023.
- Järvenranta, Kirsi, Virkajärvi, Perttu, Rätty, Mari & Mähönen, Vuokko 2015. Toimintaohje nautakarjatilän vesistökuormituksen vähentämiseksi. Verkkojulkaisu. <https://docplayer.fi/33646944-Toimintaohje-nautakarjatilän-vesistökuormituksen-vahentamiseksi.html>. Viitattu 6.2.2023.
- Kainulainen, Pertti 2010. Säilörehun varastointi muoviaumaan. Teoksessa Sari Peltonen, Tapani Puurunen & Taina Harmoinen (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria Oy, 97.

Kemppainen, Erkki 1996. Karjanlanta ja muut eloperäiset lannoitteet. Teoksessa Reijo Heinonen, Helinä Hartikainen, Erkki Aura, Antti Jaakkola & Erkki Kemppainen (toim.) Maa, viljely ja ympäristö. Porvoo: WSOY.

Korhonen, Oskari 2022. Säilörehuauman tiivistäminen. Valokuva 2022. Kuopio: Oskari Korhosen koelmat.

Kousa, Matti, Karttunen, Janne 2008. Hinattava ja ajettava tarkkuussilppuri. Nurmitieto 5.1.3. Suomen nurmiyhdistyksen ja MTT:n julkaisusarja. Pdf-tiedosto. [https://www.nurmiyhdistys.fi/\\_files/ugd/faea11\\_eb95c0444a874887942c293765d05e55.pdf](https://www.nurmiyhdistys.fi/_files/ugd/faea11_eb95c0444a874887942c293765d05e55.pdf). Viitattu 6.2.2023.

Kuopion kaupungin ympäristönsuojelumääräykset 2017. Ympäristö- ja rakennuslautakunta. <https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7582394/Kuopion+kaupungin+ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojelum%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ykset+%28tarkistettu%29/deca9b55-8bb7-4ea8-ba8e-2b52cbbcf72>. Viitattu 7.2.2023.

Luke tilastotietokanta. Maataloustilastot: Tuotanto: Satotilastot: Viljelykasvien sato: 2022: ELY-keskus koko maa: Hehtaarisato (kg/ha): Tuotantotapa yhteensä: Säilörehu yhteensä. [https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_02%20Maatalous\\_\\_04%20Tuotanto\\_\\_14%20Satotilasto/01\\_Viljelykasvien\\_sato.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db](https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__14%20Satotilasto/01_Viljelykasvien_sato.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db). Viitattu 23.3.2023.

Luonnonvarakeskus 2022. Käytössä oleva maatalousmaa 2021. Verkkajulkaisu. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/kaytossa-oleva-maatalousmaa/kaytossa-oleva-maatalousmaa-2021>. Viitattu 6.2.2023.

Lätti, Markku, Tuure, Veli-Matti, Eskelinen, Pasi & Räisänen, Janne 2014. Säilörehunkorjuu laajentuvalla karjatilalla. TTS:n tiedote maataloustyö ja tuottavuus. Pdf-tiedosto. <https://www.tts.fi/files/1341/mati655.pdf>. Viitattu 6.2.2023.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden investointien hyväksyttävistä yksikkökustannuksista 1559/2016 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161559#Pidm45053757251440>

Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista ympäristönsuojelumääräyksistä 266/2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190266>. Viitattu 26.3.2023.

Meristö, Tarja 2007. Laadukas SWOT. Työkalu pk-yrityksen innovaatiovetoisen tulevaisuuden menestyksen turvaamiseksi. Åbo Akademi. Pdf-tiedosto. [http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/innorisk/LAADUKAS\\_SWOT.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/innorisk/LAADUKAS_SWOT.pdf). Viitattu 7.2.2023

Mero, Henna & Kyntäjä, Juho 2010. Nurmirehujen tehokas hyödyntäminen. Teoksessa Sari Peltonen, Tapani Puurunen & Taina Harmoinen (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria, 4–7.

NHK julkaisuaika tuntematon. Noukinvaunu sopii säilörehun korjuuseen. Verkkajulkaisu <https://www.nhk.fi/ajankohtaista/noukinvaunu-sopii-sailorehun-korjuuseen/>. Viitattu 7.2.2023.

Nousiainen, Juha 2010. Rehujen hävikit ja vaikutukset kustannuksiin. Teoksessa Sari Peltonen, Tapani Puurunen & Taina Harmoinen (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria, 94.

Nousiainen, Juha, Niskanen, Heikki, Kainulainen, Pertti & Toivakka, Minna 2010. Korjuu. Teoksessa Sari Peltonen, Tapani Puurunen & Taina Harmoinen (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria, 71–77.

Palva, Reetta julkaisuaika tuntematon. Säilörehun tiivistäminen. Pdf-tiedosto. [https://www.lakka-paa.com/storage/product\\_files/1/583051-Tiivistaminen\\_esite\\_e71aac393759a3dbf157ee7a09d73842.pdf](https://www.lakka-paa.com/storage/product_files/1/583051-Tiivistaminen_esite_e71aac393759a3dbf157ee7a09d73842.pdf). Viitattu 7.2.2023.



- Peltonen, Sari 2010 Säilöntämenetelmien soveltuvuus eri nurmirehutyypeille. Teoksessa. Puurunen, T. & Harmoinen, T. (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. ProAgria, 87–94.
- Peltonen, Sari julkaisuaika tuntematon. Viljelykierrolla kannattavuus paremmaksi. ProAgria keskusten liitto. Pdf-tiedosto. [https://www.proagria.fi/uploads/1.11.2018\\_viljelykierrolla\\_kannattavuus\\_paremmaksi\\_sari\\_peltonen\\_proagria\\_keskustenliitto\\_2022-06-13-124939\\_fcly.pdf](https://www.proagria.fi/uploads/1.11.2018_viljelykierrolla_kannattavuus_paremmaksi_sari_peltonen_proagria_keskustenliitto_2022-06-13-124939_fcly.pdf). Viitattu 31.3.2023.
- Pentti, Seppo 2010. Mistä on kunnan säilörehu ja pyöröpaalit tehty? Verkkojulkaisu. Konepörssi. <https://koneporssi.com/maa-ja-metsatalous/mista-on-kunnan-sailorehu-ja-pyoropaalit-tehty/>. Viitattu 6.2.2023.
- Puurunen, Tapani & Virkajärvi, Perttu 2010. Nurmen perustaminen. Teoksessa Sari Peltonen, Tapani Puurunen & Taina Harmoinen (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria, 43–46.
- Puurunen, Tapani, Virkajärvi, Perttu & Nykänen, Arja 2010. Kasvinsuojelu. Teoksessa Sari Peltonen, Tapani Puurunen & Taina Harmoinen (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria, 49–55.
- Ruokatieto julkaisuaika tuntematon. Viljelykierto. <https://ruokatieto.fi/sv/node/639>. Viitattu 23.3.2023.
- Ruokavirasto 2023. Ympäristökorvauksen sitoumusehdot 2023. Verkkojulkaisu. 5.4.2023. <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/peltotuet/ymparistokorvaus/ymparistokorvauksen-sitoumusehdot/ymparistokorvauksen-sitoumusehdot-2023/>. Viitattu 7.4.2023.
- Ruokavirasto julkaisuaika tuntematon. Maatalouden investointituet. Verkkojulkaisu. <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/investoinnit/maatalouden-investointituet/#1.-maatilan-kilpailukyvyyn-kehittamiseen-ja-tilojen-nykyaikaistamiseen-liittyvat-investoinnit>. Viitattu 31.3.2023.
- Sairanen, Auvo 2018. Säilörehun tuotantokustannukset kuriin. Käytännönmaamies julkaisu 05/2018. [http://euromaito.savonia.fi/images/s%C3%A4il%C3%B6rehu/s%C3%A4il%C3%B6rehun\\_tuotantokustannus\\_AS.pdf](http://euromaito.savonia.fi/images/s%C3%A4il%C3%B6rehu/s%C3%A4il%C3%B6rehun_tuotantokustannus_AS.pdf). Viitattu 6.2.2023.
- Saskatchewan julkaisuaika tuntematon. Silage. Verkkojulkaisu. <https://www.saskatchewan.ca/business/agriculture-natural-resources-and-industry/agribusiness-farmers-and-ranchers/crops-and-irrigation/forage-production-annual-native-perennial/silage-storage-techniques>. Viitattu 6.2.2023.
- Savonia-ammattikorkeakoulu 2022. Savonian raportointiohje. Pdf-tiedosto. <https://amksavonia.sharepoint.com/sites/reppu-opinnaytetyo/Jaetus%20asiakirjat/Suojatut%20tiedostot/Raportointiohje2022.pdf>. Viitattu 21.5.2023.
- Seppälä, Arja 2022. Eihän säilörehu ole tilasi tuotannon pullonkaula? Maito ja me. Verkkojulkaisu. <https://www.maitojame.fi/artikkelit/eihan-sailorehu-ole-tilasi-tuotannon-pullonkaula/>. Viitattu 6.2.2023.
- Valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta 1250/2014. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141250>. Viitattu 6.2.2023.
- Suomen ympäristökeskus 2022. Rehevoityminen. Verkkojulkaisu. <https://www.ymparisto.fi/fi/luontovesistot-ja-meri/meri/suomen-meriympariston-tila/rehevoityminen>. Viitattu 21.5.2023
- Ympäristöministeriö 2010. Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. Verkkojulkaisu. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41550/OH1\\_2010\\_Kotieläintalouden\\_ympariston-suojeluohje.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41550/OH1_2010_Kotieläintalouden_ympariston-suojeluohje.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Viitattu 6.2.2023.

## LIITE 1: HAASTATTELURUNKO ASIANTUNTIJOILLE

- Valvontaa suorittavat
  - Millä toimenpiteillä säilörehun aumaamista valvotaan?
  - Onko aumauksessa havaittu ongelmia puristenesteiden keräämisen osalta?
  - Jos on, miten ongelmat on korjattu?
- Puristenesteiden kerääminen
  - Millä kaikilla menetelmillä puristeneste saadaan kerättyä?
  - Onko pohjamuovilla vaikutusta nesteen imeytymiseen pellolla?
  - Kuinka salaojaputkia tulisi käyttää hyödyksi?
- Mitä kehitettävää aumaamisessa on?

## LIITE 2: HAASTATTELURUNKO TILALLISILLE

- Tilan Taustatiedot
  - Tilan päätuotantosuunta?
  - Paljonko tilalla on eläimiä ja peltoa?
  - Millä koneketjulla säilörehun korjuu on toteutettu?
  - Käytetäänkö tilalla säilöntäainetta ja mitä?
- Säilörehun varastointi
  - Miten säilörehun varastointi on järjestetty?
    - Pyöräpaali
    - Rehutorni/salvosiiilo
    - Laakasiilo
    - Auma
  - Mistä syistä näihin varastointi keinoihin on päädytty?
  - Kuinka paljon rehusta varastoidaan aumaan?
  - Millaiseen paikkaan auma tehdään?
    - Asfalttikenttä tai betonialusta
    - Kovalle murskepohjalle
    - Pellolle tilakeskuksen viereen
    - Pellolle kaukana tilakeskuksesta
- Säilörehuauman tekeminen
  - Mitä tehdään ennen rehunteon aloitusta?
  - Käytetäänkö alusmuovia säilörehun alla?
  - Millä koneistolla suoritatte rehun tiivistämisen?
  - Miten auman reunojen tiivistyminen varmistetaan?
  - Käytetäänkö aumakalvoa?
  - Käytetäänkö aumamuovia?
  - Miten reunat painotetaan ja varmistetaan muovin pysyminen paikoillaan?
  - Suojataanko varsinaista aumamuovia erilaisilla verkoilla tai kankailla?
  - Levitetäänkö säilörehuauman päälle muita painoja?
  - Kuinka paljon puristenestettä erittyy rehusta?
  - Kuinka puristeneste on hyödynnetty?
  - kuinka puristenesteiden talteenotto on toteutettu?
  - Onko puristenesteen keräyksessä käytössä pintavahtia?
  - Käytetäänkö salaojaputkia hyödyksi nesteen keräämisessä?
  - Onko aumaus joka vuotinen ratkaisu?
  - Onko aumojen tekoon vaadittu mitään lupia?
  - Kuinka paljon pilaantunutta rehua tulee prosentteina?
  - Mitä toimenpiteitä pellolle tehdään rehun loputtua aumasta?
  - Onko etäisyys vesistöön huomioitu mitenkään?