

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - YLEMPI AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

HIEHOJEN MOB-LAIDUNNUS

TEKIJÄ Juliana Roivainen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala			
Tutkinto-ohjelma Maaseudun kehittämisen tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Juliana Roivainen			
Työn nimi Hiehojen mob-laidunnus			
Päiväys	23.4.2024	Sivumäärä/Liitteet	43
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Luonnonvarakeskus, Kestävyyttä nurmesta -hanke			
Tiivistelmä			
<p>Maatalouden hiilensidonta ja hiilineutraalius puhuttaa yhä enemmän lämpenevän ilmaston takia. Kasvinviljelyllä ja maatalousmaalla on suuri potentiaali sitoa tehokkaasti ilmakehän hiilidioksidia, ja erilaisia vaihtoehtoja ja ratkaisuja hiilensidontaan etsitäänkin koko ajan. Opinnäytetyössä tutkittiin hiehojen mob-laiduntamista ja sen soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin. Mob-laidunnuksen tarkoituksena on kasvattaa maahan kohdistuvaa hiilisyötteen määrää jättämällä kasvusto tarkoituksella totuttua korkeammaksi.</p> <p>Opinnäytetyössä toteutettiin mob-laidunkoe lypsyrotuisilla hiehoilla vuonna 2023. Kokeen tarkoituksena oli tutkia mob-laidunnuksen soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin. Laidunkauden aikana mob-laidunkaistoilta kerättiin kasvustonäytteitä analysointia varten. Laidunnus toteutettiin kaistasyöttönä ja hiehot vaihtoivat kaistaa joka kolmas päivä. Tuloksia peilattiin vuonna 2022 tehtyyn mob-laidunkokeeseen. Vuoden 2023 nurmen lannoitusstrategiaa muutettiin hieman vuonna 2022 tehdyn lannoituksen perusteella.</p> <p>Laidunkokeen tulosten perusteella mob-laidunnus ei sovellu sellaisenaan Suomen olosuhteisiin, vaan sitä pitäisi soveltaa tavanomaisen laidunnuksen kanssa yhdistelmänä. Mob-laidunnus perustuu hiiliviljelyyn, mutta aiemmissa tutkimuksissa sen hiilensidonta on jäänyt oletettua alhaisemmaksi. Mob-laidunnuksella on kuitenkin potentiaalia kasvattaa tai ylläpitää maan hiilivarastoja, minkä vuoksi sitä voidaan suositella hiiliviljelytoimenpiteenä. Jatkossa mob-laidunnusta voisi tutkia lypsylehmillä. Aikaisemmin on raportoitu, ettei mob-laidunnus sopisi lypsylehmille. Tämän kokeen tulokset kuitenkin osoittavat, että teoriassa se voisi olla varsin sopiva niille.</p>			
Avainsanat mob-laidunnus, laidunnus, hiehojen ruokinta, hiilensidonta, hiiliviljely, hiili			

Field of Study Natural Resources and the Environment	
Degree Programme Master's Degree Programme in Rural Development	
Author Juliana Roivainen	
Title of Thesis Mob-grazing with heifers	
Date 23 April 2024	Pages/Appendices 43
Client Organisation /Partners Natural Resources Institute of Finland, Kestävyyttä nurmesta project	
<p>Abstract</p> <p>Carbon sequestration and carbon neutrality in agriculture are increasingly being discussed due to the warming climate. Crop cultivation and agricultural land have a great potential to effectively bind atmospheric carbon dioxide, and various alternatives and solutions for carbon sequestration are being sought all the time. The thesis investigated the mob grazing with heifers and its suitability for Finnish conditions. The purpose of mob grazing is to increase the amount of carbon input into the ground by intentionally leaving the vegetation higher than usual.</p> <p>In the thesis, a mob grazing experiment was carried out with dairy heifers in 2023. The purpose of the experiment was to investigate the suitability of mob grazing for Finnish conditions. During the grazing season, grass samples were collected from the mob grazing strips for analysis. Grazing was carried out as lane feeding and the heifers changed lanes every third day. The results were compared to the mob grazing experiment conducted in 2022. The lawn fertilization strategy for 2023 was slightly changed based on the fertilization done in 2022.</p> <p>Based on the results of the grazing experiment, mob grazing is not suitable as such for Finnish conditions but should be applied in combination with conventional grazing. Mob grazing is based on carbon farming, but in previous studies, its carbon sequestration has been lower than expected. However, mob grazing has the potential to increase or maintain the soil carbon reserves, which is why it can be recommended as a carbon farming measure. In the future, mob grazing could be studied with dairy cows. Earlier it was reported that mob grazing was not suitable for dairy cows. However, the results of this experiment show that in theory it could be quite suitable for them.</p>	
<p>Keywords mob grazing, grazing, heifer nutrition, carbon sequestration, carbon farming, carbon</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	ERI LAIDUNSTRATEGIAT	6
3	MOB-LAIDUNNUS	8
3.1	Mob-laidunnuksen laidunpaine ja nurmen lepoaika	9
3.2	Yli- ja alilaiduntaminen	10
4	HIILENSIDONTA.....	11
4.1	Hiilensidonta peltoviljelyssä	11
4.2	Laidunnuksen hiilensidonta	13
4.3	Mob-laidunnuksen hiilensidonta	14
5	LAIDUNTAMISEN SUUNNITTELU JA TOTEUTTAMINEN TILATASOLLA	15
5.1	Eläinsuojelulaki ja eläinten hyvinvointi laidunnettaessa	15
5.2	Laitumen perustaminen	16
5.3	Mob-laiduntamiseen soveltuvat nurmilajit	17
5.4	Lannoitus ja kasvinsuojelu	18
5.5	Laitumen mitoitus	20
6	TUTKIMUSMENETELMÄT	23
6.1	Laidunnuksen toteutus ja tulokset vuonna 2022.....	23
6.2	Mob-laidunkokeen toteutus vuonna 2023	25
6.3	Luotettavuus ja eettisyys	26
7	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU.....	28
7.1	Mob-laitumen lannoitus ja kasvinsuojelu.....	28
7.2	Laidunkierrot ja nurmimassat.....	29
7.3	Laitumen koostumus ja rehuarvot	31
7.4	Hiehojen syönnit, laiduntarve ja laitumen hyväksikäyttö	32
7.5	Laitumen laidunpaine, laiduntarve ja hiehojen päiväkasvut	34
7.6	Laskennallinen hiilisyötteen määrä	35
8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	37
9	POHDINTA.....	38
	LÄHTEET	40

1 JOHDANTO

Maatalouden hiilensidonnasta ja hiilineutraaliudesta on lämpenevän ilmaston takia alettu puhumaan viime vuosina yhä enemmän. Maatalousmaalla ja kasvinviljelyllä on suuri potentiaali sitoa tehokkaasti ilmakehän hiilidioksidia. (Yara julkaisuaika tuntematon.) Ilmaston lämpenemisen myötä maatalolle tarvitaan uusia toimia, joilla voidaan kasvattaa peltojen hiilivarastoja. Hiilivarastoja voidaan kasvattaa muun muassa lisäämällä ympärivuotista kasvipeitteisyyttä, juurimassaa ja maan mikrobitoimintaa. (Peltonen 2019, 5.) Mob-laidunnuksen tarkoituksena on lisätä maahan kohdistuvaa hiilisyötettä säilyttämällä runsaasti yhteyttävää lehtipinta-alaa ja jättämällä peltoon totuttua enemmän kasvintähteitä (Louhisuo 2024).

Mob-laidunnuksesta on aiempia tutkimuksia ulkomailta, mutta ne eivät ole suoraan verrannolliset Suomen olosuhteisiin, koska kasvilajit poikkeavat suomalaisista ulkomaisissa tutkimuksissa verrattuna Suomen olosuhteisiin. Lisäksi Suomen kasvukausi on lyhyt verrattuna esimerkiksi Yhdysvaltoihin, ja nurmen nopea kevätkasvu sekä kasvukauden aikaiset muutokset poikkeavat ulkomaisten tutkimusten olosuhteista. Olosuhteiden ja maiden sijaintien lisäksi vertailua vaikeuttaa mob-termin käyttö, sillä eri maissa se tarkoittaa hieman eri asioita, eikä sana ole vakiintunut. Sanan mob alkuperä on tuntematon ja toisin kuin luullaan niin sana mob ei ole lyhenne mistään sanoista.

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Kestävyttä nurmesta -hanke, ja mob-laidunkoe suoritettiin Luonnonvarakeskus Kuopio Maaningan toimipaikalla vuonna 2023. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös vuonna 2022 tehtyä mob-laidunkoetta. Kestävyttä nurmesta -hankkeen toiminta-aika on 1.4.2022–31.12.2024. Hankkeen tavoitteena on lisätä nurmentuotannon kestävyttä muuttuvissa tuotantoympäristöissä, kun viljelijöiltä odotetaan ilmastonmuutosta hillitseviä hiiliviljelyn toimenpiteitä samalla, kun tuotantokustannukset nousevat jyrkästi. (Luonnonvarakeskus 2024.)

Opinnäytetyö toteutetaan hiehojen mob-laidunkokeesta. Kokeen aikana hiehoja laidunnettiin mobkaistoilla. Kaistoilta kerättiin nurminäytteitä analyyseja varten. Hiehot punnittiin kokeen alkaessa ja päättyessä. Opinnäytetyössä käsitellään mob-laiduntamisen lisäksi hiilensidontaa ja laiduntamista aina suunnittelusta toteuttamiseen saakka.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia hiehojen mob-laidunnuksen soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin, koska Suomessa mob-laidunnusta ei ole juurikaan tutkittu. Laiduntaminen on suhteellisen monimutkaista ja sitä sovelletaan tilakohtaisesti. Vaihtelemalla laidunpainetta, lepo- ja laidunjaksoja saadaan täysin eri lopputulokset unohtamatta eri laidunstrategioita, eläinryhmiä ja kasvilajeja ja niiden sekoituksia.

2 ERI LAIDUNSTRATEGIAT

Eri laidunstrategioiden tavoitteena on huomioida erilaisten eläinten tarpeet, esimerkiksi hiehojen, lypsylehmien ja emolehmien energiantarpeet vaihtelevat iän ja tuotoskauden vaiheen mukaan. Laiduntavien eläinten lisäksi oleellista on sovittaa yhteen eläinکوhtainen tai hehtaariکوhtainen tuotos sekä laitumen kasvu. Laidunpainetta voidaan optimoida hallitsemalla erilaisia laidunstrategioita mitaamalla tai arvioimalla syötettävissä olevan laidunmassan määrä suhteutettuna laidunnettaviin eläimiin. (Sairanen 2024; Virkajärvi 2024.)

Mob-laidunnus tarkoittaa harvennettujen syöttökertojen laidunkiertoa, jossa eläinpaine on lyhyen aikaa suuri ja nurmen lepoaika syöttökiertojen välillä on pitkä, yli 30 päivää. Mob-laidunnus toteutetaan yleensä kaistalaidunnuksena. Kaistakohtainen syöttöaika on lyhyt, vain yhdestä kahteen päivää, minkä jälkeen kaista saa levätä seuraavaan laidunkiertoon asti. Mob-laidunnuksen tavoitteena on, että yli 40 prosenttia kasvustosta jää syömättä. Pidemmän sängen tarkoituksena on jättää tavanomaista laidunta enemmän kasvimassaa, mikä toimii eräänlaisena hiilisyötteenä maaperään. (Billman, Williamson, Soder, Andreen & Skinner 2020, 1–13; Zaralis 2015, 4–6.)

Lohkosyöttö eli **rotaatiolaidunnus** on Suomessa yleisin laidunnusstrategia ja se tarkoittaa kiertävää laidunnusta, joka voidaan toteuttaa joko kaistalaidunnuksena tai lohkolaidunnuksena (Atria tuottajat 2022, 3). Rotaatiolaidunnuksen strategiana on jakaa laidunalue lohkoihin ja kierrättää eläimiä lyhyellä aikavälillä laidunlohkolta toiselle. Tyypillisesti syöttölohkoa vaihdetaan 4–7 päivän välein ja laidunkauden aikana jokainen lohko syötetään neljästä kuuteen kertaa. Rotaatiolaidunnuksen periaatteena on seurata eläinryhmän ja sen ravitsemuksellisten tarpeiden lisäksi laitumen määrää ja laatua. Näiden perusteella tilallinen päättää, milloin siirtää eläinryhmän seuraavalle lohkolle tai kaistalle. (Laulajainen 2019, 14; Louhisuo 2024.)

Kaistalaidunnus on yksi rotaatiolaidunnuksen muoto, jossa laidunalue jaetaan kaistoihin. Kaistojen aita siirretään muutaman päivän välein eteenpäin. Samalla syötetyn puolen väliaitaa pitää siirtää eteenpäin, jotta nurmelle jää lepoaika enemmän eivätkä eläimet talsi. (Atria tuottajat 2022, 3.) Laiduntaminen kaistoilla aloitetaan yleensä silloin, kun kasvusto on nuorta ja sulavaa ja sen korkeus on noin kolmekymmentä senttimetriä. Tavoiteltu keskimääräinen syötön jälkeinen sängen pituus on lyhyt, noin kahdeksan senttimetriä. Kaistalaidunnuksessa laitumen sato on mob-laidunnusta parempi. (Jämsä 2022, 14.)

Jatkuva laidunnus on maailmalla perinteisin laidunstrategia, jossa eläimet ovat suurimman osan laidunajasta yhdellä tai muutamalla suuremmalla laidunalueella vapaasti kulkien useita päiviä tai jopa viikkoja, yleensä niin kauan, että kasvusto on syöty. Jatkuvan laiduntamisen etuna on vähäinen työnmenekki, mutta sen heikkous on laitumen alhainen hyväksikäyttö. (Virkajärvi & Sairanen 2002, 28.) Jatkuvässä laidunnuksessa heikommin maittavat kasvilajit syödään vasta laidunajan loppupuolella, näin myös tarjolla olevan rehun ruokinnallinen laatu heikkenee. Jatkuva laidunnus on vastaakohta mob-laidunnukselle, sillä jatkuvässä laidunnuksessa eläinpaine on pieni ja kasvusto syödään loppuun asti eikä nurmelle jää aikaa palautumiseen. (Atria tuottajat 2022, 3.)

Kaksoislaidunnuksen ideana on hyödyntää useamman eläinryhmän erilaiset energiantarpeet, koska esimerkiksi lypsylehmät ja hiehot tarvitsevat erimäärän energiaa. Eniten energiaa ja parempi-laatuista nurmea tarvitseva eläinryhmä päästetään syömään ensin, minkä jälkeen vähemmän energiaa tarvitsevat syövät tarkasti edelliseltä ryhmältä syömättä jääneet alueet. Tällöin laitumen hyväksikäyttöaste nousee ja puhdistusniiton tarve vähenee. (Virkajärvi & Sairanen 2002, 30.) Kaksoislaidunnusta voidaan soveltaa niin lohko- kuin kaistalaidunnuksena, jolloin laidunnettava alue jaetaan kaistoihin tai lohkoihin (Atria tuottajat 2022, 3).

Osa-aikalaidunnus tarkoittaa laidunnusmuotoa, jossa eläimet saavat laidunnurmen lisäksi säilörehua tai muuta karkearehua. Osa-aikalaidunnus voidaan yhdistää mihin vain edellä mainittuihin laidunstrategioihin ja sitä voidaan toteuttaa joko yöllä tai päivällä. Tämä strategia sopii silloin erittäin hyvin, jos laidunala on vähän. (Virkajärvi & Sairanen 2002, 30; Sairanen, Hakosalo, Khalili & Virkajärvi 2006, 1–6.)

Väistölaidun tarkoittaa tässä opinnäytetyössä laidunlohkoa, minne eläimet siirretään tarvittaessa, jos mob-laidunrehu ei tilapäisesti riitä tai syöttövuorossa olevaa lohkoa ei muun syyn takia voida käyttää (Louhisuo 2024).

Laidunkierto tarkoittaa koko laidunnettavan alueen sisäistä eläinten kiertoa pienempien laidunalueiden kesken, kun eläimet siirtyvät esimerkiksi kaistalta toiselle. Laidunkierto koskee kaikkia muita edellä mainittuja laidunstrategioita paitsi jatkuvaa laidunnusta, jossa eläimet viipyvät samalla alueella pitkään. (Sairanen 2024.)

3 MOB-LAIDUNNUS

Mob-laiduntaminen tarkoittaa harvennettua syöttökiertoa laitumella, jolla tavoitellaan ulkomaisten ohjeistusten mukaan suurempaa nurmimassaa ja lyhyitä kaistakohtaisia syöttöaikoja. Syöttöajat ovat kestoiltaan esimerkiksi 12–24 tuntia tai yhdestä kahteen päivää. Mob-laidunnuksessa laidunnettava alue on iso, mutta se on jaettu pienempiin kaistoihin eläinmäärän ja nurmimassan mukaan tavoitellun mahdollisimman suurta eläinpainetta hehtaaria kohden (kuva 1). Eläimet syövät yhden kaistan kerrallaan, minkä jälkeen ne siirretään seuraavalle kaistalle ja niin edelleen. Tällöin edelliset kaistat saavat lepoajan, kun eläinryhmät siirtyvät aina seuraavalle kaistalle ja viimeisen kaistan jälkeen palaavat takaisin ensimmäiselle kaistalle. (McCartney & Bittman 1994, 1–2; Tracy & Bauer 2019, 1–13.)

Mob-laiduntaminen perustuu siihen, että nurmella on pidempi aika palautua ja kasvaa ennen seuraavaa laidunkierrosta (Tracy & Bauer 2019, 1–13). Lisäksi mob-laidunnuksessa nurmen sängi jätetään tarkoituksella pidemmäksi. Tarjolla olevasta nurmimassasta syötetään korkeintaan 40 prosenttia, koska on havaittu, että useimmilla nurmikasveilla yli 40 prosentin menetys pysäyttää osan juuriston kasvua. (Mattila & Saarinen 2020, 11.) Pitkällä sängellä tavoitellaan maan hiilisyötteen määrän lisäämistä ja nurmen nopeampaa kasvuun lähtöä, kun etenkin timotein ei tällöin tarvitse kasvattaa kasvupisteitä uudelleen. Tällöin myös yhteyttäviä lehtiä jää enemmän turvaamaan kasvun jatkumista. (Lemettinen, Virkajärvi, Pakarinen, Hyrkäs & Manninen 2012, 73–97; Pietola 2019, 21.)



KUVA 1. Mob-laidunnuskoe ja sen kaistat Luke Maaningalla kesällä 2022. (Korhonen 2022.)

Monivuotisia mob-laidunnuskokeita on tehty aiemmin muun muassa Iso-Britanniassa ja Yhdysvalloissa (Zaralis 2015, 1–12; Billman ym. 2020, 1–13; Roberts & Johnson 2021). Ulkomaalaisten mob-laidunnuskokeiden tuloksia ei voi kuitenkaan soveltaa Suomen olosuhteisiin, koska Virkajärven ym. (2012, 4–5) mukaan Suomessa nurmen kasvu- ja kehitysprosessi eroaa ulkomaista. Suomen kasvukausi on lyhyt ja nurmella on todella nopea kevätkasvu. Lisäksi Suomen kasvilajit poikkeavat muiden maiden tutkimusten kasveista ja lisäksi Suomessa nurmen kasvumuutokset ovat voimakkaita kasvukauden aikana. (Virkajärvi 2024.) Suomessa nurmen kevät-, kesä- ja syyskasvu poikkeavat toisistaan, koska päivä pitenee juhannukseen asti ja vastaavasti nurmen kasvu hidastuu syksyä kohti (Virkajärvi & Pakarinen 2010, 27). Ulkomaisten mob-kokeiden vertailua vaikeuttaa maiden sijaintien lisäksi se, että mob-termin käyttö ei ole vakiintunutta ja näin ollen Yhdysvalloissa ja Iso-Britanniassa *mob-grazing* tarkoittaa eri asiaa (Mattila & Saarinen 2020, 6).

3.1 Mob-laidunnuksen laidunpaine ja nurmen lepoaika

Aiemmista tutkimuksista käy ilmi, että laiduntamisen on oletettu lisäävän maan hiilensidontaa, mutta hiilensidonnan määrään vaikuttaa käytetty laidunstrategia ja sen lisäksi laidunpaine (Paustian, Larson, Kent, Marx & Swan 2019, 5). Laidunpaine ilmoitetaan joko eläinten elopainona kilogrammaa per hehtaari tai eläinten lukumääränä kappaletta per hehtaari. Joidenkin määritelmien mukaan mob-laidunnuksen laidunpaineeksi tavoitellaan yli 100 000 kg/ha, mutta yleensä laidunpaine on jäänyt huomattavasti pienemmäksi, ja Suomessa tätä yksikköä ei käytetä. Rotaatiolaidunnukseen verrattuna mob-laidunnuksessa syöttöhetkellä laidunrehun kasvuaste on ehtinyt edetä pitkälle ja syötön aikainen laidunpaine on suuri. (Mattila & Saarinen 2020, 5–19.) Suomessa kesän aikana tavanomaisessa laiduntamisessa ehtii tulla neljästä viiteen syöttökertaa, kun mob-laiduntamisessa syöttökertoja ehtii tulla vain kahdesta kolmeen (Sairanen 2024).

Lepojaksolla tai -ajalla tarkoitetaan aikaa, milloin kasvi palautuu edellisestä laiduntamisesta ennen seuraavaa laiduntamista. Lepojakson pituus vaihtelee eri laidunstrategioiden lisäksi kasvukauden eri aikoina. Kasvukauden olosuhteet pitää ottaa huomioon, sillä mitä hitaammin kasvit kasvavat, sitä pidempi lepojakso tarvitaan. Riittävän pitkällä lepojaksolla tavoitellaan kasvien kasvamisen lisäksi kasvien runsaiden juuristojen kasvua, mikä edesauttaa hiilensidontaa ja ravinteiden ottamista maasta. (Mattila & Saarinen 2020, 5–19.)

Liian pitkät lepojaksot eivät ole hyväksi, sillä ne aiheuttavat sen, että kasvit ehtivät kasvaa liian paljon ja näin ollen heikentävät nurmien sulavuutta korsiintumalla. Myös liian lyhyet lepojaksot rasittavat kasvia hidastamalla kasvien ja juurien kasvamista. Suomessa tyypillisin laidunnustyyppi on rotaatiolaidunnus, missä alkukesän laidunkierto on tyypillisesti vain noin kaksi viikkoa, mutta pitenee keskikesällä reiluun kolmeen viikkoon. Näin nurmen lepoaika jää mob-laidunnusta huomattavasti lyhyemmäksi. (Mattila & Saarinen 2020, 5–19.) Mob-laidunnuksessa laidunkierto kestää tavallisesti yli neljä viikkoa (Billman ym. 2020, 1–13).

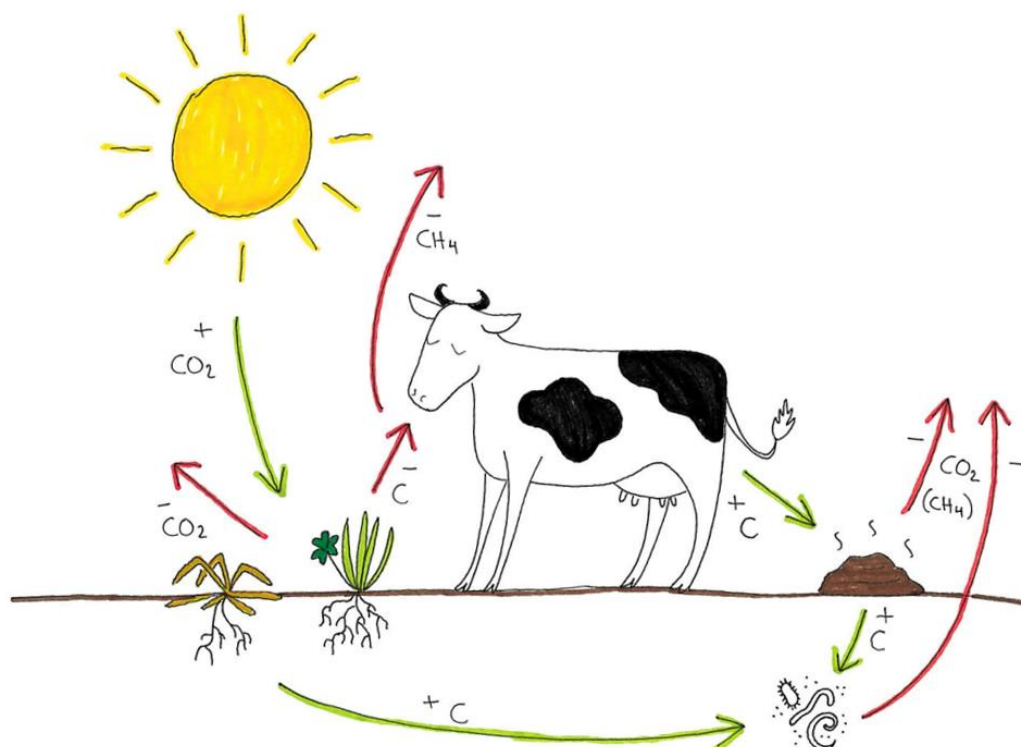
3.2 Yli- ja alilaiduntaminen

Ylilaidunnuksella tarkoitetaan yleensä tilannetta, missä eläimiä on liikaa käytettävää pinta-alaa kohden tai niitä pidetään liian kauan samalla alueella, jolloin maittavimmat kasvit ehditään syödä loppuun. Ylilaidunnusta voi tapahtua myös silloin, jos laidunlepo jää liian lyhyeksi, eikä kasvit ehdi kasvaa tarpeeksi ennen seuraavaa laidunnusta. (Mattila & Saarinen 2020, 10–11.) Ylilaiduntamisen riskiksi on tunnistettu maan tiivistyminen, mikä edesauttaa rikkoutuneen maanpinnan eroosiota ja näin ollen vapauttaa hiiltä maasta. Eläimille tarjolla olevan suuren nurmimassan takia ylilaidunnus ei ole ongelma mob-laidunnuksessa. (Savory & Butterfield 1999, 378–395.) Suomessa ylilaiduntaminen on ongelmana lähinnä vain kuivina vuosina, kun taas globaalisti se on suuri ongelma (Virkajärvi 2024).

Ylilaiduntamisen vastakohta on alilaiduntaminen, mikä on tehotonta syömättä jääneen ja tallautuneen nurmimassan takia. Syömättä jäänyttä nurmimassaa ei voida hyödyntää seuraavalla laidunkierroksella, jos sille ei tehdä puhdistusniittoa, sillä nurmi ehtii korsiintua. (Sairanen & Virkajärvi 2002, 57.) Korsiintunut heinä polkeutuu maahan, jolloin osa kasvustosta ei enää saa valoa ja yhteyttäminen lakkautuu. Maakosketus altistaa kasvuston myös mikrobihajotukselle (Louhisuo 2024). Yleensä alilaiduntamisen syynä on liian lyhyt laidunnusaika tai liian suuri laidunnettava pinta-ala eläinmäärään nähden eli vähäinen laidunpaine (Sairanen & Virkajärvi 2002, 57). Käytännössä mob-laidunnuksessa tavoitellaan alilaidunnusta, sillä siinä jätetään tarkoituksella pidempi kasvusto, mutta toisaalta sen laidunpaine on hetkellisesti suuri (Palmio 2024).

4 HIILENSIDONTA

Viimevuosina hiilensidonnasta ja hiilineutraaliudesta on alettu puhumaan entistä enemmän ilmastonlämpenemisen vuoksi. Ilmastonlämpenemisen suurimpana syynä on ilmakehän lisääntynyt hiilidioksidin määrä, minkä kasvua on hillittävä. Yhtenä keinona on maatalousmaan ja kasvinviljelyn hyödyntäminen, sillä ne voivat sitoa tehokkaasti ilmakehän hiilidioksidia. (Yara julkaisuaika tuntematon.) Kuvassa 2 on havainnollistettu hiilenkierto laiduntamisessa, jossa kasvit saavat hiilidioksidia ilmakehästä ja lehmä syö nurmea.



KUVA 2. Hiilenkierto laidunnuksessa (Roivainen 2024)

Kasvien kuiva-aineesta noin 46–47 prosenttia on hiiltä (Suhui ym. 2018, 1–10). Ravinteet kasvit saavat lähes pelkästään juurien kautta, mutta hiilen ne saavat ilmasta hiilidioksidina (CO₂) maanpäällisten vihreissä osissa olevien ilmarakojen kautta, silloin kun ne ovat auki. (Yli-Halla 2009, 11.) Yhteyttämisessä hiiltä sitoutuu lehtiin, kukintoihin, siemensatoon ja juuristoon. Osa hiilestä palaa takaisin ilmakehään kasvien hengityksessä, juurieritteissä sekä kuolevien kasvinosien hajotuksen kautta. (Pietola 2019, 21–23.)

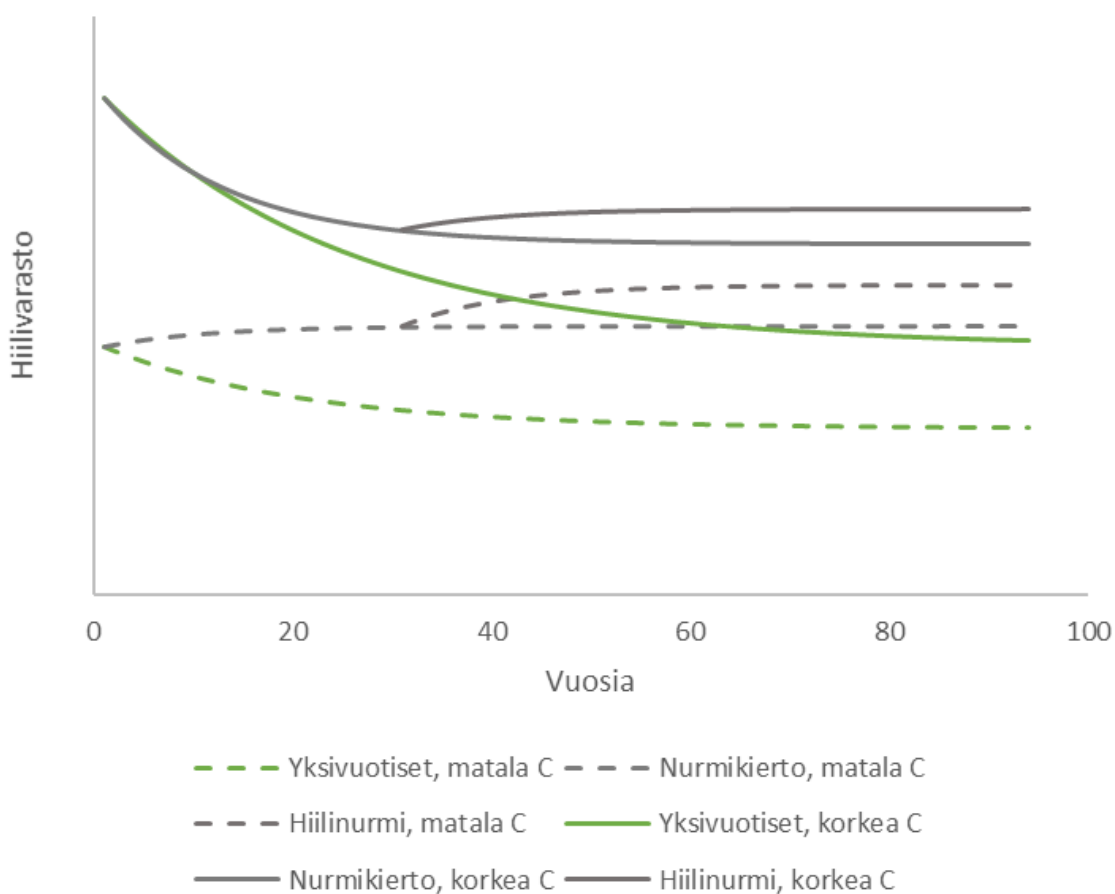
4.1 Hiilensidonta peltoviljelyssä

Yleisesti kasvien yhteyttämistä parantaa maan hyvä kasvukunto ja rakenne, hyvät sadot sekä ravinteiden tehokas käyttö. Hyvä sato edesauttaa vahvan juuriston kasvuun, mikä syöttää hiiltä maahan orgaanisen aineksen mukana. (Peltonen 2019, 26.) Yhteytetyn hiilen kohdistuminen eri kasvinosiin vaihtelee kasvilajien ja kasvuolosuhteiden mukaan, sillä nurmet kohdentavat hiiltä keskimäärin

enemmän juuristoon kuin viljakasvit. Nurmien hiilen kohdistaminen juuriin johtuu muun muassa niiden tarpeesta selviytyä talvesta ja laidunnuksesta. (Pausch & Kuzyakov 2017, 1–12.) Maaperän hiilivarastojen kannalta olennaista on, ettei viljely köyhdytä maata ja, että osa sidotusta hiilestä jää peltoon ylläpitämään tai kasvattamaan maan hiilivarastoja. Laiduntamisessa maaperään päätyy hiiltä kasvintähteiden, kuolevan juuriston ja lannan kautta. Näitä peltoon jääviä hiilipitoisia komponentteja voidaan kutsua yhteisnimellä *hiilisyöte*. (Kykkänen 2024.) Kasvintähteillä tarkoitetaan kuollutta ja tallattua kasvustoa, josta osa hajoaa suhteellisen nopeasti ja osa jää maan pintaan karikkeeksi (Matti & Saarinen 2020, 7–8). Osa laidunnuksen hiilisyötteistä päätyy mikrobien hengityksessä hiilidioksidina takaisin ilmakehään, osa päätyy osaksi maan hiilivarastoja. Maaperän hiilestä osa on pitkäaikaista heikosti hajoavaa hiiltä eli mikrobihiiltä ja osa nopeasti hajoavaa hiiltä. (Dignac ym. 2017, 1–27.)

Hyvän sadon lisäksi hiilensidontaa voidaan edesauttaa valitsemalla pelloille sopivat kasvilajit ja monipuolistamalla viljelykiertoa (Peltonen 2019, 26–47). Hiilivarastojen kasvattaminen onnistuu joko hidastamalla maaperän hajotustoimintaa tai lisäämällä hiilisyötettä kasvintähteillä ja juuristolla. Juuriston kautta tapahtuvaan hiilisyötteen määrään vaikuttaa kasvilajin valinnan kautta muun muassa juuriston koko ja sen uusiutuminen. (Matti & Saarinen 2020, 7–8.) Kasvilajeiksi kannattaa valita monivuotisia syvä- ja tiheäjuurisia kasveja, kuten esimerkiksi apilat ja nurmet. Talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisääminen auttaa vähentämään maan orgaanisen aineksen vähentymistä ja hiilen vapautumista ilmakehään. Voimaperäistä muokkausta kannattaa vähentää ja koko kasvukauden sadontuotopotentiaalia kannattaa hyödyntää maksimaalisesti. Lannan ja orgaanisten lannoitevalmisteiden sekä hiilipitoisten maanparannusaineiden käyttö auttaa kasvattamaan maan orgaanisen aineen määrää ja hiilensidontaa kasvattamista. (Peltonen 2019, 26–47.) Maaperän hiilivaraston pysymiseen vaikuttaa maassa olevan orgaanisten aineiden hiilen ja typen suhde. Suhteen ollessa suurempi hajoamisnopeus hidastuu, koska hajottajat tarvitsevat tyypeä kymmenesosan hiilen määrästä. (Pietola 2019, 22.)

Kuvan 3 periaatekuvassa on kuvattu hiilivarastojen kehittyminen pitkällä aikavälillä. Lähtötilanteina on matala ja korkea pellon hiilipitoisuus. Ylemmät yhtenäiset käyrät osoittavat sitä, kun pellolla on valmiiksi korkea hiilipitoisuus, niin hiilivarastoja ei voida enää lisätä, vaan pikemminkin hiilivarastot vähenevät aluksi voimakkaammin ja myöhemmin tasoittuu ja vakiintuu. Alemmat katkoviivoin osoitetut käyrät kertovat sen, että matalan hiilipitoisuuden pelloilla lisäämällä hiiliviljelytoimenpiteitä pellon hiilivaraston nostaminen on mahdollista. Tässäkin tapauksessa hiilipitoisuus nousee ensin voimakkaammin, minkä jälkeen se vakiintuu. Vaikka hiiliviljelytoimenpiteillä hiilivarastoja ei saada kasvatettua, niin niillä on mahdollista hidastaa hiilivarastojen vähentymistä. (Kykkänen ym. julkaisuaika tuntematon.)



KUVA 3. Periaatekuva pellon hiilivaraston kehittymisestä pitkällä aikavälillä erilaisilla viljelymenetelmillä (Kykkänen ym. julkaisuaika tuntematon).

4.2 Laidunnuksen hiilensidonta

Laidunnurmen hiilensidonta poikkeaa kuitenkin säilörehunurmista siten, että koko lehtialaa ei poisteta kerralla kuten säilörehunurmen niitossa. Näin laidunsänkeen jää enemmän yhteyttäviä lehtiä kuin niitetyn nurmen sänkeen riippuen myös erilaisista laidunstrategioista, jolloin yhteyttävää lehtipinta-alaa poistuu erilaisia määriä. Näiden lisäksi myös eläinpaine ja sääolosuhteet, kuten esimerkiksi kuumuus ja kuivuus sekä nurmiseosten kasvilajit saattavat vaikuttaa siihen voidaanko sängentä kasvatamalla lisätä hiilisyötettä. (Louhisuo 2024.)

Hiilensidonnan kannalta laiduntamisen hyötynä on se, että lannan mukana maahan palautuu hiiltä ja mikrobeja. Joonan ja Mattilan (2020, 30–33) mukaan laiduntamisessa parhaat hiilensidonnan tulokset on saatu sellaisilla laidunkierroilla, joissa on ollut lyhyet kahdesta viiteen päivää kestäneet laidunusjaksot ja pitkään kestäneet lepojaksot. Laiduntamisella voidaan tehostaa hiilensidontaa huolehtimalla, että laidunnuksen jälkeen nurmelle jää riittävästi yhteyttävää lehtipinta-alaa juuriston ylläpitoon ja nopeaan jälkikasvuun. (Joonan & Mattila 2020, 30–33.) Laidunten jälkikasvukyky on sitä parempi, mitä enemmän laiduntamisen jälkeen on jäänyt lehtialaa (Virkajärvi & Pakarinen 2010, 29).

4.3 Mob-laidunnuksen hiilensidonta

Mob-laiduntamisen on oletettu lisäävän maan hiilensidontaa lisäämällä maanpäällistä biomassaa jättämällä pidempi säänki laidunnuksen jälkeen (Paustian ym. 2019, 5; Roberts & Johnson 2021). Aiemasta Yhdysvaltojen Arizonassa tehdystä tutkimuksesta käy ilmi, että mob-laiduntaminen ei kuitenkaan ollut saavuttanut odotettuja hiilensidonnan tavoitteita. Yhtenä syynä pidetään sitä, että maaperän hiilensidonta ei ole niin yksiselitteinen ja monet tekijät vaikuttavat jo pelkästään laiduntamisen aiheuttamiin hiilensidonnan vaikutuksiin. (Roberts & Johnson 2021.)

Robertsin ja Johnsonin (2021) mukaan mob-laiduntaminen ei vaikuttanut maaperän kokonaishiileen, mutta mob-laidunnus oli lisännyt merkittävästi maaperän orgaanista ainesta. Maaperän orgaaninen aines muodostuu kasveista, mikrobeista ja eläimistä peräisin olevista kuolleista aineista, mitkä ovat hajonneet maaperässä eriasteisesti (Kanerva 2020, 8). Lisäksi mob-laidunnus oli aiheuttanut maaperän eroosiota lisäämällä maaperän tiivistymistä, mikä vaikuttaa negatiivisesti maaperän vedenläpäisykykyyn ja kasvien kasvuun (Roberts & Johnson 2021).

5 LAIDUNTAMISEN SUUNNITTELU JA TOTEUTTAMINEN TILATASOLLA

Laidunnuksen suunnittelu kotieläintilalla kuuluu osana viljelykierron suunnittelua (Puurunen 2002, 5–8). Suunnittelun alussa kannattaa ottaa huomioon viljelykierron lisäksi laidunnettavat eläinryhmät, ryhmien koot, laiduntamiseen käytettävissä olevat pinta-alat ja laidunlohkojen sijainti suhteessa navettaan (Virkajärvi, Sairanen, Kerkola, Turtola & Partanen 2002, 27). Laidunnusta suunniteltaessa kannattaa miettiä, laidunnetaanko eläimiä vain koko- vai osapäiväisesti. Edellä olevien perusteella voidaan päättää tilalle sopivin laidunstrategia. (Sairanen 2010, 106–107.)

Etenkin robottilypsytiloilla lypsävät lehmät kannattaa sijoittaa mahdollisimman lähelle navettaa, mistä lehmät voivat itsenäisesti kulkea lypsylle. Ummessa olevat lypsylehmät ja uudiskarja on helppompia pitää kauemmissa lohkoissa. (Virkajärvi ym. 2002, 27; Sairanen 2010, 109). Eläinryhmien koot vaikuttavat oleellisesti laiduntamisen suunnitteluun sitä kautta, että saadaan tietoon laidunnettavien alueiden koot (Sairanen 2010, 106–107).

Laiduntaminen ympäri vuorokauden on mahdollista ja etenkin hiehoilla ja umpilehmillä yleensä helpoin tapa. Lypsäviä lehmiä voidaan laiduntaa osa-aikaisesti niin, että ne ovat säilörehuruokinnalla joko yön tai päivän. Yöaikalaidunnus on kesähelteillä lehmälle miellyttävämpi kuin päivälaidunnus. Osa-aikalaidunnus on myös silloin hyvä vaihtoehto, kun laidunala on niukasti käytettävissä. Tällöin osa syönnistä voidaan korvata säilörehulla. (Virkajärvi & Sairanen 2002, 28–30.)

5.1 Eläinsuojelulaki ja eläinten hyvinvointi laidunnettaessa

Laidunnusta suunniteltaessa ja toteutettaessa pitää ottaa huomioon tuotantoeläimille asetetut eläinsuojelulainsäädännön vähimmäisvaatimukset. Eläinsuojelulaki säätelee nautojen asianmukaista ja lajille tyypillistä pitoa, kohtelua, hoitoa ja käsittelyä. Eläinsuojelulainsäädäntöön kuuluu laiduntamisen osalta muun muassa laitumelle johtavat kulkureitit, laidunaidat, säänsuojat ja laiduntavien eläinten ruokinta. (Direktiivi 98/58/EY. Neuvoston direktiivi eläinten suojelusta.)

”Laitumelle johtavien kulkuteiden on oltava turvallisia ja sellaiset, että naudat eivät tarpeettomasti likaannu minään vuodenaikana” (Direktiivi 98/58/EY. Neuvoston direktiivi eläinten suojelusta). Laidunaitoja suunniteltaessa kannattaa ottaa huomioon, että materiaalit ovat naudoille sopivia ja turvallisia. Aitojen kuntoa pitää tarkkailla läpi laidunkauden, että ne pysyvät asianmukaisessa kunnossa. Aitojen kunnossapidolla ehkäistään nautojen karkaaminen ja niiden vahingoittuminen. Sähköistetyistä aidoista ei saa aiheutua naudoille tarpeetonta kärsimystä. (Direktiivi 98/58/EY. Neuvoston direktiivi eläinten suojelusta.)

Laitumien reuna-aidat kannattaa tehdä järeämmistä kyllästetyistä puutolpista ja paksummasta aitalangasta, jolloin ne kestävät paremmin. Väliaidat on helppo ja nopea tehdä esimerkiksi lasikuituisista aitalolpista ja ohuemmasta aitalangasta. Etenkin mob-laidunnuksessa tarvitsee paljon väliaitoja, jolloin niiden pystyttäminen kepeämmällä ratkaisulla on suositeltavaa. (Sairanen 2010, 106–107; Sairanen 2024.)

Laiduntavien eläinten pitää päästä tarpeen mukaan epäsuotuisilla säillä suojaan tai nautojen omistajan pitää huolehtia, että naudat pääsevät suojaan elleivät ne pääse sinne vapaasti. Säänsuojassa

pitää olla sopivat makuupaikat kaikille eläimille. Sopiva säänsuoja on esimerkiksi kolmeseinäinen rakennus tai katos. Myös tarpeeksi tiheä puusto käy eläinsuojaksi. Erillistä säänsuojaa ei tarvita, jos eläimet voidaan siirtää esimerkiksi navettaan. Säänsuojan riittävyyteen kuitenkin vaikuttaa muun muassa laidunnuttavien eläinten ikä ja vuodenaika. (Direktiivi 98/58/EY. Neuvoston direktiivi eläinten suojelusta.)

Laidunnettaessa jokaisen eläimen on saatava riittävästi sille sopivaa ravintoa. Laitumelle on järjestettävä lisäruokinta, jos laitumella ei ole tarpeeksi syötävää jokaiselle eläimelle. Ruokinnassa pitää ottaa huomioon eläimen iän mukaan sen vaatima päivittäinen energiantarve. (Direktiivi 98/58/EY. Neuvoston direktiivi eläinten suojelusta.) Nautojen saatavilla pitää olla päivittäin riittävästi puhdasta vettä. Laitumella siirrettävät automaattiset juottoaltaat ovat hyviä. Altaita pitää olla tarpeeksi eläinmäärään nähden ja niiden pitää olla myös helposti puhdistettavissa ja kaikkien laiduntavien eläinten saatavilla. (Direktiivi 98/58/EY. Neuvoston direktiivi eläinten suojelusta.)

Eläinsuojelulain lisäksi on olemassa nautojen hyvinvointikorvauksen sitomusehdot. Sitomusehdoissa on laidunnus -toimenpiteen ehdot, missä eläimiä on laidunnettava 90 päivänä ja niistä on pidettävä kirjaa. Toimenpiteestä saatava korvaus perustuu laiduntamisen aiheuttamasta lisätyöstä. (Ruokavirasto 2024.)

5.2 Laitumen perustaminen

Laidunnurmet perustetaan yleensä uudelleen noin 3–4 vuoden välein. Perustamisen yhteydessä kannattaa ottaa huomioon maan kasvukunto ja lohkon mahdolliset rikkakasvit, sillä perustamishetkellä pellolle on helpoin tehdä tarvittavia korjaustoimenpiteitä vaurioittamatta satoa. (Virkajärvi & Puurunen 2002, 16–18.) Perustamisvuoden syksyllä nurmen pitää olla tiheä ja vahva, sillä varsinaisina nurmivuosina rikkakasvit peittävät aukkopaikat tehokkaasti (Puurunen & Virkajärvi 2010, 43).

Ennen perustamista vanhasta kasvustosta voidaan päätellä ja havainnoida suurpiirteisesti maan kasvukuntoon ja nurmen hoitoon liittyviä asioita. Taulukossa 1 on esitetty yleisimmin esiintyvät rikkakasvit, jos pelto kärsii matalasta tai korkeasta laidunpaineesta, heikosti toimivasta ojituksesta, maan alhaisesta pH:sta ja alhaisesta tai korkeasta ravinteikkuudesta. Nurmen vanhentuessa myös juola-vehnän osuus yleensä kasvaa, mikä suurena määränä heikentää laitumen maittavuutta ja rehuarvoa. (Virkajärvi & Puurunen 2002, 16–18.) Lisäksi huonokuntoiset maat reagoivat sääoloihin hyväkuntoisia maita herkemmin. Sateisina kesinä huonokuntoisilla mailla liiallinen vesi jää helpommin seisomaan pellolle tukahduttaen kasvustot, kun taas kuivina ja kuumina kesinä maa poutii ja siten heikentää kasvuston kasvua. (Puurunen & Virkajärvi 2010, 43.)

TAULUKKO 1. Yleisimmin esiintyvät rikkakasvit eri olosuhteissa (Puurunen, Virkajärvi & Nykänen 2010, 49–55)

Korkea laidunpaine	Matala laidunpaine	Heikosti toimiva ojitus tai tiivis maan rakenne	Korkea ravinteikkaus tai maassa runsaasti tyypeä	Alhainen pH tai huono ravinteikkaus
Pihatatar Piharatamo Kylänurmikka	Nokkonen Pelto-ohdake Nurmilauha Voikukka Hierakat	Nurmilauha Polvipuntarpää Rönsyleinikki Kortteet Suo-ohdakkeet Leskenlehti	Lutukka Nokkonen Pihatähtimö Voikukka	Suolaheinät Keto-orvokki Röllit Heinätähtimö Kortteet Lampaannata Peltovillakko

Nurmet eivät ole yhtä vaateliaita maan pH:lle kuten esimerkiksi ohra, minkä vuoksi nurmien kalkitseminen laiminlyödyään helposti (Virkajärvi & Puurunen 2002, 16–18). Siitä huolimatta myös laitumeksi tulevat lohkot kannattaa kalkita, koska nurmi hyötyy hyvästä maan pH:sta (Puurunen & Virkajärvi 2010, 43). Nurmien kalkitus parantaa rehuarvoa ja ravinteiden hyödyntämistä, erityisesti fosforin hyväksikäyttö lisääntyy maan pH:n noustessa. Nurmen kalkitus laitumella on muutekin eduksi fosforin liukoisuutta ajatellen, sillä fosforia päätyy peltoon karjan ulosteista. (Virkajärvi & Puurunen 2002, 16–18.)

5.3 Mob-laiduntamiseen soveltuvat nurmilajit

Laidunnurmet ovat yleensä koostuneet samoista lajeista, kuin säilörehunurmetkin eli pääosissa on olleet timotei ja nurminata. Viimevuosina pinnalle noussut hiiliviljely on kuitenkin muuttanut niin säilörehunurmiseoksia kuin laidunseoksiakin. Seoksiin halutaan useampaa eri lajia, missä jokaisella lajilla on oma tehtävänsä hiilensidonnan kannalta. Seoksissa on jälkikasvukyvyllään nopeasti ja hitaasti kasvavia lajeja, matala- ja syväjuurisia kasveja sekä typensitojakasveja (taulukko 2). (Artjoki 2021.)

TAULUKKO 2. Eri nurmilajien vertailu juuriston, jälkikasvukyvyn ja maittavuuden osalta.

Laji	Juuristo	Jälkikasvukyky	Maittavuus
Timotei	Matalajuurinen	Natoja hitaampi	Lehtevä ja hyvin maittava
Nurminata	Syväjuurinen	Timoteitä parempi	Timoteitä heikompi
Ruokonata	Syvä- ja laajajuurinen	Nurminataa parempi	Timoteitä heikompi ja vanhana karkea
Rainata		Nurminataa parempi	Timoteitä heikompi
Englanninraiheinä		Hyvä	Hyvä
Koiranheinä	Syväjuurinen	Nopea	

Laidunnurmissa pitää ottaa huomioon nurmen maittavuuden ja jälkikasvukyvyn lisäksi tallauksen kestävyys. Esimerkiksi puna-apila ei kestä tallausta, minkä vuoksi se ei sovellu kovin hyvin laitumelle. Puna-apila kannattaa korvata valkoopilalla, mikä taas kestää tallausta. (Niskanen & Nykänen

2010, 37.) Apiloiden pysyvyys nurmen seassa mob-laidunnuksessa voi kuitenkin olla haastavaa, koska apilanurmille soveltuvia kasvinsuojeluaineita on tarjolla vähän. Tyypillisesti heinänurmien typpilannoitus on apiloiden typpilannoitusta korkeampi, mikä aiheuttaa apilanurmessa sen, että nurmikasvit hyötyvät korkeammasta typpilannoituksesta apiloita enemmän ja näin ollen apilat häviävät kasvukilpailussa nurmille. (Louhisuo 2024; Palmio 2024.)

Timotei on matalajuurinen kasvi, minkä vuoksi se kärsii kuivuudesta enemmän kuin nadat, mutta sietää seisovaa vettä natoja paremmin. Timotein jälkikasvukyky on natoja hitaampaa, koska timotei aloittaa kasvunsa versojen tyvessä olevista sivusilmuista, jotka yleensä jäävät niittokorkeuden alapuolelle. (Ellä & Mäkilä 2020, 2–10.) Jälkikasvua hidastaa erityisesti niiton jälkeinen pitkä kuiva helajakso. Satovuosina timotein kevätkasvu on kuitenkin suhteellisen nopeaa. Timotein seokset yhdessä natojen tai puna-apilan kanssa ovat tyypillisimpiä, koska niiden kasvurytmi ja laadun kehittyminen soveltuvat hyvin yhteen. Timotei on lehmille hyvin maittava nurmikasvi ja timoteita on käytetty yleisesti laitumissa valtakasvina. (Niskanen & Niemeläinen 2010, 32–35.)

Nurminata on syväjuurinen kasvi, minkä vuoksi se sietää kuivuutta timoteita paremmin. Se on talvenkestävä laji, mutta ei ole yhtä kylmänkestävä kuin timotei. Nurminata kasvaa nopeasti ja sillä onkin timoteita parempi jälkikasvukyky. (Niskanen & Niemeläinen 2010, 32–35; Ellä & Mäkilä 2020, 2–10.) Jälkikasvukyky on kuitenkin ruokonataa ja rainataa heikompi ja puhdaskasvustona nurminataa vaivaa sateisina kesinä lehtilaikkutaudit, minkä vuoksi nurminataa suositellaan seoksiin. Nurminata ei ole lehmälle yhtä maittava kuin timotei. (Niskanen & Niemeläinen 2010, 32–35.)

Englanninraiheinä on monivuotinen, mutta sen talvenkestävyys on heikko ja se on arka jääpoltteelle ja talvituhosienille. Sen alkukehitys perustamisvaiheessa on nopeaa, minkä vuoksi kevään täydennyskylvöistä se ehtii tuottaa satoa toiseen ja kolmanteen niittoon. Englanninraiheinän jälkikasvukyky on hyvä. Englanninraiheinä häviää vanhemmista nurmista helposti, mutta se lisää ensimmäisen vuoden satoa. Englanninraiheinä sopii niin laitumille kuin säilörehuksikin. Sen maittavuus, sulavuus ja valkuaispitoisuus ovat hyvät, mutta siinä on vähän kuitua. (Niskanen & Niemeläinen 2010, 32–35.)

Niittynurmikka on talvenkestävä, ja se kestää tallausta muita nurmilajeja paremmin, minkä vuoksi se soveltuu hyvin laitumiin. Niittynurmikka täyttää nurmien aukkopaikkoja hyvin. Niittynurmikka ei ole säilörehuksi hyvä sen erilaisen kasvurytmin takia, kun timotei on korjuuasteella niin niittynurmikka on jo vanhentunut. (Niskanen & Niemeläinen 2010, 32–35.)

5.4 Lannoitus ja kasvinsuojelu

Laitumen lannoituksen suunnittelu pohjautuu viljavuusanalyysiin ja laitumen kasvilajikoostumukseen, nurmen talvehtimista unohtamatta (Virkajärvi, Saarijärvi & Nykänen 2010, 58–60). Perustamisvaiheessa laitumen lannoitus on yleensä sama kuin muillakin nurmilla (Virkajärvi & Nissinen 2002, 20–26). Laidunnusvuosina laitumen lannoitus poikkeaa hieman muiden nurmien lannoituksesta, koska 75–80 prosenttia lehmän syömästä tpeestä palautuu ulosteiden mukana takaisin peltoon (Virkajärvi & Nissinen 2002, 20–26; Virkajärvi ym. 2010, 58–60).

Nurmipalkokasvit vaikuttavat laitumien typpilannoituksen määrään vähentävästi, jos laitumella on apilaa niin typpilannoitusta tarvitaan vain kevätleivityksessä (Virkejärvi & Nissinen 2002, 20–26; Virkejärvi ym. 2010, 58–60). Yleisimmissä laidunstrategioissa heinänurmien typpilannoitus jaetaan niin, että keväällä typpeä annetaan eniten ja seuraavissa leivityksissä aina vähemmän. Loppukesän liian voimakas typpilannoitus viivästyttää kasvien menemistä talvilevolle. (Virkejärvi & Nissinen 2002, 20–26.)

Sopiva typpilannoituksen määrä laitumille on 170–200 kg/ha jaettuna niin, että typpeä menee kahdella ensimmäisellä lannoituksella eniten (Virkejärvi ym. 2010, 58–60). Mob-laitumien lannoituksessa on huomioitava normaalia selvästi pidempi laidunkierto (Palmio 2024). Alkukesästä nurmen kasvu nopeus Suomessa on jopa yli 200 kg ka/ha/pv (Virkejärvi, Hyrkäs, Pakarinen & Rinne 2012, 22–46). Liian voimakas typpilannoitus voi johtaa laitumen liialliseen kasvuun ja vanhenemiseen, mikä vaikeuttaa mob-laidunnuksen toteutusta (Palmio 2024).

Laitumen yhtenä suurimmista tavoitteista voidaan pitää sitä, että se olisi laiduntavalle eläimelle maittava. Nurmen maittavuuden alenemiseen vaikuttaa nurmilajien ja lannoituksen lisäksi laitumen rikkakasvit ja niiden määrä. Rikkakasveja esiintyy yleensä vanhemmilla nurmilla enemmän kuin nuoremmilla. Tämä johtuu siitä, että vanhat nurmet ovat yleensä nuoria nurmia aukkoisempia, jolloin rikkakasveilla on paremmin tilaa kasvaa. Rikkakasvit kuten esimerkiksi voikukka ja hierakka vievät tehokkaasti tilaa ja ravinteita (kuva 4.) muilta viljelykasveilta ja jotkut rikkakasvit ovat haitallisuuden lisäksi myös myrkyllisiä, kuten esimerkiksi kanankaali. (Puurunen & Virkejärvi 2002, 18–20.)



KUVA 4. Voikukat vievät tehokkaasti tilaa viljelykasveilta (Roivainen 2020)

Vanhat ja aukkoiset nurmet ovat erityisesti normaalien nurmiheinäseoskasvustojen ongelma, sillä nurmi itsessään ei täytä jo syntyneitä aukkoja (Puurunen & Virkejärvi 2002, 18–20). Nykyiset ja uudet laidunnurmiseokset on suunniteltu hiiliviljelyn kannalta myös niin, että ne peittävät hyvin aukkoja ja kestävät tallausta (Korhonen & Virkejärvi 2019, 63–64). Laidunnurmiseokset sisältävät yleensä joko valkoapilaa ja/tai niittynurmikkaa, mitkä rönsyilevyytensä ansiosta peittävät tehokkaasti nurmien aukkoja (Puurunen & Virkejärvi 2002, 18–20).

Mob-laidunnuksessa ei tehdä puhdistusniittoja, koska tavoitteena on jättää yhteyttävää lehtipinta-alaa, minkä takia mahdollinen rikkakasvien torjunta pitää tehdä kasvinsuojeluaineilla (Palmio 2024; Louhisuo 2024). Tavallisessa laidunnuksessa laitumia ei välttämättä tarvitse ruiskuttaa kasvinsuojeluaineella laisinkaan, jos laitumesta pidetään muuten huolta. Rikkakasvien torjuntaa voi edesauttaa

riittävän usein tapahtuvalla nurmen uusimisella ja puhdistusniitoilla. Puhdistusniitto toimii samalla laitumen viherlannoituksena. Apilaa sisältäville laidunnurmille on vaikeampi löytää sopivia kasvinsuojeluaineita, mitkä eivät hävittäisi apilaa kasvustosta. (Puurunen & Virkajärvi 2002, 18–20.)

5.5 Laitumen mitoitus

Laitumen mitoituksella voidaan tarkoittaa joko koko laidunkauden laidunnettavaa alaa tai päiväkohtaista laidunalaa. Koko laidunkauden laidunnettava ala käsittää kaiken laitumeksi suunnitellun alan, kun taas päivittäinen laidunala tarkoittaa vain sitä alaa missä eläimet konkreettisesti ovat. (Sairanen & Virkajärvi 2002, 46–55.) Molempien edellä mainittujen laidunalojen mitoitus suunnittelu kannattaa tehdä huolella, sillä tarvittaviin laidunmääriin vaikuttavat muun muassa laidunnettavien eläinten määrä, eläinryhmien ikä tai tuotoskausi, mahdolliset lisäruokinnat navetassa tai laitumella, laiduntamiseen käytettävissä oleva pinta-ala, laidunstrategia, tavoiteltu laitumen hyväksikäyttöaste, vuodenaika, nurmilaji, nurmen kasvunopeus ja nurmimassan määrä. Yhdessä nämä tekijät määrittävät tilakohtaisesti sen, miten eläimiä voidaan laiduntaa ja millä laidunstrategialla. (Palmio 2024; Sairanen 2024.)

Laitumen hyväksikäytöllä tarkoitetaan sitä, kuinka suuren osuuden laiduntavat eläimet syövät tarjolla olevasta nurmesta. Mob-laidunnuksessa tavoiteltu laitumen hyväksikäyttö on selvästi tavanomaista laidunnusta matalampi ollen vain 30–40 prosenttia, kun tavanomaisessa laidunnuksessa se on 60–70 prosenttia. (Sairanen & Virkajärvi 2002, 46–55.) Alkukesästä nurmi kasvaa nopeammin kuin loppukesällä, minkä vuoksi alkukesällä laidunnettavaa alaa tarvitaan vähemmän (Virkajärvi & Pakarinen 2010, 27).

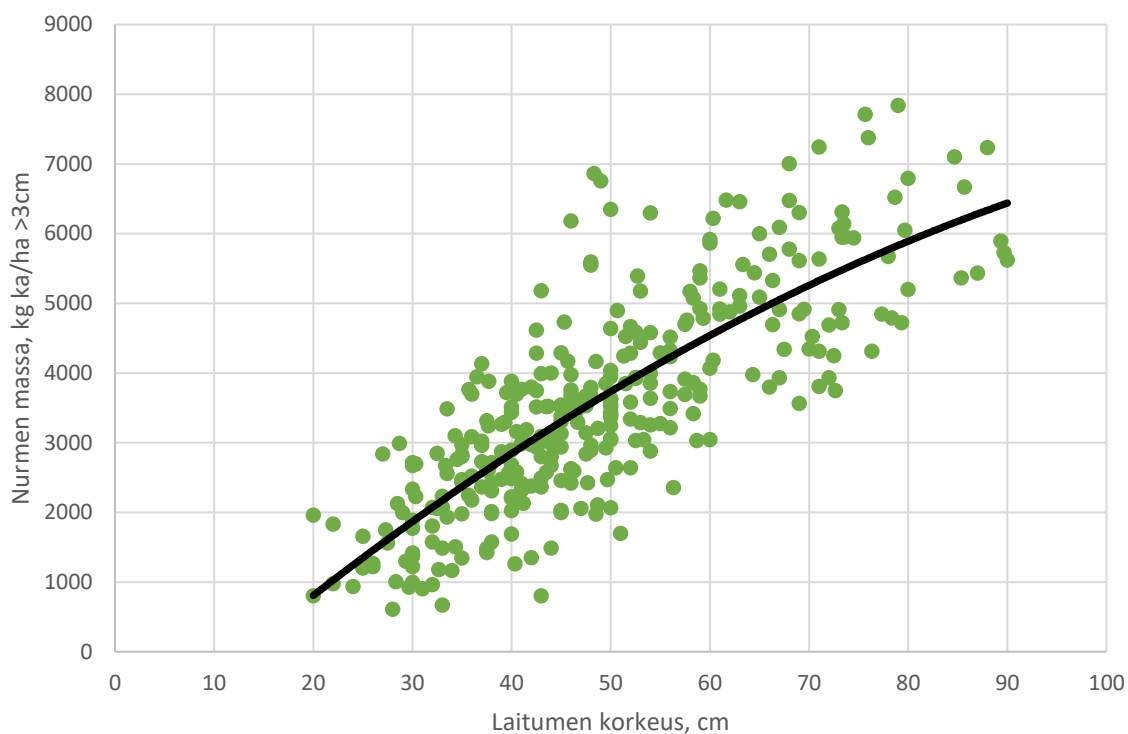
Nuorkarjalla laitumen riittävyttä on helpoin arvioida seuraamalla päiväkasvuja ja eläinten kunto-
luokkaa. Edellä mainitut kertovat ruokinnasta pidemmältä aikaväliltä. Näiden lisäksi ruokinnan onnistumista kannattaa seurata pötsin täyteisyydestä, mikä kertoo ruokinnan onnistumisesta lyhyellä aikavälillä. (Mäkinen & Karlström 2012, 40–41.) Mob-laiduntamisessa laitumen kaistojen koko on helpoin laskea nuorkarjan energiantarpeen perusteella (taulukko 3 ja kuva 5). Energiantarve riippuu eläimen koosta ja kasvunopeudesta eli päiväkasvuista (Mäkinen & Karlström 2012, 40–41).

TAULUKKO 3. Kasvavien hiehojen energiaruokintasuositukset (Kuoppala, Vattulainen, Perttilä, Saastamoinen & Rinne 2024)

Elopaino, kg	Kasvu, g/pv										
	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Energiantarvesuositus, MJ ME/pv											
100–150	32	34	37	40	44	48	52	57	63		
150–200	39	42	46	49	53	58	63	68	75	82	
200–250	46	50	54	58	62	67	73	79	86	94	104
250–300	53	57	61	66	71	77	83	90	97	106	117
300–350	59	63	68	73	79	85	92	100	108	118	129
350–400	65	70	75	81	87	94	101	110	119	130	142
400–450	71	76	82	88	95	102	110	119	129	141	154
450–500	75	80	86	92	99	107	115	125	135	147	161
500–550	77	82	88	95	102	110	119	128	139	151	165
550–600	79	85	91	98	106	114	123	132	144	156	170
600–650	84	90	97	104	112	120	130	140	152	165	180

Taulukolla 3 ja kuvan 5 avulla voidaan laskea mob-laidunnukseen tarvittava päivittäinen laidunalueen koko hyödyntämällä kasvavien nautojen energiansaantisuosituksia ja laitumen nurmimassan määrää, kun tiedetään kasvuston D-arvo eli sulavan orgaanisen aineen määrä ja kuiva-aine grammassa kilossa kuiva-ainetta. Edellä mainittujen taulukoiden avulla voidaan laskea ensin eläimen päiväkohtainen kuiva-aineen syönti ja sen perusteella tuorekilojen syönti. Kun tiedetään laitumen nurmimassan määrä ja eläimen päiväkohtainen syöntimäärä, voidaan laskea tarvittava laidunalan määrä.

Mob-laidunnuksessa laidunkaistan koko määräytyy tarjolla olevan laidunmassan mukaan. Kesän edetessä ja nurmen kasvun hidastuessa pinta-alaa tarvitaan enemmän. Tämän takia laitumen nurmimassa pitää mitata riittävän usein, jotta mob-kaistojen suuruus saadaan säädettyä oikeaksi. Mob-laidunnuksessa kaistojen koko vaihtelee myös kesän eri laidunkierroilla, sillä ensimmäisellä kierroksella sama kaista on voinut olla suurempi kuin toisella kierroksella riippuen nurmimassan määrästä. (Palmio 2024.)



KUVA 5. Laitumen nurmimassan määrän arviointi (Palmio 2024)

Nurmimassan määrää voidaan mitata muutamalla eri tavalla ennen niittoa tai laidunnusta, muun muassa silmämääräisesti, erilaisilla kehikoilla, nurmitikuilla ja satotasolautasella. Silmämääräisesti tehty mittaus on nimensä mukaan vain silmämääräinen ja antaa kasvustolle yleiskuvan, mutta on kuitenkin hyvin epätarkka tarkkaan nurmimassan määrän arviointiin. (Kivisaari 2017, 1–19.) Nurmi-kehikolla mittaaminen puolestaan on helppoa ja kehikon voi valmistaa itse. Nurmikehikon näytteet punnitsemalla saa heti vertailukelpoisia tuloksia eri lohkoilta. (Nousiainen, Niskanen, Kainulainen & Toivakka 2010, 72.) Nurmitikun käyttö on helppoa, missä on valmis mitta-asteikko. Nurmitikkua luettaessa arvioidaan kasvuston tiheys, minkä perusteella asteikko kertoo satotason ojennetun nurmen korkeuden perusteella. Satotasolautanen toimii tasalaatuisessa kasvustossa ja sen käyttö perustuu nurmen kannatukseen lautasen alla, minkä vuoksi se ei sovellu kovin hyvin laidunmassan mittaamiseen useimmiten laidunnuksessa lakoontuneen kasvuston takia. (Kivisaari 2017, 1–19.)

6 TUTKIMUSMENETELMÄT

Opinnäytetyö on kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus, missä on käytetty laskennallisia menetelmiä, mutta ei tilastollisia menetelmiä. Opinnäytetyössä ei voi käyttää tilastollisia menetelmiä, koska koeasetelmassa ei ole toistoja. Tutkimusaineisto on kerätty Luke Kuopio Maaningan toimipaikan mob-laidunkokeissa 17.6.–9.9.2022 ja 8.6.–30.8.2023. Opinnäytetyössä raportoidaan myös lyhyesti vuoden 2022 tulokset ja havainnot. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää mob-laidunnuksen soveltuvuus Suomen olosuhteisiin.

Luke Maaningalla toteutettiin kesällä 2022 ja 2023 hiehojen mob-laidunkokeet. Vuonna 2022 tehtiin pienemmällä laidunruuduilla tutkimus, jossa vertailtiin tavanomaista ja mob-laidunnusta sekä lisäksi samoilla eläimillä testattiin isommassa mittakaavassa mob-laidunnusta. Vuonna 2023 hiehoja laidunnettiin koko laidunkausi mob-laidunstrategian mukaisesti. Tässä opinnäytetyössä keskitytään ensisijaisesti vuoden 2023 mob-laidunkokeeseen.

6.1 Laidunnuksen toteutus ja tulokset vuonna 2022

Kesällä 2022 Luonnonvarakeskus Maaningalla toteutettiin mob-laidunnuskoe Leppäpuro läntinen -nimisellä loholla. Vuoden 2022 aineisto toimii tässä opinnäytetyössä tausta-aineistona ja varsinaisena aineistona toimii vuoden 2023 aineisto. Ensimmäinen laidunkierros oli 17.6.–22.7., minkä jälkeen hiehot siirtyivät mob-alueelta väistölaitumelle 23.7. ja 26.7. väliseksi ajaksi. Toinen laidunkierros oli 27.7.–10.9., josta hiehot olivat väistölaitumella 17.8. ja 24.8. välisen ajan. Kokeessa oli mukana 20 hiehoa, jotka laidunsivat yhtenä ryhmänä koko laidunkauden ajan. Vuonna 2022 mob-laidunnus aloitettiin 17.6.2022, jolloin laidunmassan määrä oli 3 740 kilogrammaa kuiva-ainetta hehtaarilta. Vuonna 2022 laidunkiertoja oli vain kaksi, joista ensimmäinen kesti 37 vuorokautta ja toinen 48 vuorokautta. Ensimmäisellä laidunkierroksella oli 18 kaistaa ja toisessa 21. Eläimet vaihtoivat kaistaa joka toinen päivä. Eläimet punnittiin ennen laidunnuksen aloitusta ja laidunkauden päätyttyä. Eläinten keskipaino laidunkauden alussa oli 510 kg ja lopussa 558 kg, ja näin ollen hiehojen päiväkasvu oli 520 grammaa päivässä.

Kaistoilta kerättiin kesän aikana nurminäytteitä harvakseltaan ennen eläinten siirtämistä sinne. Nurminäytteiden avulla määritettiin laitumen nurmimassa sekä rehuarvot. Eläinten lyhyt kaistakohtainen laidunnusaika osoittautui kokeen aikana työlääksi, koska väliaitojen rakentamiseen ja purkamiseen meni aikaa eläinten ja juoma-altaiden siirtämisen lisäksi. Kaistat olivat pieniä, koska eläimet vaihtoivat kaistoja usein. Eläimet eivät viihtyneet pienillä kaistoilla ja karkailivat niiltä usein. Lisäksi voimakkailla sateilla pienikokoiset kaistat tallautuivat pahasti ja pellon pinta meni mullokselle (kuva 6).



KUVA 6. Kaista tallautuneena voimakkaan sateen jälkeen (Palmio 2022a)

Koko laidunalalle tehtiin kasvinsuojeluruiskutus Gratil-valmisteella, mitä käytettiin 20 grammaa hehtaarille. Laitumen kevätlannoituksessa tavoiteltiin typpeä 80 kg/ha ja myöhempään lannoitukseen 60 kilogrammaa typpeä hehtaarille. Kevätlannoitus tehtiin Suomensalpietarilla 23.5.2022 koko laidunnettavalle alalle ja typpeä meni 74 kg/ha. Toinen lannoitus tehtiin kahdessa osassa 11.7.2022 ja 11.8.2022, ja molemmilla kerroilla lannoitteena oli Suomensalpietari ja typpeä meni 54 kg/ha. Typpi-lannoituksen yhteenlaskettu summa oli 140 kg/ha. Ensimmäinen laidunkierros kesti liian kauan ja kevätlannoitus oli liian voimakas aiheuttaen nurmen liian nopean kasvamisen mob-laidunnusta ajatellen. Ensimmäisen laidunkierroksen loppupuolella nurmen korkeus oli lähes metrin ja laidunmassa 8 850 kg ka/ha, joten kaistojen väliaitojen tekeminen oli mahdotonta. Tästä syystä hiehot laidunsivat ensimmäisen kierroksen viimeiset kaistat yhtenä isona alueena ilman väliaitoja (kuva 7).



KUVA 7. Liian pitkä kasvusto ensimmäisen laidunkierroksen lopussa (Palmio 2022b)

Ensimmäisen laidunkierroksen nurmimassan määrä vaihteli 3 740–8 850 kg ka/ha ja toisella laidunkierrolla 2 870–3 650 kg ka/ha. Ensimmäisen kierroksen suuri nurmimassan määrä johtui liiallisesta kevätlannoituksesta ja nurmen nopeasta kasvamisesta. Ensimmäisen laidunkierroksen aikana nurmen kasvunopeus oli 138 kg ka/ha/pv. Toisen kierroksen pieni kasvunopeus johtui kuivuudesta ja tuleentuneen kasvuston hitaasta jälkikasvukyvystä. Ensimmäisellä laidunkierrolla laidunnurmea oli tarjolla päivässä 36,2 kg ka/eläin ja laidunnurmen syönti oli päivässä 7,5 kg ka/eläin eli tarjolla olevan laitumen hyväksikäyttö oli 21 prosenttia. Toisella laidunkierrolla laidunnurmea oli tarjolla päivässä 24,5 kg ka/eläin ja päivittäinen syönti oli 7,8 kg ka/eläin, tällöin laitumen hyväksikäyttö oli 33 prosenttia.

6.2 Mob-laidunkokeen toteutus vuonna 2023

Kokeen suunnittelu ja toteutus tehtiin vuoden 2022 kokeen havaintojen perusteella. Laidunkokeessa oli mukana viisitoista lypsyrotuista hiehoa, joiden ikä kokeen alkaessa oli 15–23 kuukautta ja kymmenen hiehoista oli tiineenä. Hiehot laidunsivat 8.6.2023 ja 30.8.2023 välisen ajan yhtenä ryhmänä Leppäpuro läntinen -nimisellä loholla ja laidunnus toteutettiin kaistasyöttönä, kuten edellisellä vuonna. Hiehot vaihtoivat kaistoja vain joka kolmas päivä, kun vuonna 2022 ne vaihtoivat kaistaa joka toinen päivä. Laitumen vieressä oli pieni suojametsikkö ja laidunnus järjestettiin siten, että eläimillä oli mahdollisuus päästä metsikköön suojaan jokaiselta kaistalta. Suojametsiköllä taattiin hiehoille suoja hellettä vastaan ja suojametsikön sijoittumisen vuoksi koelaidunala pidettiin vakiona

koko kesän. Juomakupit olivat koko laidunkauden ajan metsikön molemmilla reunoilla, jonne kaistoilta oli vapaa pääsy. Vuonna 2022 juoma-aitaita oli vain yksi ja sitä siirrettiin kaistojen mukana, mikä osoittautui työlääksi.

Laidunkiertojen pituudeksi tavoiteltiin noin 30 vuorokautta. Varsinaisten kaistojen lisäksi kokeessa oli varalla väistölaidun, johon hiehot pystytettiin tarvittaessa laittamaan laidunkiertojen välissä. Laitumen hyväksikäytöksi tavoiteltiin 30–40 prosenttia, jolloin tarjolla oleva laidunmassa olisi 18–21 kilogrammaa kuiva-ainetta eläintä kohti päivässä. Eläinten päiväkasvuksi tavoiteltiin 600 grammaa päivässä. Eläimet punnittiin ennen laidunnuksen aloitusta ja punnitus tehtiin uudelleen laidunkauden päätyttyä, mutta elopainovaaka osoittautui rikkiäiseksi tuloksia laskettaessa ja päiväkasvuja ei voitu laskea.

Vuonna 2022 kevätlannoitus oli käytettävissä olevaan alaan nähden liian voimakas, minkä vuoksi vuoden 2023 lannoitusta muutettiin. Kevätlannoituksen typpimääräksi tavoiteltiin 50 kiloa typpeä hehtaarille, toiseksi lannoitukseksi 70 kiloa typpeä hehtaarille ja kolmannelle 30 kiloa typpeä hehtaarille. Kaistoja pyrittiin lannoittamaan mahdollisimman pian syötön jälkeen, kun vuonna 2022 laidunnettava alue lannoitettiin vain kahdessa osassa.

Kaistoilta otettiin kasvinäytteitä kerran viikossa nurmimassan määrittämistä varten siltä kaistalta, minne eläimet olivat seuraavaksi siirtymässä. Kaistoilta mitattiin nurmen ojennetut korkeudet ja nurminäyte leikattiin kaistalta vähintään kuudesta kohdasta jokainen omaan pussiin, jotta näyte olisi edustava. Näytepussit punnittiin, että tiedettiin nurmimassan määrä hehtaaria kohden. Punnituksen jälkeen näytteet yhdistettiin ja sekoitettiin niin, että kasvin tyvet ja latvat olivat samansuuntaisesti.

Sekoittamisen jälkeen näyte jaettiin kolmeen osaan. Näytteen yksi osa kuivattiin kuivatusuunissa vuorokauden ajan 105 celsiusasteessa, että saatiin kasvuston kuiva-aine selville. Kuiva-aineen perusteella voidaan laskea kuiva-ainesato hehtaaria kohden. Toinen näyte lähetettiin kokonaisuudessaan Valion laboratorioon raaka-aineanalyysiin. Nurmen ojennettuja korkeuksia tarvittiin siihen, että kolmannelta näytteestä leikattiin kasvin yläosasta kolmasosa ojennetun korkeuden keskimääräisestä mitasta, mitkä lähetettiin Valion laboratorioon raaka-aineanalyysiin. Tämän tarkoituksena oli kuvastaa sitä osuutta mitä hiehot söivät kaistoilta. Tällä tavalla pystyttiin vertaamaan koko kasvin ja syödyn osan analyysituloksia toisiinsa.

Viimeisen laidunkierroksen jälkeen 30.8.2023 jokaiselta kaistalta otettiin yksi sänkinäyte. Sänkinäytteillä tarkoitetaan kasvin osuutta aina maan pintaan asti. Sänkinäytteistä määritettiin orgaaninen aines hehikutushäviönä eli tuhkapitoisuus, minkä perusteella arvioitiin maakontaminaatiota. Sänkimassan avulla ennustettiin Yasso-mallilla maan hiilivaraston muutos vuosien kuluessa.

6.3 Luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan reliabiliteetilla ja validiteetilla. Reliabiliteetti tarkoittaa tulosten pysyvyyttä mittauksesta toiseen tutkijasta riippumatta ja tulos on tarkka, kun toistetussa mittauksessa saadaan samat tulokset. (Vilka 2007, 149.) Tämän tutkimuksen reliabiliteettia lisäsi se, että vuosia 2022 ja 2023 tarkasteltiin rinnakkain, mikä paransi johtopäätösten kattavuutta ja luotettavuutta.

Validiteetilla tarkoitetaan sitä, että tutkimuksessa on saatu mitattua se, mitä oli tarkoitus mitata (Vilka 2007, 150). Tämän kokeen validiteettia laskee se, että kokeessa ei saatu mitattua eläinten elopainoja laidunkauden lopulla ja vaa'an mittavirheet huomattiin liian myöhään. Tutkimuksen validiutta puolestaan nostaa kerätyt kasvinäytteet, mitkä on analysoitu laboratoriossa ja kasvinäytteitä on kerätty riittävästi.

Lähdekritiikillä tarkoitetaan sitä, että arvioidaan käytetyt lähteet ja aineistot ennen sen käyttämistä tutkimuksessa (Vilka 2007, 34–35). Opinnäytetyön luotettavuutta nostaa lähdekritiikki, sillä opinnäytetyössä käytetyt lähteet on tarkasteltu mob-laidunnusta ajatellen. Mob-laidunnusta on tehty muissa maissa, mutta ne eivät ole suoraan verrannolliset Suomessa tehtyihin mob-laidunkokeisiin. Lisäksi termi mob voi tarkoittaa eri maissa hieman eri asiaa, mitkä on huomioitu tuloksia kirjoittaessa.

Luonnonvarakeskus Kuopio Maaningan toimipaikka noudattaa kokeissa sille asetettuja määräyksiä. Koe on toteutettu hyväksytyjen periaatteiden mukaisesti ja huomioitu eläinten hyvinvointimääräykset. Opinnäytetyössä viitataan lähdeviitteillä aineistoihin, mistä tieto on saatu. Lähdeviitteiden avulla lähdeluettelosta löytää alkuperäisen lähteen tietojen oikeellisuuden tarkistamista varten.

7 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Ensimmäinen laidunkierros oli 8.6. ja 3.7.2023 välisenä aikana, toinen laidunkierros 4.7. ja 2.8.2023 välisenä aikana ja kolmas laidunkierros 3.8. ja 30.8.2023 välisenä aikana. Kokeen alkaessa ensimmäisellä laidunkierrolla oli mukana 16 hiehoa, toisella kierroksella hiehoja oli 15 ja kolmannella 13. Hiehoja väheni kokeesta kesän edetessä, koska ne siirrettiin lypsävien mukaan odottamaan poikimista.

Laidunkaistojen määriä ei suunniteltu etukäteen, vaan ne määräytyivät kesän ja kokeen edetessä. Kaistojen koot vaihtelivat laidunkiertojen välillä, koska ensimmäisen laidunkierron alussa laidunmassa oli vähäisempää verrattuna myöhempisiin laidunkiertoihin. Käytettävissä oleva mob-laidunala oli 2,07 hehtaaria. Väistölaidunta käytettiin kokeen aikana, mutta sitä ei ole huomioitu tulosten laskennassa.

7.1 Mob-laitumen lannoitus ja kasvinsuojelu

Vuonna 2022 laidunnurmessa oli ollut valkoapilaa ja englanninraiheinää, jotka olivat hävinneet vuoteen 2023 mennessä jättäen jälkeensä paikoitellen aukkoja tai harvoja kohtia (kuva 8). Rikkakasvitorjunta piti tehdä ennen laidunkauden alkua, koska laitumella oli paljon hevонhierakkaa ja ohdakkeita (kuva 9). Rikkakasvitorjunta tehtiin 24.5.2023 koko lohkolle käyttämällä Gratil-kasvinsuojelua 60 grammaa hehtaarille. Laitumella oli pitkiä ohdakkeita, joita poistettiin mekaanisesti raivaussahalla ennen laidunnuksen aloitusta.



KUVA 8. Aukkoinen nurmi (Palmio 2023a)



KUVA 9. Laidun ennen rikkakasvitorjuntaa (Palmio 2023b)

Vuonna 2023 kevätlannoituksessa koko mob-laidunala sai yhtä aikaa typpeä 56 kg/ha. Tämän jälkeen mob-kaistojen lannoitusta jaettiin siten, että lannoitettiin kahdesta viiteen kaistaa kerrallaan. Toinen lannoitus tehtiin kolmessa osassa antamalla typpeä tavoitteen mukaan 70 kg/ha. Kolmas lannoitus tehtiin kahdessa osassa antamalla typpeä tavoitteen mukaisesti 30 kg/ha. Kaikki kaistat lannoitettiin kesän aikana yhteensä kolme kertaa ja kaikki kaistat saivat kesän aikana typpeä yhteensä 156 kg/ha. Ensimmäisessä ja toisessa lannoituksessa käytetty lannoite oli YaraBela Axan (27-0-1) ja kolmannessa lannoituksessa YaraBela Suomensalpietari (27-0-1).

Vuonna 2023 kevätlannoitus oli suunnitellusti vuotta 2022 maltillisempi. Toisen ja kolmannen lannoituskerran jakamisella pienempiin osiin tavoiteltiin nurmimassan kasvua mob-laidunnukseen sopivammaksi. Tällä varmistettiin, että seuraavat syöttöön tulevien kaistojen nurmen kasvuaste olisi sopiva eikä nurmi ehtisi kasvaa liian pitkäksi ja korsiintua.

7.2 Laidunkierrot ja nurmimassat

Ensimmäinen laidunkierto kesti 25 vuorokautta, toinen 30 vuorokautta ja kolmas 27 vuorokautta. Mob-laidunalueen koko oli 2,07 hehtaaria. Mob-laidunkaistojen lukumääräksi määräytyi nurmimassan mukaan ensimmäiselle ja toiselle kierrokselle kahdeksan laidunkaistaa ja kolmannelle kierrokselle seitsemän laidunkaistaa. (Taulukko 4.) Kolmannen laidunkierroksen vähäisempi kaistamäärä johtui siitä, että nurmimassa oli pienempi. Myös varsinainen mob-laidunala oli liian pieni, joten eläimet siirtyivät väistölaitumelle ajateltua aiemmin. Toisen laidunkierroksen loppupuolella eläimet olivat kuusi vuorokautta väistölaitumella, minkä jälkeen ne tulivat takaisin mob-kaistoille.

TAULUKKO 4. Laidunkierrot ja nurmimassan määrät

Laidunkierros	Koko laidunkierron pituus, vrk	Päiviä mob-alueella	Mob-alueen pinta-ala, ha	Mob-laidunkais-tojen lukumäärä	Keskimääräinen nurmimassa kg ka/ha	Nurmimassa, kg ka/ha
1	25	25	2,07	8	4 700	2 230–7 900
2	30	25	2,07	8	3 960	3 600–4 300
3	27	21	2,07	7	3 090	2 610–3 640

Ensimmäisen laidunkierron keskimääräinen nurmimassa oli 4 700 kg ka/ha ja sen vaihteluväli kais-toilla oli 2 230–7 900 kg ka/ha. Toisen kierroksen keskimääräinen nurmimassa oli 3 960 kg ka/ha ja sen vaihteluväli oli 3 600–4 300 kg ka/ha. Kolmannen laidunkierron keskimääräinen nurmimassa oli 3 090 kg ka/ha ja sen vaihteluväli oli 2 610–3 640 kg ka/ha. (taulukko 4.) Nurmimassan vaihteluvä-
lien ja laidunkierron pituuksien perusteella nurmen päiväkasvuksi saatiin ensimmäiselle kierrokselle 227 kg ka/ha. Toisen ja kolmannen laidunkierroksen nurmen päiväkasvuja ei voitu laskea, koska kais-toilta oli määritetty vain nurmen aloitusmassat, joiden perusteella ei päiväkasvuja voi laskea.

TAULUKKO 5. Tavanomaisen laidunnuksen ja mob-laidunnuksen pinta-alatarpeen vertailu

Tavanomainen laidunnus								
Laidun-kierto	Laidunkierron pituus, vrk	Nurmimassa keskimäärin, kg ka/ha	Syötävä osuus, %	Syönti kg ka/hieho/vrk	Pinta-ala aa-ria/hieho/vrk	pinta-ala ha/hieho	hiehojen lkm	koko ala, ha
1	14	2 500	65	7,4	0,46	0,06	20	1,3
2	17	2 300	65	8,0	0,54	0,09	20	1,8
3	21	2 200	65	8,1	0,57	0,12	20	2,4
4	25	2 100	65	8,3	0,61	0,15	20	3,0
5	28	2 000	65	8,4	0,65	0,18	20	3,6

Mob-laidunnus								
Laidun-kierto	Laidunkierron pituus, vrk	Nurmimassa keskimäärin, kg ka/ha	Syötävä osuus, %	Syönti kg ka/hieho/vrk	Pinta-ala aa-ria/hieho/vrk	pinta-ala ha/hieho	hiehojen lkm	koko ala, ha
1	25	4 700	35	7,4	0,45	0,11	20	2,2
2	33	4 000	35	8,1	0,58	0,20	20	4,1
3	30	3 200	35	8,2	0,73	0,22	20	4,4

Yllä olevassa taulukossa on vertailtu tavanomaisen laidunnuksen ja mob-laidunnuksen pinta-alatarpeita kahdellakymmenellä hiehollla, kun niiden paino laidunkauden alussa on 500 kg ja oletettu päiväkasvu 600 grammaa. Vertailussa on käytetty tavanomaisessa laidunnuksessa 65 prosentin ja mob-laidunnuksessa 35 prosentin laidunnurmen syötävää osuutta. Tavanomainen laidunnus pystyy kasvukauden aika kestämään helposti yhteensä 105 vuorokautta. Vertailussa mob-laidunnus on laskettu 90 vuorokaudelle, jotta eläinten hyvinvointikorvauksen ehdot täyttyvät. Tavanomaisella laidunnuksella laidunkiertoja kasvukauden aikana ehtii olla viisi, koska laidunkierron pituudet ovat lyhyempiä kuin mob-laidunnuksessa. (taulukko 5.)

Vertailun perusteella mob-laidunstrategiassa kokonaislaidunalaan tarvittaisiin noin kaksikymmentä prosenttia tavanomaista laidunnusta enemmän. Tulosten tulkinnassa haastetta tuo se, että oikeaoppisesti mob-laidunnusta voidaan toteuttaa vain ensimmäisen laidunkierroksen alalla. Tällöin toisen ja kolmannen kierroksen kaikki 2,2 hehtaarin ylimenevän alan pitäisi olla väistölaidunta tai osittaista mob-laidunnusta, kun ylimenevältä alalta pitää niittää kasvusto alkukesällä.

7.3 Laitumen koostumus ja rehuarvot

Taulukossa 6 on jokaisen laidunkierron nurminäytteiden tulokset. Kasvin yläosa kuvastaa sitä kasvin osaa, mitä hiehot ovat mob-laidunnuksessa oikeasti syöneet ja koko kasvi kuvaa koko kasvia. Tällä tavoin voitiin vertailla, millaista nurmea hiehot oikeasti ovat syöneet, kun kasvusto jätettiin pidemmäksi. Näytteet analysoitiin Valion laboratoriossa, mutta näytteistä määritettiin kuiva-aine myös Luonnonvarakeskus Maaningalla siltä varalta, koska näytteet ehtivät aina kuivaa jonkin verran ennen laboratorioon päätymistä. Maaningalla määritettiin vain koko kasvin kuiva-aineet. Ensimmäisen kierroksen kuiva-aineiden keskiarvoksi saatiin 228 g/kg, toisen kierroksen 197 g/kg ja kolmannen kierroksen 175 g/kg. Edellä mainittuja kuiva-aineita käytettiin tulosten laskennassa, koska ne vastaavat todellista tilannetta.

TAULUKKO 6. Nurminäytteiden analyysitulokset kaikista laidunkierroista

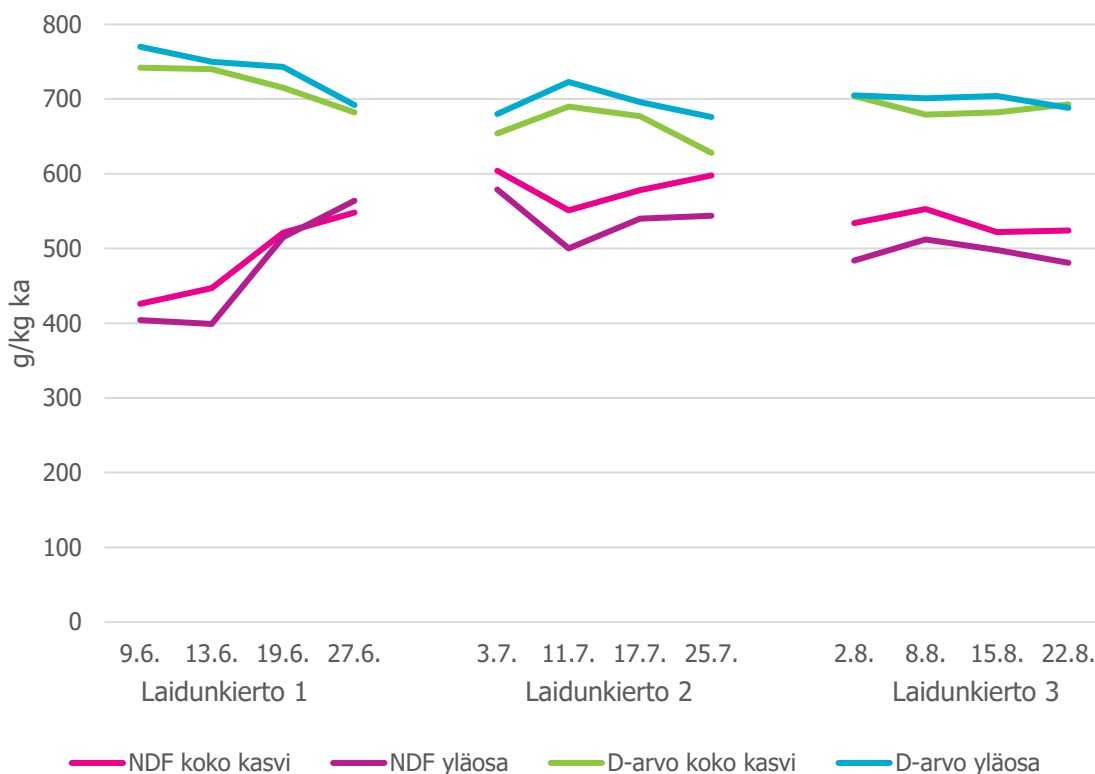
	1. laidunkierto		2. laidunkierto		3. laidunkierto	
	Koko kasvi	Yläosa	Koko kasvi	Yläosa	Koko kasvi	Yläosa
Kuiva-aine g/kg	242	271	211	253	184	193
Raaka-valkuainen g/kg ka	172	191	178	193	197	228
Kuitu (NDF) g/kg ka	486	471	583	541	533	494
D-arvo g/kg ka	720	739	662	694	690	700
Sokeri g/kg ka	141	138	67	83	74	67
Sulamaton kuitu (iNDF) g/kg ka	56	46	92	71	52	42
Tuhka g/kg ka	73	71	82	77	97	102
ME MJ/kg ka	11,5	11,8	10,6	11,1	11,1	11,2
OIV g/kg ka	95	97	90	96	95	101
PVT g/kg ka	33	49	47	55	59	83

Hiehoilla valkuaisen tarve määritellään pötsin valkuaisasteeseen eli PVT:n perusteella. Hiehoilla valkuaisen saanti on riittävä, jos rehuannoksen PVT on yli -10 g/kg ka. Mob-laidunnuksessa hiehot söivät kasvien yläosat, joissa PVT oli odotetusti korkeampi kuin koko kasvissa. Näin ollen valkuaisen tarve täyttyi eikä se ollut kasvua rajoittava tekijä.

Muuntokelpoinen energia ME MJ/kg ka lasketaan suoraan D-arvosta. Kasvien yläosan D-arvot olivat niin korkeat, että hiehot saivat tarpeeksi energiaa. Sulavuus ei siten ollut kasvua rajoittava tekijä. Ensimmäisellä kierroksella kasvin yläosan sulavuus oli 739 g/kg ka, toisella 694 g/kg ka ja kolmannella 700 g/kg ka.

Kuvassa 10 on kuvattu NDF eli neutraalidetergenttikuidun ja D-arvon eli sulavan orgaanisen aineen määrät grammaa kilossa kuiva-ainetta kehitykset eri laidunkierroksilla. Molemmista on kuvattu kasvin yläosan ja koko kasvin kehitys. Eläimille päätyneessä kasvustossa eli kasvin yläosassa oli koko

kasviin verrattuna vähemmän kuitua, koska korsiosuus on jäänyt pienemmäksi. Vastaavasti sulavuus oli suurempi, koska eläimet ovat syöneet enemmän kasvien lehtiosuutta kuin korsiosuutta.



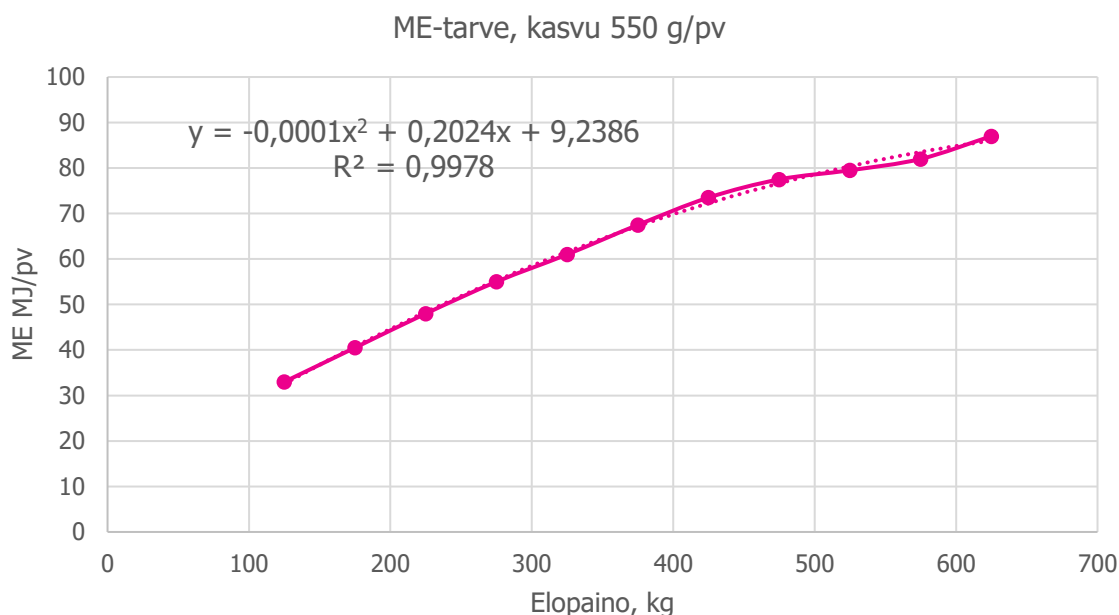
KUVA 10. Sulavuuden ja NDF-kuidun kehitys laidunkaudella eri laidunkierroksilla

Ensimmäisellä laidunkierroksella analyysitulokset ovat odotusten mukaiset, kun laidunkauden alussa NDF on matalalla ja D-arvo korkealla ja laidunkauden edetessä NDF nousee ja vastaavasti D-arvo laskee. Toisen ja kolmannen laidunkierroksen NDF:n ja D-arvon kehitys oli huomattavasti tasaisempaa kuin ensimmäisen laidunkierroksen. Tätä tukee aiemmin mainittu Suomen olosuhteiden nurmen todella nopea kevätkasvu ja voimakkaat kasvumuutokset laidunkauden aikana. Analyysitulostaulukon perusteella voidaan nähdä, miten hiehot ovat saaneet syödäkseen niin sanotusti nurmen parhaat palat, koska kortta ei ole ollut mukana niin paljon kuin tavallisessa laidunnuksessa.

7.4 Hiehojen syönnit, laiduntarve ja laitumen hyväksikäyttö

Kaistojen koot laskettiin nurmimassan, energiantarpeen ja päiväkasvujen perusteella. Päiväkasvuiksi tavoiteltiin 600 grammaa päivässä, mutta kuvassa 11 on esitelty lähemmäksi jääneen 550 gramman päiväkasvun energiantarve. Energiantarpeen laskemisessa on käytetty toisen asteen polynomista yhtälöä, mikä sisältää yhden tai useamman muuttujan ja vakioita. Energiantarve on laskettu seuraavalla kaavalla:

$$\text{ME-tarve} = -0,0001 \times \text{elopaino}^2 + 0,2024 \times \text{elopaino} + 9,2386$$



KUVA 11. Muuntokelpoisen energiantarve, kun päiväkasvu on 550 grammaa

Kokeen alussa ja lopussa eläimet punnittiin, mutta elopainovaa'an mittavirhe huomattiin vasta kokeen tulosten tarkastelussa. Hiehoilta saatiin alkupainot, mutta mittavirheen vuoksi loppupainoja ei voitu käyttää eikä näin ollen hiehojen tarkkoja päiväkasvuja saatu selville. Tässä opinnäytetyössä käytetään 550 gramman päiväkasvuja, mikä on hieman tavoiteltua vähemmän.

Ensimmäisellä laidunkierrolla tarjolla olevaa laidunnurmea päivässä oli keskimäärin 24,3 kg ka/eläin, toisessa 21,9 kg ka/eläin ja kolmannella 23,4 kg ka/eläin (taulukko 7). Päivässä tarjolla olevan nurmen määrä on laskettu keskimääräisellä nurmimassan ja eläinakohtaisen pinta-alan perusteella. Laidunnurmen laskennalliset syöntimäärät on laskettu nurmen energiapitoisuuden, eläinten energiantarpeen ja oletetun päiväkasvun perusteella. Ensimmäisellä laidunkierrolla laskennallinen päivittäinen arvioitu syöntimäärä oli 7,8 kg ka/eläin, toisella 8,3 kg ka/eläin ja kolmannella 8,2 kg ka/eläin. Ensimmäisen kierroksen matalampi syönti johtui nurmen korkeammasta energiapitoisuudesta. Alkukeseän matalampaan syöntiin vaikuttaa myös eläinten koko, sillä loppukesästä hiehot ovat jo kasvaneet ja tarvitsevat enemmän energiaa.

TAULUKKO 7. Tarjolla oleva laidunnurmi, syönnit ja laitumen hyväksikäyttö

Laidunkierros	Hiehoja	ME-tarve, MJ/pv	Laitumen yläosan ME-pit.	Laskennallinen syönti kg ka/pv	Tarjolla oleva laidun kg ka/eläin/pv	Hyväksikäyttö	keskimääräinen nurmimassa kg ka/ha	Sato, kg ka/ha
1	16	91,9	11,8	7,8	24,3	0,32	4 700	1 506
2	15	92,3	11,1	8,3	21,9	0,38	3 960	1 506
3	13	92,2	11,2	8,2	23,4	0,35	3 090	1 086

Tarjolla olevan laidunnurmen ja syönnin perusteella voidaan laskea laitumen hyväksikäyttöaste. Mob-laiduntamisen hyväksikäyttötavoite oli 30–40 prosenttia, missä onnistuttiin hyvin. Ensimmäisen laidunkierroksen hyväksikäyttö oli 32 prosenttia, toisen 38 prosenttia ja kolmannen 35 prosenttia (taulukko 7). Laidunkierroille on laskettu nurmisato kertomalla laitumen hyväksikäyttöaste ja keskimääräinen nurmimassan määrä. Sato kertoo sen, kuinka paljon hiehot ovat syöneet laitumelta nurmea. Ensimmäisen ja toisen laidunkierron sato on tismalleen sama ja kolmannella hieman matalampi.

7.5 Laitumen laidunpaine, laiduntarve ja hiehojen päiväkasvut

Taulukossa 8 on esitelty laidunkokeen laidunpaineet ja eläinkohtaiset pinta-alat. Ensimmäisellä kierroksella eläimiä oli 16, toisella 15 ja kolmannella 13. Eläinten määrän ja pinta-alan perusteella saadaan laskettua toinen laidunpaineen tapa eli eläintä per hehtaari. Ensimmäisellä laidunkierroksella kaistakohtainen keskimääräinen laidunpaine oli 123,7 eläintä/ha, toisella 108,7 eläintä/ha ja kolmannella 81,6 eläintä/ha. Laidunkierrosten väliset laidunpaineiden erot selittyvät sillä, että ensimmäisellä kierroksella mob-laidunkaistat olivat pienempiä verrattuna viimeiseen laidunkierrokseen. Taulukosta 8 voidaan huomata, ettei eläinten paino juurikaan ole kasvanut kesän aikana. Tämä johtuu siitä, että painoina käytetään kesän alussa mitattuja painoja ja kokeesta on kesken laidunkauden poistettu aina isoimpia hiehoja.

TAULUKKO 8. Mob-laidunnuksen laidunpaine

Laidunkierros	Hiehoja	Hiehojen elopaino	Aaria/kaista/eläin	Aaria/eläin/pv	ha/eläin	Kaistakohtainen laidunpaine kg/ha	laidunpaine eläintä/ha
1	16	568	1,6	0,52	0,13	35 123	123,7
2	15	572	1,7	0,55	0,14	33 159	108,7
3	13	571	2,3	0,76	0,16	25 102	81,6

Joidenkin määritelmien mukaan mob-laidunnuksen eläinten elopaino per hehtaaria pitäisi olla yli 100 000 kg/ha, johon kuitenkin harvoin päästään. Noin suurta laidunpainetta ei kannata välttämättä edes tavoitella, sillä etenkin sadekeleillä pellon pinta voi muuttua suurella laidunpaineella hyvinkin nopeasti mullospelloksi, mitä ei mob-laidunnuksessa tavoitella missään nimessä. Tässä kokeessa ensimmäisen ja toisen kierroksen elopainot per hehtaari jäivät hieman yli 30 000 ja viimeisen kierroksen laidunpaine jäi noin 25 000 kg/ha. Millään laidunkierroksella ei siis päästy lähellekään 100 000 kg/ha laidunpainetta.

Ensimmäisen kierron suurempi laidunpaine suhteessa toiseen kierrokseen ja toisen kierroksen suurempi laidunpaine suhteessa kolmanteen kierrokseen selittyy aina aiemman kierroksen pienemmillä kaistojen pinta-aloilla. Lisäksi toisella kierroksella eläimiä oli yksi vähemmän ja kolmannella kierroksella eläimiä oli kolme vähemmän kuin kokeen alkaessa ja mob-laidunnuksen pinta-ala pysyi samana.

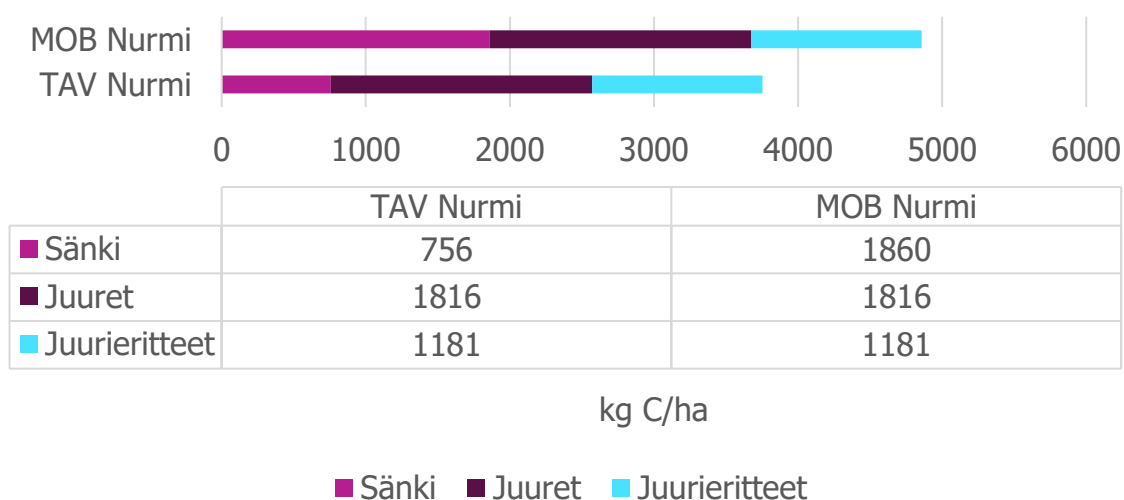
7.6 Laskennallinen hiilisyötteen määrä

Taulukossa 9 on kuvattu kaistoille jäänyt sänkimassa, mitä jäi keskimäärin 4 307 kg ka/ha, ja sen vaihteluväli kaistoilla oli 2 595–6 552 kg ka/ha. Sänkinäytteiden tuhkapitoisuus oli normaalia korkeampi, mikä johtui näytteiden seassa olleesta mullasta. Multakorjattu sänkimassa oli keskimäärin 4 133 kg ka/ha.

TAULUKKO 9. Kaistojen sänkimäärät viimeisen laidunkierroksen lopussa

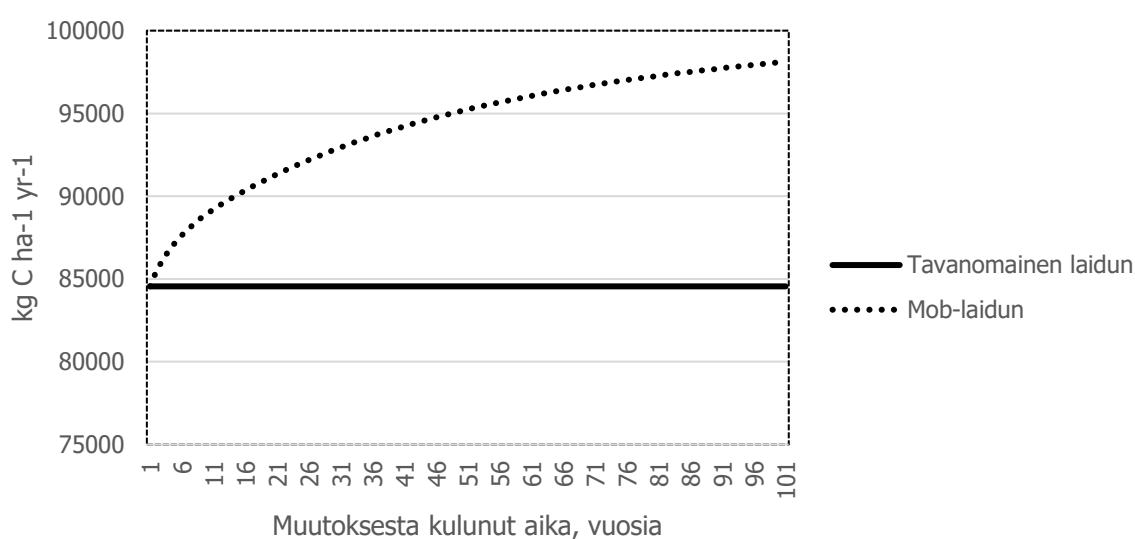
Kaista	sänkimassa kg ka/ha	tuhkapitoisuus	multaa, prosenttia	kg multaa/ha	Multakorjattu sänkimassa kg ka/ha
1	6 552	95,0		0,0	6 552
2	5 444	186,9	8,7	473,1	4 971
3	4 828	109,6	1,0	46,3	4 782
4	3 841	154,6	5,5	209,7	3 631
5	3 416	131,1	3,1	106,1	3 310
6	3 909	188,9	8,9	347,6	3 562
7	3 873	118,5	1,9	71,6	3 801
8	2 595	153,0	5,3	137,5	2 458
Keskiarvo	4 307	142,2	4,9	174,0	4 133

Kuvassa 12. on mob-laidunnuksen ja tavanomaisen laidunnuksen hiilisyötteen Yasso-mallilla mallinnettuna, missä juurimassojen mahdollisia eroja ei ole huomioitu. Mallinnus on tehty tämän laidunkokeen ja vuonna 2022 toteutetun toisen laidunkokeen pohjalta. Mallinnuksessa on käytetty mob-laitumen sänkimassaa 4 133 kg ka/ha ja tavallisen laidunnuksen sänkimassaa 1 680 kg ka/ha. Mallinnuksen mukaan mob-laidunnuksen hiilisyöte tässä kokeessa oli 4 857 kg C/ha, kun tavallisella laidunnuksella se oli 3 753 kg C/ha. Tällöin mob-laidunnuksen sänkimassan mukana tuleva hiilisyöte peltoon oli 1 104 kg C/ha enemmän kuin tavanomaisessa laidunnuksessa.



KUVA 12. Hiilisyötteen mob- ja tavanomaisella laitumella Yasso-mallilla mallinnettuna. Juurimassojen mahdollisia eroja ei ole huomioitu (Rimhanen, 2023a)

Kuvassa 13. on kuvattu mob-laidunnuksen ja tavanomaisen laidunnuksen maaperän hiilivaraston muutos Yasso-mallilla mallinnettuna. Aluksi maan hiilivaraston muutos on nopeaa, joka alkaa vähitellen hidastua ja tasaantua. Kahdenkymmenen vuoden simuloinnin perusteella mob-laidunnus lisää maahan sitoutuvan hiilen määrää 822 kg hiilidioksidiekvivalenttia (CO₂-ekv) per hehtaari per vuosi tavanomaiseen laidunnukseen verrattuna. Yasso-malli huomioi maan orgaanisen aineen määrää vain lähtöpisteen määrittämisessä, minkä vuoksi malli yliarvioi maan hiilensidontakyvyn multavilla mailla. Mob-laidunkoe toteutettiin multavalla maalla, joten todellinen hiilensidonta jää oletettavasti mallinnusta alhaisemmaksi.



KUVA 13. Maan hiilivaraston muutos Yasso-mallilla mallinnettuna (Rimhanen, 2023b)

Mob-laidunnus lisää tavalliseen laidunnukseen verrattuna hiilisyötettä ja teoreettisesti mob-laidunnus on potentiaalinen maan hiilensidontaa kasvattava laidunstrategia. Kaikissa tilanteissa hiilisyöte ei kuitenkaan lisää maan orgaanisen aineen hiiltä, vaikka teoriassa niin voisi luulla. Mitä enemmän maaperässä on jo valmiiksi hiiltä, sitä vaikeampi maaperän hiiltä on nostaa erilaisilla toimenpiteillä. Erilaisilla toimenpiteillä voidaan kuitenkin hillitä maan hiilivarastojen vähenemistä, jos maassa on jo valmiiksi runsaasti hiiltä. Eli, vaikka toimenpide ei lisäisi maan hiilivarastoa niin se voi silti hillitä hiilivarastojen vähenemistä. Kokeen loputtua laidunalueelta ei otettu maanäytteitä ja siten mahdollisesti tapahtunutta hiilivarastojen muutosta ei ole mitattu. Hiilivarastojen muutos on niin pientä, ettei se olisi näkynyt tuloksissa näin lyhyellä aikavälillä.

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli tutkia hiehojen mob-laidunnuksen soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin. Mob-laidunnus ei sovellu Suomen olosuhteisiin sellaisenaan vaan sitä pitäisi soveltaa tavanomaisen laiduntamisen kanssa yhdistelmänä. Syynä tähän on, että periaatteessa oikeaoppinen mob-laidunnus pitäisi toteuttaa kiinteällä pinta-alalla, mutta Suomessa nurmen kasvurytmin ja kasvukauden pituuden takia se ei ole mahdollista. Oikeastaan mitään laidunstrategioita ei voida toteuttaa hyvin hoidetuna kiinteällä laidunalalla puhtaasti laiduntamalla, koska yleensä joltakin laidunalueelta tehdään myös säilörehua.

Laidunstrategia muodostuu hyvin tilakohtaisesti erilaisista tarpeista, lähtökohdista ja siitä mitä halutaan tavoitella. Vaikka mob-laidunnuksessa päiväkohtainen laidunala eläintä kohti on tavallista laidunnusta pienempi, on laidunpinta-alan tarve laidunkautta kohden suurempi. Mob-laidunnus on hyvä strategia silloin, jos laitumeksi käytettävää pinta-alaa on kasvukautta kohti enemmän verrattuna tavalliseen laidunnukseen. Mob-laidunnuksessa pitää kuitenkin ottaa huomioon joitakin tavallisesta laidunnuksesta poikkeavia asioita kuten kaistojen eri rytmissä tapahtuva lannoitus, kasvinsuojelu ja väliaitojen siirtely.

Mob-laidunnuksessa kasvinsuojelu on haastavampaa kuin tavallisessa laidunnuksessa, osittain sen takia, koska mob-laidunnuksessa ei tehdä rikkakasveja torjuvia puhdistusniittoja. Kesken kasvukautta tehdyissä ruiskutuksissa pitää muistaa myös kasvinsuojeluaineiden varoajat, joita voi olla haastavaa yhdistää mob-laidunnukseen. Kasvinsuojelu pitäisi tehdä joko ennen laidunkautta tai sen jälkeen.

Laidunnurmen päivittäinen syöntimäärä hiehoa kohti kasvoi syksyä kohti, mikä oli odotettavissa, koska kesän aikana hiehojen energiantarve on muuttunut niiden kasvaessa. Laidunnurmen rehuarvot olivat hyviä ja hiehot saivat tarpeeksi energiaa. Vaikka elopainovaa'an loppukesän tulokset osoittautuivatkin virheellisiksi, laskennallisesti kokeessa onnistuttiin hyvin päiväkasvutavoitteissa ja laitumen hyväksikäytössä. Myös laidunalueen lannoittamisessa onnistuttiin vuotta 2022 paremmin.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on raportoitu, ettei mob-laidunnus sopisi lypsylehmille niin hyvin kuin esimerkiksi hiehoille. Tämän kokeen perusteella voidaan todeta, että etenkin osa-aikalaidunnuksessa mob-laiduntaminen sopi lypsylehmille varsin hyvin. Tätä teoriaa tukee tämän kokeen kasvustonäytteiden tulokset, missä on eritelty koko kasvi ja mob-laidunnuksessa syötävä osuus. Tuloksista näkee, että mob-laidunnuksessa syötävä osuus on huomattavasti koko kasvia parempi. Tällöin lypsylehmät saisivat nurmesta niin sanotusti parhaat palat, missä on korkea sulavuus, matala kuitu ja enemmän raakavalkuaista.

Mob-laidunnus perustuu hiiliviljelyyn, mutta sen hiilensidonta on jäänyt aiemmissa tutkimuksissa oletettua alhaisemmaksi. Siitä huolimatta mob-laidunnuksessa hiilisyöte on potentiaalisesti maaperän hiilivarastoja kasvattavaa tai sitä ylläpitävää syötettä. Mob-laidunnuksella on potentiaalia hidastaa maaperän hiilivarastojen vähenemistä. Tämän perusteella mob-laidunnusta voidaan suositella hiiliviljelytoimenpiteenä.

9 POHDINTA

Ilmaston lämpenemisen myötä mob-laidunnus on ajankohtainen ja tärkeä aihe etenkin hiilensidonnan kannalta. Viimevuosina tuotantokustannusten noustua jyrkästi viljelijät ovat yhä enemmän kiinnostuneempia peltojensa kasvukunnosta ja maan orgaanisen aineksen lisäämisestä. Tämän vuoksi siihen kannattaakin etsiä erilaisia vaihtoehtoja, ratkaisuja ja toimenpiteitä.

Kokeen aikana havainnoitiin myös käytännön asioita mob-laiduntamisesta. Isoimpina haasteina kokeen aikana koettiin laitumen hoitamiseen kuluva aika ja eläinten karkailu. Toisaalta koetoiminta poikkeaa laidunkoeasetelman takia tavallisen viljelijän laiduntamisesta. Laidunkokeessa tarvitaan tarkat tulokset, minkä vuoksi aitojen tekemiseen ja nurmimassan määrittämiseen kului oletettavasti enemmän aikaa kuin viljelijällä kului. Viljelijän ei kannata alkaa laskemaan yhtä tarkasti laidunkais-tojen kokoja tai nurmimassan määriä. Eläinten punnitseminenkaan ei ole tilatasolla välttämättä edes mahdollista ja käytännössä hiehojen kasvuja ja syöntejä arvioidaan lähinnä kuntoluokan ja pötsin täyteisyyden perusteella.

Tilatasolla pitää huomioida myös, että eläinten hyvinvointikorvauksen 90 vuorokauden laidunnustoimenpiteen ehdot täytyvät. Oikeaoppisesti suoritettuna mob-laidunnuksen laidunkausi jää tavallista laidunnusta lyhyemmäksi. Tämän takia mob-laidunnusta ei voida toteuttaa pelkästään kiinteällä pinta-alalla koko kasvukautta, jotta eläinten hyvinvointikorvauksen sitoumusehdot täytyvät. Ehdon täyttymiseksi loppukesällä tarvitaan tavallista laidunalaa mob-laidunalan lisäksi.

Mob-laidunnuksen toteutus on normaalia laidunnusta intensiivisempää kestäen koko laidunkauden ajan. Oikeaoppisessa mob-laidunnuksessa työläintä on väliaitojen tekeminen, koska laidunkierrojen välillä laidunkaistojen koot vaihtelevat nurmimassan takia. Vaihtelevan nurmimassan takia kaistat pitää tehdä uudelleen joka kierrolla. Laitumen perustaminen itsessään ei juurikaan eroa normaali-laidunnuksesta, mutta lannoitus kannattaa hoitaa hieman eri tavalla kuin tavallisessa laidunnuksessa. Tyypillisesti tavallisessa laidunnuksessa kevätlannoitus tehdään koko laidunalueelle kerralla, mutta joltakin laidunalueelta saatetaankin tehdä esimerkiksi ensimmäinen säilörehu. Mob-laidunalu-eelta säilörehun tekeminen kumooa mob-laidunnuksen pääidean jättää peltoon pidempi sänkimassa hiilisyötteenä. Tämän takia mob-laidunnuksessa kasvukauden myöhemmät lannoitukset tulisi hoitaa muutamalle kaistalle kerrallaan, eli koko laidunalueelle tulisi varsin monta ajokertaa.

Hiilensidonnan varmistamiseksi mob-laiduntutkimuksia tarvitaan jatkossa lisää, sillä hiilenkierto maaperässä ei ole niin yksiselitteinen ja hiilivaraston muutoksia ei voida nähdä lyhyellä aikavälillä. Tämän lisäksi ulkomaalaiset mob-tutkimukset eivät ole verrattavissa Suomen mob-laidunkokeisiin, minkä takia juuri suomalaisia tutkimuksia tarvittaisiin lisää. Jatkossa mob-laidunnusta voisi tutkia myös lypsylehmillä, koska tämän kokeen tulosten perusteella se voisi olla niille varsin potentiaalinen vaihtoehto.

Opinnäytetyön aikana syvensin ammatillista osaamistani etenkin mob-laiduntamiseen, mutta myös muihin laidunstrategioihin. Haastavinta opinnäytetyössä oli tulosten tarkastelu, koska laidunkokeiden koeasetelma poikkeaa nurmi- ja ruokintatutkimusten koeasetelmista. Haastetta lisäsi se, että vuosien 2022 ja 2023 koeasetelmat eivät olleet suoraan verrannolliset. Tämän takia näitä kahta vuotta ei voitu tarkastella rinnakkain, joka oli alkuperäinen suunnitelma. Tässä kokeessa eläinten elopainot

olivat suuressa roolissa, minkä vuoksi rikkoutunut elopainovaaka oli todella harmillinen asia laidunkokeen kannalta. Kokeen tuloksissa erityisen mielenkiintoista oli kasvien yläosan ja koko kasvien analyysitulokset ja niiden vertailu. Tällä tavoin pystyi oikeasti näkemään sen, millaista laidunnurmea hiehot olivat saaneet.

LÄHTEET

- Artjoki, Anu 2021. Yhteyttäminen on hiiliviljelyn perusta. Verkkojulkaisu. <https://www.maitojame.fi/artikkelit/yhteyttaminen-on-hiiliviljelyn-perusta/>. Viitattu 27.3.2024.
- Atria tuottajat 2022. Tehokas laidunkierto kaksinkertaistaa laitumien satotasot. Pdf-tiedosto. https://www.atriatuottajat.fi/globalassets/alkutuotanto/ajankohtaista/nauta/laidunoppaat/atriatuottajat_laidunopas_emolehma-_ja_maitotiloille_b5_2022_100322_final.pdf. Viitattu 20.8.2023.
- Billman, Eric, Williamson, Jessica, Soder, Kathy, Andreen, Danielle & Skinner, Howard 2020. Mob and rotational grazing influence pasture biomass, nutritive value, and species composition. *Agronomy Journal* 112 (4), 2866-2878. <https://doi.org/10.1002/agj2.20215>. Viitattu 19.2.2024.
- Dignac, Marie-France, Derrien, Delphine, Barré, Pierre, Barot, Sébastien, Cécillon, Lauric, Chenu, Claire, Chevallier, Tiphaine, Freschet, Grégoire, Garnier, Patricia, Guenet, Bertrand, Hedde, Mickaël, Klumpp, Katja, Lashermes, Gwenaëlle, Maron, Pierre-Alain, Nunan, Naoise, Roumet, Catherine & Basile-Doelsch, Isabelle 2017. Increasing soil carbon storage: mechanisms, effects of agricultural practices and proxies. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 37 (14). DOI:10.1007/s13593-017-0421-2. Viitattu 26.3.2024.
- Direktiivi 98/58/EY. Neuvoston direktiivi tuotantoeläinten suojelusta. Otantaan perustuvat eläinsuojelutarkastukset ja täydentävien ehtojen eläinten hyvinvointivalvonta. <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/elaintenpito/elainten-hyvinvointi/taydentavien-ehtojen-ja-otantaelain-suojeluvalvonnan-ohje-2019-lopullinen.pdf>. Viitattu 24.2.2024.
- Ellä, Anu & Mäkilä, Riikka 2020. Nurmiopas. ProAgria Länsi-Suomi. ProAgria hankejulkaisut 10. <https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/nurmiopas2020-web.pdf>. Viitattu 18.1.2023.
- Joonas, Juuso & Mattila, Tuomas 2020. Viljelymenetelmien vaikutus hiilivaraston muutokseen. Teoksessa Jussi Heinonsalo (toim.) Hiiliopas – katsaus maaperän hiileen ja hiiliviljelyn perusteisiin. Kaarina: Paino-Kaarina, 30–33.
- Jämsä, Titta 2022. Carbo: Hiilineutraali nautaketju. Pdf-tiedosto. Julkaistu 1.11.2022. https://www.proagria.fi/uploads/AtrianHiilineutraali-naudanlihaketju_Titta-Jamsa.pdf. Viitattu 23.2.2024.
- Kanerva, Sanna 2020. Maan hiili ja vaikutukset maaperään. Teoksessa Jussi Heinonsalo (toim.) Hiiliopas – katsaus maaperän hiileen ja hiiliviljelyn perusteisiin. Kaarina: Paino-Kaarina, 8.
- Kivisaari, Hannu 2017. Nurmisadon mittausmenetelmät. Pdf-tiedosto. Julkaistu 6.2.2017. https://www.proagria.fi/uploads/nurmisadon_mittausmenetelmatwebx_10_hannu_k_06.02.2017.pdf. Viitattu 18.1.2023.
- Korhonen, Panu & Virkajärvi, Perttu 2019. Ilmastoviisas maatilayritys. Tieto tuottamaan 145. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.
- Korhonen, Panu 2022. Mob-laidunnuskoe ja sen kaistat Luke Maaningalla kesällä. Valokuva, 6.8.2022. Maaninka: Luonnonvarakeskuksen kokoelmat.
- Kuoppala, Kaisa, Vattulainen, Jenni, Perttilä, Sini, Saastamoinen, Markku & Rinne, Marketta 2024. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset: Märehtijät, siat, siipikarja, hevoset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 17/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/554723/luke-luobio_17_2024.pdf?sequence=4&isAllowed=y. Viitattu 22.1.2024.
- Kykkänen, Sanna, Korhonen, Panu, Mustonen, Arja & Virkajärvi, Perttu. Julkaisuaika tuntematon. Hiiliviljelyopas nurmille. Käsikirjoitus. Maaninka: Luonnonvarakeskuksen kokoelmat.
- Kykkänen, Sanna 2024. Tutkija, väitöskirjatutkija. Luonnonvarakeskus. Haastattelu 25.3.2024.

- Laulajainen, Jaana 2019. Rotaatiolaidunnus. Teoksessa *Opas rotaatiolaidunnukseen*. Verkkokirja. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/267215/Rotaatiolaidunnusopas.pdf?sequence=3&isAllowed=.> Viitattu 20.8.2023.
- Lemettinen, Jyri-Pekka, Virkajärvi, Perttu, Pakarinen, Kirsi, Hyrkäs, Maarit & Manninen, Outi 2012. 5. Ominaisuuksien ja perimän yhteys. Teoksessa *Hyrkäs Maarit & Virkajärvi Perttu (toim.) MTT Raportti 56. Nurmen kasvu- ja kehitysprosessit*. Jokioinen: MTT, 73–97.
- Louhisuo, Arja 2024. Tutkija, väitöskirjatutkija. Luonnonvarakeskus. Haastattelu 18.3.2024.
- Luonnonvarakeskus 2024. *Kestävyyttä nurmesta -hanke-esittely*. <https://www.luke.fi/fi/projektit/kestavytta-nurmesta>. Viitattu 27.3.2024.
- Mattila, Tuomas & Saarinen, Pyry 2020. *Laidunnusopas Hiiltä maksimaalisesti sitova laidunnus – löydä lohkojesi hiilensidontapotentiaali*. Verkkokirja. https://www.carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/12/Laidunnusopas_VALMIS.pdf. Viitattu 12.1.2024.
- McCartney, D.H. & Bittman, S. 1994. Persistence of cool-season grasses under grazing using the mob-grazing technique. *Canadian Journal of Plant Science* 74 (4). <https://doi.org/10.4141/cjps94-129>. Viitattu 19.2.2024.
- Mäkinen, Irene & Karlström, Tiina 2012. *Vasikasta huippulypsylehmäksi*. Tieto Tuottamaan 137. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.
- Niskanen, Markku & Niemeläinen, Oiva 2010. *Nurmirehujen tuotanto ja käyttö*. Tieto tuottamaan 132. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.
- Niskanen, Markku & Nykänen, Arja 2010. *Nurmirehujen tuotanto ja käyttö*. Tieto tuottamaan 132. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.
- Nousiainen, Juha, Niskanen, Heikki, Kainulainen, Pertti & Toivakka, Minna 2010. *Nurmirehujen tuotanto ja käyttö*. Tieto tuottamaan 132. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.
- Palmio, Annu 2022a. *Kaista tallautuneena voimakkaan sateen jälkeen*. Valokuva, 20.6.2022. Maaninka: Luonnonvarakeskuksen kokoelmat.
- Palmio, Annu 2022b. *Liian pitkä kasvusto ensimmäisen laidunkierroksen lopussa*. Valokuva, 15.7.2022. Maaninka: Luonnonvarakeskuksen kokoelmat.
- Palmio, Annu 2023a. *Aukkoinen nurmi*. Valokuva, 29.5.2023. Maaninka: Luonnonvarakeskuksen kokoelmat.
- Palmio, Annu 2023b. *Laidun ennen rikkakasvitorjuntaa*. Valokuva, 29.5.2023. Maaninka: Luonnonvarakeskuksen kokoelmat.
- Palmio, Annu 2024. *Asiantuntija*. Luonnonvarakeskus. Haastattelu 25.3.2024.
- Palmio, Annu 2024. *Laidunnurmen massan määrä*. Valokuva, 1.4.2024. Maaninka: Luonnonvarakeskuksen kokoelmat.
- Pausch, Johanna & Kuzyakov, Yakov 2017. Carbon input by roots into the soil: Quantification of rhizodeposition from root to ecosystem scale. *Global Change Biology* 24 (1), 1–12 DOI: 10.1111/gcb.13850. Viitattu 26.3.2024.
- Paustian, Keith, Larson, Eric, Kent, Jeffrey, Marx, Ernie & Swan, Amy 2019. *Soil C Sequestration as a Biological Negative Emission Strategy*. Review. *Frontiers in Climate* 1 (B), 1–11. DOI:10.3389/fclim.2019.00008. Viitattu 19.1.2024.

- Peltonen, Sari 2019. Ilmastoviisas maatilayritys. Tieto tuottamaan 145. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.
- Pietola, Liisa 2019. Ilmastoviisas maatilayritys. Tieto tuottamaan 145. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.
- Puurunen, Tapani 2002. Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Helsinki: ProAgria Maaseutokeskusten Liitto.
- Puurunen, Tapani & Virkajärvi, Perttu 2002. Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Helsinki: ProAgria Maaseutokeskusten Liitto.
- Puurunen, Tapani & Virkajärvi, Perttu 2010. Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.
- Puurunen, Tapani, Virkajärvi, Perttu & Nykänen, Arja 2010. Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.
- Rimhanen, Karoliina 2023a. Hiilisyötteet mob- ja tavanomaisella laitumella Yasso-mallilla mallinnettuna. Juurimassojen mahdollisia eroja ei ole huomioitu. Valokuva, kuvauspäivä tuntematon. Maaninka: Luonnonvarakeskuksen kokoelmat.
- Rimhanen, Karoliina 2023b. Luonnonvarakeskus. Maan hiilivaraston muutos Yasso-mallilla mallinnettuna. Valokuva, kuvauspäivä tuntematon. Maaninka: Luonnonvarakeskuksen kokoelmat.
- Roberts, Aradhana & Johnson, Nancy 2021. Effects of Mob-Grazing on Soil and Range Quality Vary with Plant Species and Season in a Semiarid Grassland. *Rangeland Ecology & Management* 79, 139–149 <https://doi.org/10.1016/j.rama.2021.04.008>. Viitattu 24.2.2024.
- Roivainen, Juliana 2020. Voikukat vievät tehokkaasti tilaa viljelykasveilta. Valokuva, kuvauspäivä tuntematon. Pielavesi: Juliana Roivaisen kokoelmat.
- Roivainen, Juliana 2024. Hiilenkierto laidunnuksessa. Valokuva, kuvauspäivä tuntematon. Pielavesi. Juliana Roivaisen kokoelmat.
- Ruokavirasto 2024. Nautojen ehdot (eläinten hyvinvointikorvauksen sitomusehdot 2024). <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/elaintuet/elainten-hyvinvointikorvaus/ehk-naudat/EHK-naudat-2024/>. Viitattu 1.4.2024.
- Sairanen, Auvo & Virkajärvi, Perttu 2002. Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Helsinki: ProAgria Maaseutokeskusten Liitto.
- Sairanen, Auvo, Hakosalo, Jenni, Khalili, Hannele & Virkajärvi, Perttu 2006. Julkaistu 31.1.2006. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro21. 1–6. file:///C:/Users/03080542/Downloads/76118-Artikkelin%20teksti-105453-1-10-20181028.pdf. Viitattu 23.2.2024.
- Sairanen, Auvo 2010. Lypsylehmän ruokinta. Tieto tuottamaan 133. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.
- Sairanen, Auvo 2024. Erikoistutkija. Luonnonvarakeskus. Haastattelu 8.3.2024.
- Savory, Allan & Butterfield, Jody 1999. Holistic Management: A new framework for decision making. Verkkokirja. Time: When to Expose and Reexpose Plants and Soils to Animals. 378–395. https://library.uniteddiversity.coop/Decision_Making_and_Democracy/Holistic_Management.pdf. Viitattu 3.2.2024.

Suhui, Ma, Heng, He, Di, Tian, Dongting, Zou, Zhengbing, Yan, Yulong, Yang, Tiancheng, Zhou, Kaiyue, Huang, Haihua, Shen & Jingyun, Fang 2018. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2.2.2018. Corpenicus Publications on behalf of the European Geosciences Union 15, 693-702. <https://doi.org/10.5194/bg-15-693-2018>. Viitattu 26.3.2024.

Tracy, Benjamin & Bauer, Robert 2019. Evaluating mob stocking for beef cattle in a temperate grassland. Julkaistu 12.12.2019. Plos One 14 (12), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226360>. Viitattu: 23.2.2024.

Vilkka, Hanna 2007. Tutki ja mittaa – määrällisen tutkimuksen perusteet. Pdf-tiedosto. https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/98723/Tutki-ja-mittaa_2007.pdf. Viitattu: 8.3.2024.

Virkajärvi, Perttu & Nissinen, Oiva 2002. Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Helsinki: ProAgria Maaseutukeskusten Liitto.

Virkajärvi, Perttu, Sairanen, Auvo, Kerkola, Yrjö, Turtola, Ari & Partanen, Hannele 2002, Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Helsinki: ProAgria Maaseutukeskusten Liitto.

Virkajärvi, Perttu & Puurunen, Tapani 2002. Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Helsinki: ProAgria Maaseutukeskusten Liitto.

Virkajärvi, Perttu & Sairanen, Auvo 2002. Laiduntaminen kannattaa. Tieto tuottamaan 99. Helsinki: ProAgria Maaseutukeskusten Liitto.

Virkajärvi, Perttu & Pakarinen, Kirsi 2010. Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.

Virkajärvi, Perttu, Saarijärvi, Kirsi & Nykänen, Arja 2010. Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. Helsinki: ProAgria Maaseutukeskusten Liitto.

Virkajärvi, Perttu, Hyrkäs, Maarit, Pakarinen, Kirsi & Rinne, Marketta 2012. Nurmen kasvu- ja kehitysprosessit. Teoksessa Hyrkäs Maarit & Virkajärvi Perttu (toim.) MTT Raportti 56. Nurmen kasvu- ja kehitysprosessit. Jokioinen: MTT, 22–46.

Virkajärvi, Perttu, Pakarinen, Kirsi, Hyrkäs, Maarit, Lemettinen, Jyri-Pekka, Rinne, Marketta, Manninen, Outi & Seppänen, Mervi 2012. Nurmen kasvu- ja kehitysprosessit. Teoksessa Hyrkäs Maarit & Virkajärvi Perttu (toim.) MTT Raportti 56. Nurmen kasvu- ja kehitysprosessit. Jokioinen: MTT, 4–9.

Virkajärvi, Perttu 2024. Johtava tutkija. Luonnonvarakeskus. Haastattelu 19.3.2024.

Yara julkaisuaika tuntematon. Viljelykasvit sitovat hiiltä. Verkkojulkaisu. <https://www.yara.fi/tietoa-yarasta/vastuullisuus/ymparisto/kestava-maatalous/hiilensidonta/>. Viitattu 18.3.2024.

Yli-Halla, Markku 2009. Ravinteet kasvintuotannossa. Tieto tuottamaan 127. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto.

Zaralis, Konstantinos 2015. SOLID participatory research from UK: Mob Grazing for Dairy Farm Productivity. https://www.solidairy.eu/wp-content/uploads/Final_Report_UK_Mob_Grazing.pdf. Viitattu 19.2.2024