

# TILANNETAJUINEN LAIDUNNUS

Suunnittelu, toteutus, seuranta ja kehittäminen



Agrologin Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinot, Mustiala

Kevät 2022

Pyry Sammalistonaho

Maaseutuelinkeinot

Tiivistelmä

Mustiala

---

Tekijä	Pyry Sarmalistonaho	Vuosi 2022
Työn nimi	Tilannetajuinen laidunnus - suunnittelu, toteutus, seuranta ja kehittäminen	
Ohjaaja	Jari Heikonen	

---

## TIIVISTELMÄ

Laidunnukseen perustuva karjatalous on merkittävä elinkeino ja sillä on runsaasti kehityspotentiaalia. Se voi parhaimmillaan olla edullinen ja ympäristöystävällinen lihantuotantotapa. Laidunnuksen toteuttamiseen liittyy useita monimutkaisia ja haastavia vuorovaikutussuhteita. Haasteiden vuoksi perinteisten laiduneläinten laidunnus on hyvin rajoitettua. Huonosti toteutettu laidunnus voi olla kallista ja siitä voi aiheutua monenlaisia ympäristöongelmia. Hyvälle laidunnukselle on edelleen tarvetta.

Tilannetajuisessa laidunnuksessa ylläpidetään jatkuvasti kattavaa tilannekuvaa ja mukautetaan laidunnusta tavoitteellisesti tilanteen mukaan. Tilannetajuinen laidunnus auttaa hallitsemaan laidunnuksen kokonaisuutta haastavissakin olosuhteissa. Tilannetajuisen laidunnuksen toteuttaminen vaatii osaamista ja tietoa. Tähän opinnäytetyöhön on koostettu tietoa tilannetajuisesta laidunnuksesta ja kokonaisuuden ymmärtämiseksi tarvittavia perustietoja laidunecosysteemistä. Opinnäytetyössä on myös kuvattu laidunnuksen suunnittelua, toteutusta ja seuranta Qvidjan tilalla Paraisilla laidunkaudella 2021, sekä pohdittu kehityskohteita Qvidjan tilalle ja yleisesti.

Myös tilannetajuinen laidunnus on haastavaa, mutta se voi parantaa ympäristön tilaa, laidunnuksen kannattavuutta ja lisätä laidunnuksen mielekkyyttä. Tilannetajuisen laidunnuksen etu on valmiit toimintamallit, ja kokonaisvaltainen lähestymistapa.

Avainsanat Laiduntaminen, tilannekuva, kokonaisvaltaisuus, monimuotoisuus, eläinten hyvinvointi

Sivut 52 sivua ja liite yksi sivu

---

Author	Pyry Sammalistonaho	Year 2022
Subject	Adaptive grazing - planning, implementing, observing and improving	
Supervisor	Jari Heikkonen	

---

## ABSTRACT

Grazing-based animal husbandry is a major livelihood, and it has lot of development potential. At best it could be a profitable and environmentally friendly form of meat production. Grazing has many complex and challenging interactive relationships. Those challenges cause traditional grazers grazing to be very limited today. Badly done grazing can be expensive and it can cause many kinds of environmental problems. Thus, good grazing is still needed.

In adaptive grazing one constantly upkeeps active situational overview and adapts grazing purposefully in each unique situation. Adaptive grazing helps manage the whole of grazing even in challenging conditions. Doing adaptive grazing requires skills and knowledge. This thesis compiles information about adaptive grazing and basic knowledge about grazing ecosystem required to understand the whole. The thesis also illustrates grazing planning, implementation and observation of Qvidja farm in Parainen on the grazing season 2021. It also discusses development areas generally and for Qvidja farm.

Adaptive grazing is challenging as well, but it can improve the state of environment, grazing profitability and increase meaningfulness of grazing. Ready to use action models and holistic approach are the main advantage to adaptive grazing.

Keywords    Grazing, situational awareness, holism, diversity, animal welfare

Pages        52 pages and appendices one page

## Sisälllys

1	Johdanto .....	5
2	Tilannetajuisen laidunnuksen teoriaa .....	6
2.1	Mitä on tilannetajuinen laidunnus.....	6
2.2	Kasvit laitumella .....	6
2.2.1	Kasvien kasvu .....	6
2.2.2	Kasvien stressitekijät ja palautuminen.....	10
2.3	Maaperä.....	13
2.4	Hiilensidonta .....	15
2.5	Eläinten tarpeet ja laidunnuskäyttäytyminen.....	18
2.6	Monimuotoisuus .....	24
2.7	Tilannetajuisen laidunnuksen tausta .....	28
3	Laidunnuksen suunnittelu .....	30
3.1	Tilannetajuisen laidunnuksen suunnittelu yleisesti .....	30
3.1.1	Kokonaisvaltainen tilannekuva .....	30
3.1.2	Laidunnussuunnitelman pohjatiedot .....	31
3.1.3	Palautuminen ja laidunkierto.....	32
3.1.4	Laiduninfra .....	34
3.1.5	Laidunnussuunnitelman koostaminen .....	36
3.2	Laidunnus Qvidjan kartanotilalla .....	37
3.2.1	Laidunnuksen suunnitteluprosessin kuvaus .....	38
3.2.2	Ympäristöseikkojen huomioiminen .....	40
3.2.3	Eläinten hyvinvointi.....	41
3.2.4	Talousvaikutukset.....	42
3.2.5	Laidunnuksen käytännön toteutus .....	42
3.2.6	Seuranta .....	45
4	Laidunnuksen kehityspohdintaa.....	48
4.1	Yleisesti.....	48
4.2	Kehitysehdotuksia Qvidjaan.....	50
5	Yhteenvedo .....	51
	Lähteet.....	53

## Kuvat ja taulukot

Kuva 1. ”Nurmikasvien kasvua voidaan hahmottaa S-käyrän avulla (Birch, 1999). Yhtenäinen viiva on kokonaiskasvibiomassa, katkoviiva on hetkellinen kasvunopeus. Tilanteessa A kasvibiomassaa on vähän (esimerkiksi voimakkaan laidunnuksen jälkeen) ja kasvu on alle puolet verrattuna tilanteeseen B, jossa kasvibiomassan määrä on suurempi” (Mattila ym., 2020) .....	8
Kuva 2: Monimuotoinen laidunkasvusto Qvidjassa 2021, kuvassa ainakin timotei, englanninraiheinä, koiranheinä, sinimailanen, rehumailanen, sikuri ja saunakukka. Laidunseoksessa yli 20 lajia tai lajiketta. Taustalla mäntymetsän ja pellon reunavyöhykkeellä koivuja, raitoja, pajuja. ....	27
Kuva 3: Hopeapaju istutettuna laidunaitojen väliin Qvidjassa 2021 .....	41
Kuva 4: Kasvustonäytteiden vertailua, vasemmalla puhdistusniittämätön ja oikealla puhdistusniitetty kasvusto. Reunoilla korsiintuneet heinät ja keskellä lehtevämmät ruohot. ....	46
Kuva 5: Hevoslaitumen puhdistusniitto oikealla puolella kuvaa, etualalla on saavutettu riittävä laidunnuksivaikutus ja puhdistusniitto on tarpeeton toisin kuin taaempana. ....	47
Taulukko 1: Laidunnussuunnitelma Excel, esimerkisivu .....	36
Taulukko 2: Qvidjan emolehmien laidunnussuunnitelma 2021 .....	39

## Liitteet

Liite 1	Grazing Plan & Control Chart
---------	------------------------------

## 1 Johdanto

Laiduntavien eläinten metsästyksestä vähitellen järjestelmälliseksi kehittynyt karjanhoito on yksi vanhimmista ihmisen maankäytön muodoista. Karjanhoito on mahdollistanut helpomman ja yleensä myös tehokkaamman eläintuotteiden tuotannon ja hyödyntämisen. Laidunnukseen perustuva karjanhoito on maailmalla yhä merkittävä elinkeino, ja proteiinin lähde erityisesti kuivemmillä ja köyhemmillä alueilla. Suomessa vahvimmin yhä laidunnukseen perustuva elinkeino on poronhoito Lapissa. Laidunnus on jäänyt monilla tiloilla pois erilaisista syistä ja iso osa tiloista on lopettanut eläintenpidon kokonaan. Laidunnus on siis vähentynyt merkittävästi, vaikka sille on jatkuva tarve.

Laidunnukseen liittyy paljon monimutkaisia ympäristötekijöitä ja kasvavan väestön tarpeiden täyttämisen ja perinteisen yhteisöllisen laidunnuksen rinnalle kehittynyt laidunmaan ja eläinten yksityisomistus on asettanut laidunnukselle alati kasvavia vaatimuksia. Laidunnustapojen vaikutuksia ympäristöön on tutkittu pitkään ja pyritty kehittämään laidunnusta tehokkaammaksi. Laidunnuksen tehostamisen seurauksena on kehittynyt monia tapoja toteuttaa ja suunnitella laidunnusta.

Laidunnussuunnitelman tavoitteena on tukea laidunkaudella tehtäviä laiduntamiseen liittyviä päätöksiä. Suunnitelman laatiminen auttaa ennakoimaan kasvukauden aikana tulevia muutoksia ja niiden vaikutuksia tilan ja ympäristön toimintaan. Suomenkielistä laidunnuksen suunnittelun materiaalia on melko kapea-alaisesti saatavilla ja kielikynnys saattaa hidastaa laidunnuksen suunnittelun kehitystä Suomessa. Tämä opinnäytetyö on kirjoitettu täydentämään vuonna 2020 opinnäytetyön tekijän yhdessä Tuomas Mattilan kanssa kirjoittamaa Laidunnusopasta (Mattila ja Saarinen, 2020). Osana opinnäytetyötä laadittiin laidunnussuunnitelma Qvidjan kartanotilalle Paraisille.

Opinnäytetyöhön on kerätty tilannetajuisen laidunnuksen ymmärtämisen ja suunnittelun kannalta oleellisia tietoja painottuen erityisesti laidunkasvien palautumiseen. Qvidjan tilan monimuotoinen toimintaympäristö ja korkealle asetetut tavoitteet loivat hyvän pohjan

laidunnusinnovaatioiden kehittämiseen. Tilannetajuisen laidunnuksen suunnittelun keinoin pyritään tehostamaan tilan laidunnuksen positiivisia vaikutuksia tilalla ja tilan ympäristössä.

Tämä opinnäytetyö pyrkii kokoamaan tietoa laidunnuksen suunnittelun hyödyistä, haasteista ja perusteista. Aiheen laajuuden vuoksi sitä on mahdotonta kattaa kokonaan. Toivottavasti tämä työ toimii inspiraationa laidunnuksen suunnittelun kehittämiseksi ja syvällisempään aiheeseen tutustumiseen.

## **2 Tilannetajuisen laidunnuksen teoriaa**

### **2.1 Mitä on tilannetajuinen laidunnus**

Tilannetajuisessa laidunnuksessa otetaan huomioon kaikki käytännöllisesti mahdolliset laidunnukseen vaikuttavat tekijät. Laidunnuksen suunnittelun kannalta on oleellista tietää ja ymmärtää perusasiat laidunnuksen ympärillä.

### **2.2 Kasvit laitumella**

Laidun muodostuu maaperästä, kasveista, eläimistä, ilmastosta, mikrobeista ja monista muista pienistä, mutta välttämättömistä osista. Kasvit ovat oleellinen osa laidunta ja laidunnuksen suunnittelua. Kasvi on laitumen perustuotantoyksikkö ja yhdessä ne tuottavat eläimille niiden tarvitseman rehun. Laidunnettaessa eläimet syövät rehun kasvien kasvupaikalla ja yleensä kasveista pyritään hyödyntämään useita satoja vuodessa. Kasvien tuotannon ja palautumisen ymmärtäminen on laidunnuksen suunnittelussa tärkeää. (Mattila ym., 2020)

#### **2.2.1 Kasvien kasvu**

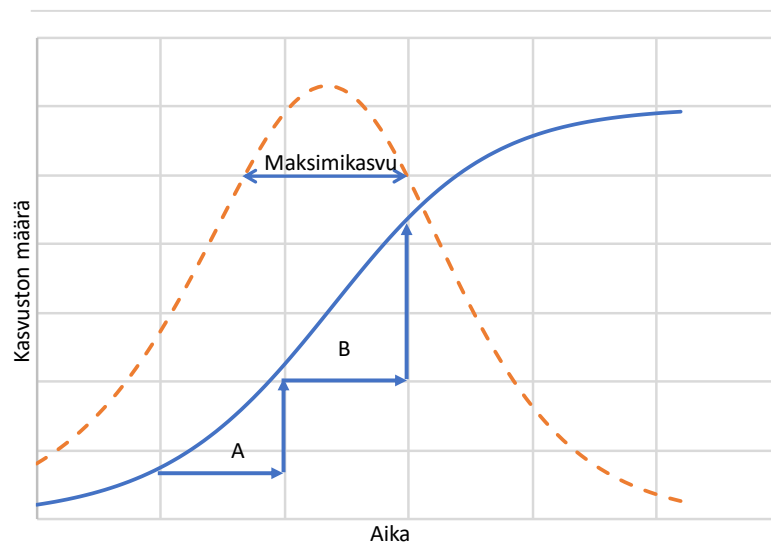
Kasvit muuntavat valoenergiaa käytettävään muotoon yhteyttämällä hiilidioksidia ja vettä hiilihydraateiksi. Valoisaan aikaan näitä yksinkertaisia hiilihydraatteja kertyy runsaasti kasvin voimakkaimmin yhteyttäviin yläosiin. Kasvi käyttää hiilihydraatteja ja niiden sisältämää energiaa kasvuunsa muun muassa muodostamalla niistä monimutkaisempia yhdisteitä. Osa yhdisteistä päättyy kasvin ympäristöön ylläpitäen monimutkaista riippuvuussuhteiden

verkostoa. On viitteitä aktiivisista ja passiivisista synergioista kasvin ja sitä ympäröivän mikro- ja makrobiomin välillä. Esimerkiksi keräsienet voivat muodostaa tiettyjen kasvisukujen kanssa sienijuuria, joissa sienirihmasto kasvaa osittain kasvisolukon sisällä ja niiden välillä tapahtuu symbioottista tai loisivaa aineenvaihduntaa. Hyvissä olosuhteissa kasvi hyötyy merkittävästi sienijuuren laajemmasta kattavuudesta ja erilaisista ominaisuuksista. Huonoissa olosuhteissa sieni ottaa joskus haluamansa resurssit väkisin, jolloin kasvi kärsii loisivasta sienestä. Kasvi on itsessään huono valikoimaan ravinteita ja se saa suuren osan ravinteista veden mukana siinä suhteessa missä niitä sattuu vedessä olemaan. Mikrobiyhteistyön avulla voi kuitenkin olla mahdollista vaikuttaa ravinteiden määräsuhteisiin ja saada ravinteita laajemmalta alueelta tehokkaasti. (Teague, ym., 2011)



Kasvi tarvitsee kasvaakseen ainakin 16 eri ravinnetta. Näistä vetyä, hiiltä ja happea se saa ilmastista. Muut ravinteet ja pääosan vedestä sen on saatava juurillaan maasta. Vesi toimii kasvissa vedyn ja hapen lähteenä fotosynteesissä, nestejännityksen ylläpitäjänä, kasvin lämmönsäätelyssä ja sen mukana kulkee pääosa kasvin ravinteista. Kasvi kasvaa logistisen kasvukäyrän mukaisesti eli kasvin biomassa kasvaa aluksi hitaasti. Yhteyttävän lehtialan ja juuriston pinta-alan kasvaessa kasvin kasvunopeus kiihtyy ja biomassaa kertyy nopeasti (Kuva1).

Kuva 1. ”Nurmikasvien kasvua voidaan hahmottaa S-käyrän avulla (Birch, 1999). Yhtenäinen viiva on kokonaiskasvubiomassa, katkoviiva on hetkellinen kasvunopeus. Tilanteessa A kasvubiomassaa on vähän (esimerkiksi voimakkaan laidunnuksen jälkeen) ja kasvu on alle puolet verrattuna tilanteeseen B, jossa kasvubiomassan määrä on suurempi” (Mattila ym., 2020)



Kasvin juuriston on kasvettava tasapainoisesti maanpäällisten osien kanssa kasvin ravinteiden ja veden tarpeen tyydyttämiseksi. Kasvi säätelee kasvuaan sen eri osien tuottamalla hormoneilla. Luonnollisesti myös käytettävissä olevat rakennusaineet ja energianlähteet vaikuttavat kasvuun. Kasvihormonit pyrkivät tasapainottamaan ja optimoimaan kasvua kasvin ja kasvipopulaation kehityksen kannalta suotuisimpaan suuntaan. Kasvihormonit ohjaavat kasvin kehitystä ja kasvin kehitys vaikuttaa hormonien tuotantoon yhdessä monien muiden tuotantoa säätelevien ärsykkeiden kanssa. Vegetatiivisessa vaiheessa kasvi pyrkii turvaamaan tulevan generatiivisen vaiheen energian ja ravinnon saannin kasvamalla kokoa kaikkiin suuntiin ja varastoimalla energiaa

varastosolukoihinsa. Suurin osa varastosolukoista sijaitsee kasvin juurissa ja tyvellä. (Mino, Shimada ja Yamamoto, 1978; Pakarinen, 2012; Miransari ja Smith, 2014)

Generatiivisessa vaiheessa kasvin kasvupiste tuottaa kukkavarren ja kukinnon. Kasvi kukkii ja hedelmöityessään tuottaa siemeniä tai itiöitä. Usein kukkimiseen liittyy elongatiivinen kasvuvaihe, jossa kasvi kasvattaa pitkän kukkavarren. Kukkiessaan kasvi erittää hormoneja edistämään lignifikaatiota kukkavarren painon kannattelemiseksi eli kasvin pehmeät ja hyvin sulavat solukot kovettuvat ja niiden sulavuus, eli laidunkasvuston rehuarvo, heikkenee. Joillain kasveilla generatiiviseen vaiheeseen siirtyminen vaatii riittävän pitkää kylmäjaksoa, kosteutta, kuivuutta, lämpöä, valoa tai päivän pituutta. Generatiiviseen vaiheeseen siirryttyään kasvi palaa vegetatiiviseen vaiheeseen vasta hormonituotannon heikentyessä tai yksivuotinen kasvi kuihtuu siemenen valmistuessa. (Miransari ym., 2014) Generatiivisen vaiheen päättyessä kasvin biomassassa voi alkaa jopa laskea kasvinosien kuihtuessa ja altistuessa hajottajille ja hapettumiselle.

Siemenen kehittyessä siihen varastoituu runsaasti energiaa ja itämiseen tarvittavat hormonit, entsyymit, proteiinit, geneettinen informaatio jne. Kasvit panostavat siemeniinsä valtavasti ja suojaavat ne hyvin. Kasveilla on erilaisia strategioita siementensä levittämiseksi. Usein siemenet leviävät tuulen tai muiden eliöiden välityksellä. Usein siemenillä on myös itämislepo, jonka purkautuminen vaatii siemenestä riippuen erilaisia ärsykejä. Joskus kasvit myös erittävät ympärilleen yhdisteitä, jotka estävät saman tai erilajisten kasvien siementen itämistä kasvuston tiheyden ja kilpailun säätelemiseksi. Siementen itäessä kasvi kasvaa geneettisen informaatiossa ohjamaana ympäristöolosuhteisiin sopeutuen. (Miransari ym., 2014)

Geneettiset ominaisuudet vaihtelevat lajin sisällä suuresti. Jalostuksella on pyritty valikoimaan toivottuja ominaisuuksia ja luotu samankaltaisista yksilöistä koostuvia populaatioita tai klooneja eli lajikkeita. Ympäristöolosuhteiden muutokset voivat johtaa kasvin geneettisen informaation muuttumiseen mutaatioiden ja epigeneettisten muutosten kautta. Epigeneettiset muutokset ovat geenien säätelymekanismi, joka ei vaikuta DNA:n emäsjärjestykseen. Epigeneettiset muutokset aktivoivat ja passivoivat kasvin geenejä nopeastikin muun muassa ympäristötekijöiden mukaan ja voivat olla myös periytyviä. Nopeat muutokset auttavat kasvia sopeutumaan monenlaisiin ympäristöihin, mutta

altistavat myös virheriskille. Pitkäikäisillä ja paljon geneettistä informaatiota välittävillä lajeilla aktiivisten geenien vaihtelu voi olla suurta. Kasvit voivat siis ”oppia” ja välittää ”opittua” tietoa jälkeläisilleen. Kasvit voivat myös kommunikoida toistensa ja ympäristönsä kanssa erilaisilla signaaleilla esimerkiksi mikrobien tai hormonien välityksellä. (Pikaard ja Mittelsten Scheid, 2014; Miransari ym., 2014)

### **2.2.2 Kasvien stressitekijät ja palautuminen**

Täydellisten ympäristöolosuhteiden muutokset ovat kasveille stressitekijöitä ja aiheuttavat kasvin toimintaan muutoksia. Kasvit ovat kuitenkin kehittyneet epätäydellisissä olosuhteissa ja sopeutuneet useisiin stressitekijöihin, eivätkä niiden aiheuttamat muutokset ole aina kasville haitallisia. Päinvastoin osa sopiviin aikoihin tulleista ärsykkeistä ovat välttämättömiä kasvin selviytymisen ja lisääntymisen kannalta, kuten edellä todettiin. Osa stressitekijöistä on kuitenkin kasville haitallisia ja liian voimakkaina voivat aiheuttaa kasvin kuoleman. Kasvi on kuollut, kun sen viimeisenkin solun aineenvaihdunta on peruuttamattomasti loppunut. Kasveilla on monesti hyvä palautumiskyky ja jotkin kasvit voivat lähteä uuteen kasvuun vain muutamistakin elävistä soluista, jos niillä on tarvittavat resurssit käytettävissään tai kasvisolujen aineenvaihdunnan palautuminen on mahdollista, kunhan oleelliset rakenteet ovat säilyneet. Kasvien kehitykseen kuuluu jatkuvaa kasvinosien kuihtumista, uusiutumista ja solukotyyppien muutoksia. (Manske, 2011; Ferraro ja Oesterheld, 2002)

Kasvinosien tuhoutuminen esimerkiksi niiton, laidunnuksen, vaikean talven tai tallauksen vaikutuksesta vaurioittaa myös elävään kasviin kiinni jääneitä solukkoja. Vauriokohdat vuotavat vettä, ravinteita, kaasuja, hajuja, makuja ja energiaa ulos ja päästävät sisään taudinaiheuttajia, säteilyä, monia haitallisia ja hyödyllisiä asioita. Vaurioituneiden solujen toiminta häiriintyy ja niissä saattaa alkaa muodostua haitta-aineita. Vaurioituneet solut tuottavat myös uusia hormoneja ja solukot siirtävät niitä yhdessä ravintoaineiden ja haitta-aineidenkin kanssa muualle kasviin. (Manske, 2011; Ferraro ym., 2002)

Kasville voi tulla myös sisäisiä vaurioita esimerkiksi veden tai ravinteiden puutteen tai solujakautumisen toimintahäiriön takia. Veden puutteessa kasvisolujen nestejäännitys laskee, ravinteiden liike pysähtyy, solun toiminnot häiriintyvät ja soluneste väkevoityy. Nestejäännityksen alentuessa riittävästi kasvi saattaa taittua peruuttamattomasti. Ravinteita

on maaperässä aina jonkin verran ja kasvi pyrkii siirtämään jo ottamiaan ravinteita kasvaviin solukoihin, mutta kaikki ravinteet eivät ole siirrettävissä kasvin sisällä ja ne voivat olla liian tiukasti sitoutuneina maamineraaleihin. Jonkin kasviravinteiden puuttuessa kasvi jatkaa yleensä kasvuaan ja pyrkii kompensoimaan puuttuvan ravinteiden aiheuttamia ongelmia muilla ratkaisuilla. Korvaavat ratkaisut ovat tehottomampia ja aiheuttavat kasville haittoja. Pahimmillaan kasvin yhteytys osittain häiriintyy prosesseissa tarvittavien ravinteiden puutteessa ja kasvi alkaa tuottaa itselleen myrkyllisiä yhdisteitä. Myrkyllisten yhdisteiden lisääntyessä ja kasvin puolustusjärjestelmän heikentyessä kasvi on altis tuholaisille ja taudeille. (Manske, 2011; Ferraro ym., 2002)

Monilla kasveilla solukot on osastoitu ja vauriot rajoittuvat tuhoutuneeseen osastoon tai soluksoon. Vauriot saattavat myös levitä kuivumisen, taudinaiheuttajien, vaurion houkuttelemien tuholaisten tai muun seurauksen vaikutuksesta. Muuhun kasviin vaurioilla on monenlaisia vaikutuksia. Kasvien palautuminen alkaa estämällä lisävaurioiden syntyminen, pelastamalla vaurioituneista osista mahdollisimman suuri määrä resursseja ja aloittamalla menetetyt tuotannon korvaaminen. Joskus kasvi voi suunnata kaikki voimavaransa siemenien tuotantoon muiden solukoiden kustannuksella. (Manske, 2011; Ferraro ym., 2002)

Menetetty ja pelastetut resurssit, hormonit ja monet muut seurannaisvaikutukset näkyvät usein kasvissa vielä pitkään. Erityisesti kasviin vaikuttaa tuotannosta poistuneen osan merkittävyys ja vaurioiden korjauksen onnistuminen. (Manske, 2011; Ferraro ym., 2002) Poistunut osa saattoi omalla hormonituotannollaan tai varjostuksellaan hillitä muun kasvin kasvua, versomista yms. tai siinä saattoi olla merkittävä osa kasvin yhteyttävää lehtipinta-alaa tai varastoravinteita.

Kasvi voi tehostaa yhteytystään ja lisätä varastoravinteiden käyttöönottoa entsyymeillään. Jos kasvilla on riittävästi yhteyttävää lehtipinta-alaa tai varastoravinteita, se saattaa kiihdyttää kasvua hormoneillaan menetetyt lehtialan korvaamiseksi. (Mino ym., 1978; Pakarinen, 2012) Monesti kasvin kasvu kuitenkin pysähtyy ja se odottaa parempia kasvuresursseja. Yli 40 % lehtialan menetys pysäyttää juuriston kehityksen useilla kasveilla ja joillain juuriston kehityksen pysähtyminen johtaa nopeasti juuriston osien kuolemaan (Crider, 1954).

Kasvin palautumisprosessin käynnistymisnopeus vaihtelee olosuhteiden mukaan. Usein merkittävää varastoresurssien kulutusta on tapahtunut 1–5 vuorokauden kuluessa stressitekijän ilmaantumisesta. (Mino ym., 1978) Pääallekkäin sattuvat ja toistuvat stressitekijät kuten laidunnus ja kuivuus hidastavat kasvin palautumista merkittävästi. Toistuvat stressitekijät voivat käynnistää uutta palautumisen hormoni- ja entsyymituotantoa ja pahimmillaan aineenvaihdunta tekee vastakkaisia asioita samanaikaisesti. Huonojen olosuhteiden jatkuessa ja resurssien vähetessä kasvin aineenvaihdunta hidastuu, entsyymit purkavat varastoravinteita ja kasvi on valmiina kasvupyrähdykseen olosuhteiden parantuessa. Mitä pitempään huonot olosuhteet jatkuvat tai toistuvat, sitä useampi kasvi kuluttaa varastoravinteensa loppuun, kuivuu tai kuolee tuholaitosten ja tautien paineen alla. Lisäksi useat selvinneistä kasviyksilöistä ovat kutistaneet aktiivista juuristoaan ja kuluttaneet varastoravinteitaan, eikä niidenkään kasvukyky ole entisellään. (Manske, 2011; Ferraro ym., 2002; Crider, 1954)

Kasvi on palautunut, kun sen aineenvaihdunta on samalla tasolla kuin ennen stressitekijän ilmaantumista ja sen resurssitasot ovat palautuneet ennalleen. Usein kasvien kehitys tapahtuu monella tasolla yhtä aikaa eivätkä kasvin koko, kehitysvaihe ja varastoravinteiden tila välttämättä seuraa toisiaan. Päivän pituus, lämpösumma tai muu tekijä saattaa muuttaa palautumisprosessia ja vaikeuttaa palautumisen seuranta. Kasviyksilöiden ikääntyessä niiden palautumiskyky ja kasvunopeus heikkenee. Ikääntymisen vaikutuksia tehostavat toistuvat rasitukset ja huono palautuminen. (Nie ym., 1997) Sopivasti palautunut kasviyksilö voi saavuttaa täyden kasvupotentiaalinsa ja ylläpitää sitä pitkään samalla kuin huonosti palautuneet yksilöt ovat jo menettäneet palautumiskykynsä.

Yksittäiset kasvit muodostavat laitumella kasvuston, kasvien yhteisön. Yksittäisten kasvinosien poistuminen harventaa kasvustoa. Kasvuston harveneminen antaa tilaa uudelle kasvulle, mutta kasvuston harvetessa liikaa, koko kasvusto alkaa kärsiä. Harva kasvusto ei riitä suojaamaan maata kuivumiselta, kuumenemiselta ja säteilyltä. Positiivisessa kiertessä kasvusto kasvaa korkeutta ja tiheyttä monessa kerroksessa. Liika tiheys altistaa kasvuston osia valon puutteelle, liialle kosteudelle ja häiritsee kaasunvaihtoa. Tasapainoinen hyvä kasvu vaatii tasapainoa ympäristöolosuhteiden ja kasvuston kasvien välille. Monet

nurmikasvit ovat kehittyneet yhdessä laiduneläinten kanssa ja voivat parhaiten laidunnettuina. (Savory ja Butterfield, 2016)

Optimaalisesti laitumella olevat kasvustot yhteyttävät kaikella käytettävissä olevalla auringonvalolla, vedellä ja hiilidioksidilla. Hyvin suunniteltu laidunnus ylläpitää tasapainoa ja mahdollistaa tehokkaan aurinkoenergian talteenoton ja muuntamisen. Yksittäisten kasvien palautuminen tai korvautuminen uusilla kasviyksilöillä on ensiarvoisen tärkeää kasvuston suotuisan kehityksen kannalta. (Mattila ym., 2020; Perkins, 2016; Savory ym., 2016)

### 2.3 Maaperä

Laitumella maaperä on ekosysteemin perusta. Maa joko kantaa tai **nielee** eläimet ja kasvit. Maan ominaisuudet määrittävät laitumen kantokyvyn rajat, mutta maan ominaisuudet voivat muuttua (Machmuller, ym., 2015). Maaperä koostuu epäorgaanisista ja orgaanisista aineksista ja lukemattomista pienemmistä ja suuremmista eliöistä. Maalajitteiden keskinäiset suhteet, maan orgaanisen aineen pitoisuus, mikrobiaktiivisuus ja näistä syntyvä mururakenne vaikuttavat maan huokostilavuuteen, vedenpidätyskykyyn ja maan kasvukuntoon. Karkeilla maalajitteilla on vähän pinta-alaa suhteessa tilavuuteensa, ja ne pidättävät huonosti vettä ja ravinteita. Vastaavasti hienoilla maalajitteilla, hiesulla ja erityisesti saveksella on suuri pinta-ala suhteessa tilavuuteensa, ja ne voivat pidättää paljon vettä ja ravinteita. Maalajitteet esiintyvät maaperässä vaihtelevina seoksina.

Erytisesti hienot maalajit ovat alttiita tiivistymään, jos ne joutuvat kosteana liian suuren paineen alle. Tiivistyminen pienentää maapartikkeleiden välissä olevia vesi- ja ilmahuokosia ja haittaa veden ja ilman kulkua sekä varastoitumista. Kasvien juuret ja monet maaperän eliöt tarvitsevat vettä ja happea toimiakseen. Hapettomissa olosuhteissa maaperästä liukenee ravinteita ja syntyy myrkyllisiäkin yhdisteitä. Vettyneen maan rakenne luhistuu sitä nopeammin mitä heikommassa kunnossa maa on. Sopiva tasapaino vesi- ja ilmahuokosten välillä mahdollistaa maaekosysteemin tehokkaan toiminnan. (Mattila, Rajala & Mynttinen, 2019) Ilmahuokosten pitäisi pysyä pääosin kuivina, jotta maa ei kärsi hapettomuudesta. Toisaalta vesihuokosten pitäisi pysyä kosteina, jotta maamikrobit ja kasvit saavat riittävästi vettä. Toimiva kuivatus on hyvän vesitalouden perusedellytyksiä. Optimaalisesti ylimääräinen vesi poistuu tehokkaasti ja maaperässä pidätty riittävä määrä vettä seuraaviin

sateisiin asti. Sopiva huokosrakenne mahdollistaa kapillaarisen veden nousun alemmista maakerroksista.

Maamikrobit käyttävät ravintonaan kaikkea orgaanista ainesta ja vapauttavat ravinteita kasveille käyttökelpoisessa muodossa. Mikrobin muodostamista maapartikkeleista muodostuu kestäviä maamuruja, jotka auttavat maan rakenteen ja huokostilavuuden ylläpidossa ja parantamisessa. (Mattila ym., 2019) Kasvien juuret kasvavat maamurujen väleissä ja vakauttavat osaltaan maan mururakennetta. Orgaanisen aineksen veden- ja ravinteidenpidätyskyky on suuri. Orgaanisen aineksen ja maapartikkelien pinnoille sitoutuu erityisesti sähköisesti varautuneita kationiravinteita. Kationinvaihtopintojen määrää kuvataan kationinvaihtokapasiteettina. Kasvi hankkii kationiravinteita kalsiumia, magnesiumia, kaliumia ja natriumia syöttämällä juuristostaan ulos yhteyttämisen sivutuotetta vetyionia, joka korvaa näitä ravinteita kationinvaihtopinnoilla. Ioni happamoittaa maata ja maan pH on paljolti riippuvainen kationiravinteiden ja vetyionien määrasuhteesta. Kationiravinteet syrjäyttävät myös toisiaan kationinvaihtopinnoilta varausvoimakkuksiensa suhteessa. Syrjäytetyt ravinteet liukenevat maaveteen ja ovat kasvin käytettävissä tai huuhtoutuvat veden mukana, kunnes kohtaavat sopivan reaktiopinnan. Kationiravinteiden määrä ja pH vaikuttaa muiden ravinteiden liukoisuuteen, huuhtoutumiseen ja kasvin saamien ravinteiden määrään. Kasvi saa maasta myös kasville itselleen tarpeettomia, mutta eläimille tärkeitä, hiveniä kuten seleeniä.

Kasvin juuristo kasvaa maassa syvemmälle ja laajemmalle hormonien ohjaamana, kunnes siltä loppuu resurssit tai se kohtaa liian vahvoja esteitä. Esteenä voi olla tiivistymä, hapeton tai muuten vaikea kasvuympäristö. (Perkins, 2016; Yeomans ja Yeomans, 2002) Esteen kohdatessaan juuri yrittää kiertää esteen, kasvattaa juuripainetta ja yrittää murtaa esteen läpi tai yrittää muuttaa kasvuympäristöä suotuisammaksi hapettamalla ja erittämällä mikrobeille hiiliyhdisteitä. Juuret kasvavat parhaiten suuntiin, joissa on niille sopivin maaperä. Maaperän ominaisuudet ja kasvin juuren tarpeet valikoivat kasvin saamia ravinteita. Ravinteet kulkeutuvat juuristoa pitkin maan pinnalle. Kasvinosien hajotessa ravinteet päätyvät hajoamispaikkaan ja juuriston keräämät ravinteet rikastuvat maan pintakerrokseen.

Osa ravinteista huuhtoutuu helpommin veden mukana, jolloin ravinnesuhteet vääristyvät. Alaspäin huuhtoutuvat ravinteet ja maaeliöiden hautaamat kasvintähteet palauttavat osan ravinteista syvempiin kerroksiin. Laiduneläimet kuljettavat ravinteita pitkiä matkoja. Lanta siirtää ja keskittää ravinteita laitumella, ja eläimen elimiin sitoutuneet ravinteet voivat päätyä satojen kilometrien päähän. Muuttuneet ravinnesuhteet vaikuttavat kasvien kasvuun ja eläinten ravitsemukseen. Ravinnesuhteet vaikuttavat maaperän kuntoon myös maan rakenteen kautta. Esimerkiksi kalsium edistää mururakenteen syntymistä ja magnesium sitoo paljon vettä suuren hydrologisen kehänsä ympärille. Magnesiumin suuri suhteellinen määrä altistaa maan liettymiselle, tiivistymiselle ja kuivuessaan suurille halkeamille. Magnesium on kuitenkin myös välttämätön kasviravinne ja sitä on oltava maaperässä oikeassa suhteessa muihin ravinteisiin. (Haynes ja Williams, 1993)

Kasvit ovat riippuvaisia toimivasta maaperästä ja maan hyvä kasvukunto vaatii aktiivista mikrobitoimintaa. Mikrobit tarvitsevat happea ja ravintoa, jota kasvit niille tuottavat. Jatkuva vihreä kasvipeite ylläpitää maan mikrobitoimintaa jatkuvalla hiilisyötteellä. (Heinonsalo, ym., 2020) Kasvipeite myös suojaa maata säteilyltä, eroosiolta ja liialta lämpenemiseltä. Suuri osa maaperämikrobeista on sopeutunut elämään viileissä alle 25 celsiusasteen lämpötiloissa. Aurinkoisella säällä paljaan maanpinnan lämpötila voi kohota jopa yli 60 celsiusasteeseen pysäyttäen tai tappaen lähes kaiken mikrobitoiminnan. Kasvillisuuden peittämä kostea maaperä säilyttää kuumallakin helteellä alle 20 celsiusasteen lämpötilan varjon ja haihdutuksen ansiosta. (Mattila ym., 2020; Savory ym., 2016)

## 2.4 Hiilensidonta

Hiili on orgaanisen energianvarastoinnin perusalkuaine. Hiiliyhdisteisiin sitoutuu suuri määrä energiaa. Energia purkautuu hiiliyhdisteiden hapettuessa ja hiili palaa kiertoon mm. hiilidioksidina, metaanina tai häkänä. Energian varastoinnin lisäksi hiili toimii osana lukemattomia orgaanisia yhdisteitä, joiden varaan elollinen luonto konkreettisesti rakentuu. (Heinonsalo, ym., 2020)

Osa hiiliyhdisteistä on myös merkittäviä saasteita ja kasvihuoneilmiötä voimistavia kasvihuonekaasuja. Ilmastonmuutoksen myötä hiilen merkitys korostuu. Vuosimiljoonien kuluessa varastoituneiden fossiilisten hiiliyhdisteiden käyttö energian lähteenä on



kiihdyttänyt hiiliyhdisteiden vapautumista ilmakehään. Kasvihuonekaasupäästöt ovat lisääntyneet suoraan fossiilisen hiilen polttamisesta, mutta myös välillisesti vapautuneen energian mahdollistamana. Tehokkaampi maanmuokkaus, soiden ojitukset, metsätalous, kaupungistuminen, kasvipeitteisyyden väheneminen, aavikoituminen ja muut vastaavat ihmistoiminnan seuraukset ovat lisänneet eroosiota ja hiilen vapautumista maaperästä. Vesi kuljettaa mukanaan orgaanista ainesta hapettomiin olosuhteisiin tuottaen metaania ja hiilidioksidia. On arvioitu että 37 % maailmanlaajuisista kasvihuonekaasupäästöistä on peräisin maaperästä. Maaperä on merkittävä hiilivarasto ja maailmanlaajuisella tasolla nettohiilinielu. Maaperän orgaanisesta aineksestä noin 58 % on hiiltä. (Heinonsalo, ym., 2020)

Maaperä on merkittävä hiilinielu, mutta yksittäisen alueen hiilivaraston muutos eli hiilitase riippuu hiilisyötteen ja hiilipoisteen suhteesta. (Heinonsalo, ym., 2020) Ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta on oleellista kasvattaa globaalia hiilensidontaa ja vähentää hiilipäästöjä. (Paustian ym., 2019) Laitumen tuottokyvyn kannalta oleellista on hiilen vaikutus maan kasvukuntoon, orgaaniseen ainekseen sitoutuneen tyypin vapautuminen orgaanisen aineksen hajotessa ja hiilen merkitys kasviraivinteena. Hiilen merkitys maan rakenteelle, ravinteiden ja vedenpidätyskyvylle on valtava. (Mattila ym., 2019) Lisäksi maaperän orgaaninen aine on merkittävä typpivarasto. Orgaanisen aineksen hajoaminen voi vapauttaa kasvien käyttöön kymmeniä, jopa satoja kiloja typpeä hehtaaria kohden.

Orgaanisen aineen hajotessa syntyvä hiilidioksidi mahdollistaa tehokkaan yhteytyksen aurinkoisellakin säällä. Aurinkoisella säällä kasvit pystyvät yhteyttämään moninkertaisesti yläpuolellaan olevan ilmapatsaan sisältämän hiilidioksidimäärän. Ilman tuulen mukana kulkeutuvaa, maaperästä, ja kasvien omasta hengityksestä vapautuvaa hiilidioksidia kasvit kärsisivät hiilenpuutteesta eikä yhteytys onnistuisi. Suuri osa kasvien maaperästä saamasta hiilestä on peräisin niiden itse juurieritteissään sinne syöttämästä helppokäyttöisestä hiilestä. Mikrobit hapettavat helppokäyttöiset hiiliyhdisteet nopeasti vapauttaen hiilidioksidin uudelleen kiertoan. (Heinonsalo, ym., 2020) Hiili kiertää siis maaperämikrobien ja kasvin välillä energiavarastona ja osa siitä sitoutuu kasviin ja mikrobeihin monimutkaisempina ja kestävämpinä hiiliyhdisteinä vapautuvan energian avustuksella.

Mikrobit käyttävät ravintonaan myös kasvitähteitä ja toisiaan. Monimutkaisten hiiliyhdisteiden muodostaminen ja hajottamiseen vaadittavat entsyymit vaativat paljon energiaa. Ravintoketjussa vaikeasti hajoavat hiiliyhdisteet rikastuvat ja kuolleiden mikrobien jäänteet ”mikrobimuumiot” muodostavat ison osan maaperän pitkäikäisistä hiiliyhdisteistä. Kestävimmillään hiiliyhdisteet ovat, kun ne sitoutuvat maamineraalien pinnoille ja väleihin ns. ”savessarkofageihin” jotka suojaavat niitä säteilyltä ja hapettumiselta. (Heinonsalo, ym., 2020) Helppoliukoisten ravinteiden niukkuudesta kärsiessään mikrobien on hajotettava entistä kestävämpiä hiiliyhdisteitä saadakseen esimerkiksi tyyppiä proteiiniensa tuotantoon. Helppokäyttöinen hiili on mikrobeille halpaa energiaa ja mahdollistaa mikrobifossiilien hajottamisen eli priming-ilmion.

Kiihtyvä biologinen aktiivisuus lisää muiden ravinteiden tarvetta ja lopulta lisähajotuksen ja kasvien parantuneen kasvun lisäämän hiilisyötteen suhde vaikuttaa hiilitaseen kehitykseen. Maan hyvä ravinnetasapaino ja jatkuva hyvinvoiva kasvipeite mahdollistaa hiilitaseen kumulatiivisen kasvamisen. (Sokol ja Bradford, 2019; Machmuller, ym., 2015) Mikrobiaktiivisuuden lisääntyminen näkyy nopeasti maan kasvukunnon kohentumisena ja paljain silmin voi havaita muutoksia maan rakenteessa, hajussa ja värissä. (Mattila; Rajala ja Mynttinen, 2019) Biologisesti aktiivinen ruokamultakerros voi siis kasvaa nopeastikin. Maan rakenteen parantuessa sen huokostilavuus kasvaa, jolloin hiilipitoisimman maanpintakerroksen tilavuus kasvaa eli se paksuuntuu. Maanäynteillä maan hiilipitoisuutta seurattaessa tämä voi aiheuttaa virhearvioita maanäytteen sisältäessä vähemmän vähähiilisempää pohjamaata. Maan hiilipitoisuuden kasvu on hidasta ja vaatii pitkäjänteistä työtä hiilisyötteen pitämiseksi hiilipoistetta suurempana. (Brown, 2018; Heinonsalo, ym., 2020)

Laidunnustutkimuksissa tyyppinen hiilensidontamäärä on ollut 0,3–1,4 t C/ha/vuosi, mutta parhaimmillaan se on voinut olla jopa 3–8 t/ha/vuosi. (Paustian ym., 2019; Conant, Cerri, Osborne ja Paustian, 2017) Maan muokkaus ja kasvipeitteen poistaminen kääntää nopeasti hajotustoiminnan hiilisyötettä suuremmaksi ja monen vuoden aikana sitoutunut hiili voi karata muokatusta tai paljaasta maaperästä lyhyessä ajassa, jopa tuhansien kilojen vuosivauhdilla per hehtaari (Stanley ym., 2018; Schmidt, ym., 2011).

Kasvien hyvästä palautumisesta ja uudistumisesta huolehtimalla monivuotisten kasvien kasvustot ovat pitkäikäisiä ja tuottavia. Jos kasvusto joudutaan uusimaan, mahdollisimman kevyiden muokkausmenetelmien valinnalla ja nopealla ja tehokkaalla uuden kasvuston kylvöllä saadaan vahingot maaperälle ja hiilivarastolle minimoitua. (Heinonsalo, ym., 2020; Mattila ym., 2020; Mattila ja Rajala, 2018; Mattila ym., 2019; Butterfield, Bingham ja Savory, 2006; Brown, 2018; Kallenbach, Wallenstein, Schipanksi ja Grandy, 2019; Woolf ja Lehmann, 2019)

## **2.5 Eläinten tarpeet ja laidunnuskäyttäytyminen**

Eläimet tarvitsevat suojaa, turvallisuudentunteen, sopivasti energiaa, vettä ja ravintoaineita kasvaakseen ja voidakseen hyvin. Ympäristöolosuhteet vaikuttavat eläinten tarpeisiin ja käyttäytymiseen. Laiduntavat eläimet hakevat laitumelta ravintoa, mutta niiden käyttäytymiseen vaikuttaa eniten vahvin tunne täyttymättömästä tarpeesta. Perityt ja opitut toimintatavat eli vaistot ohjaavat eläimen tapaa sovittaa yhteen erilaiset tarpeensa ympäristön kanssa. Uusia asioita kohdatessaan eläimet voivat älyllisen kapasiteettinsa rajoissa tarpeen mukaan pyrkiä tutkimaan, ratkaisemaan ongelmia ja oppimaan. Eläinten ravinnontarpeet vaihtelevat, mutta kaikki eläimet tarvitsevat hiilihydraatteja, proteiineja, rasvoja, vitamiineja ja erilaisia hivenaineita solujensa rakennusaineiksi, aineenvaihduntaansa ja energianlähteikseen. Laiduneläimet saavat osan tarvitsemistaan ravintoaineista suolistomikrobiensa tai omien elimiensä muista raaka-aineista syntetisoimina, mutta loput niiden on saatava syömistään kasveista, maasta ja kivennäisistä tai muista ulkoisista lähteistä.

Selkärankaisten eläinten luusto koostuu pääosin kivennäisaineista, kuten kalsiumista ja fosforista. Muut elimet koostuvat pääosin proteiineista ja rasvoista. Eri kasvuvaiheissa eläinten ravitsemukselliset tarpeet eroavat toisistaan. Esimerkiksi nuoren kasvavan eläimen tarpeet ovat suuret suhteessa kokoon. Luuston kasvu vaatii paljon kivennäisaineita, lihasten kasvu aminohappoja ja aivojen kasvu paljon rasvaa. Ravintoaineiden syntetisointi ja kasvu vaatii paljon energiaa. Lisäksi aineenvaihdunnan ylläpito, liike ja sopivan lämpötilan ylläpito kuluttaa ylläpitoenergiaa. Pääsääntöisesti ylläpitoenergiaa kuluu painokiloa kohden suhteessa enemmän kevyemmällä eläimillä, joiden pinta-ala on suurempi suhteessa massaansa. Erilaiset sopeutumiskeinot, kuten eristävä karvapeite, ihonalainen rasva tai

lämpötilan mukaan muuttuva pinta-ala, helpottavat energiankulutuksen säätelyä ja vaikuttavat suhteelliseen energiankulutukseen jopa kokoa enemmän. Sopeutuminen vaikuttaa myös eläinten kykyyn puskuroida ravitsemuksen muutoksia.

On arvioitu, että laadukkaimman rehun osuuden väheneminen laitumella laidunnusjakson aikana muuttaa suolistoflooran koostumusta ja laidunsiirrot alle kahdeksan päivän välein riittää estämään suolistomikrobikantojen haitallista heilahtelua. Vaikka heikompileatuksen rehun sulattamiseen kuluukin enemmän energiaa, eläin pystyy kompensoimaan osan muutoksesta lisäämällä syöntiä, pitkittämällä suoliston viipymää ja parantamalla rehun hyväksikäyttöä. Eläin myös hyödyntää saadun ravinnon mahdollisimman tehokkaasti ja esimerkiksi valkuaisen ollessa lihasten parhaan kasvun rajoittavana tekijänä eläimen luusto jatkaa lähes normaalia kasvuaan. Nuorilla eläimillä on kyky varastoida kasvupotentiaaliaan ja ravitsemustilanteen kehittyessä eläimet voivat kasvaa tavallista nopeammin ja kuroa umpeen esimerkiksi talvikauden köykäisemmän rehun kasvuvaikutuksia laitumella ollessaan. (Chapman, ym., 2007; Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Mattila ym., 2020)

Laiduneläinten ruuansulatus on erikoistunut kasvien tehokkaaseen hyödyntämiseen eri tavoin. Ruuansulatus alkaa oikeastaan jo ennen ravinnon syömistä. Eläimet etsivät ja valikoivat tarpeitaan vastaavaa, sulavaa ja maittavaa ruokaa kaikin aistein. Jotkut laiduneläimistä ovat tarkkaan erikoistuneita tiettyihin kasveihin ja kasvinosiin, toiset valikoivat vähemmän ja keskittyvät määrään ja toiset monipuolisuuteen. Laiduneläimet voidaan jakaa pääasiallisten ravinnonlähteiden mukaan esimerkiksi pääosin ruohovartisia kasveja syöviin kuten hanhet, hevoset, naudat ja lampaat tai puuvartisia kasveja suosiviin eläimiin kuten vuohet. Lajien ja yksilöllisten erojen lisäksi myös eläinten jalostus ja alueellinen sopeutuminen vaikuttaa eläinten käyttäytymiseen ja ravinnonhankintaan. Ravinnonhankintatapa muuttuu myös olosuhteiden, eläimen kehityksen ja oppimisen mukaan. Nuoret eläimet valikoivat pienemmillä suillaan tarkemmin paremmin sulavaa ravintoa, eivätkä toisaalta ylety syömään yhtä korkealta kuin aikuiset. Nuorten eläinten ruuansulatuksen kehitykselle on tärkeää monipuolinen ravinto ja karkea korsirehu edistää ruuansulatuksen kehittymistä ja parantaa myöhempää rehun hyväksikäyttöä.

Märehtijöiden ruuansulatus on sopeutunut erityisen hyvin kasviravinnon hyödyntämiseen. Pötsimikrobit kykenevät hajottamaan valtaosan kasvien hiiliyhdisteistä eläimelle käyttökelpoisiin muotoihin ja syntetisoimaan tyyppiyhdisteistä aminohappoja. Pötsimikrobit tuottavat myös vaihtelevia määriä metaania riippuen olosuhteista ja ravintoaineista, joita niillä on käytettävissään. Metaani poistuu pötsistä ruokatorvea pitkin röyhtäisyinä ilmakehään. (Savory ym., 2016)

Valtaosa laiduneläinlajeista on saaliseläimiä ja niillä on vahvoja turvallisuudentunteeseen liittyviä vaistoja. Monet lajit pyrkivät muodostamaan laumoja suojautuakseen pedoilta ja hyönteisiltä. Liikkuessaan ne pyrkivät havaitsemaan uhkaavan vaaran mahdollisimman kaukaa ja pyrkivät turvallisimman oloisille alueille kuten avoimille paikoille ja mäen harjanteille, joista on hyvä näkyvyys ja helppo paeta vaaran uhatessa. Ne kavahtavat monia uusia ja vaarallisen tuntuista asioita, kuten teräväreunaisia varjoja ja muuta tavallisesta poikkeavaa. (Lofgreen, Meyer ja Hull, 1957)

Vaaran tyyppistä ja muista olosuhteista riippuen eläimet joutuvat tekemään kompromisseja esimerkiksi hakeutuessaan helteellä varjoon tai veden äärelle menettäen samalla näkyvyyttä ympäristöönsä. Vaistojen ristiriitatilanteissa eläimet toteuttavat usein sijaistoimintoja, jotka voivat ilmetä myös häiriökäyttäytymisenä. Vaaraa kokiessaan eläimet stressaantuvat ja stressi vaikuttaa muun muassa niiden käyttäytymiseen, terveyteen ja kasvuun. Eläimet täydentävät perittyjä tapojaan eli vaistojaan oppimalla. Eläimen tarpeet ja ympäristöolosuhteet säätelevät eläinten hormonitasoja ja vireystilaa. Nämä taas vaikuttavat erilaisten ärsykkeiden aktivoimiin vaistonvartaisiin toimintoihin. Turvallisessa ja stressittömässä ympäristössä eläimet oppivat uusia käyttäytymismalleja ja pystyvät täyttämään tarpeensa vailla ristiriitoja.

Eläimet voivat oppia tuntemaan turvallisuudentunnetta myös luontaisesti vaaralliselta vaikuttavista asioista kohdatessaan eli tottua, mutta helpointa eläinten käsittely on, jos tuntee ja ottaa huomioon eläinten luontaiset ominaisuudet ja vaistot. Turvallisuudentunne rauhoittaa eläimen, vaikka tilanne olisi vaarallinenkin, toisaalta vaarallisuuden tunne voi saada eläimen toimimaan vaarallisella tavalla alun perin täysin turvallisessa tilanteessa. Vaistoja ja tottumuksia hyödyntämällä eläinten käyttäytymistä voidaan ennakoida ja ohjailla,

sekä opettaa uusia toimintamalleja yhdistämällä neutraaleja ja positiivisia ärsykejä eli ehdollistamalla.

Laiduntamiseen liittyy luontaisesti liike. Eläimet liikkuvat paikoillaan pysyvien kasvien luo, syövät sopivan osan ja siirtyvät seuraavien kasvien luo, siirtyvät veden luo, kivennäisten luo, lepäävät ja märehtivät, ulostavat ja virtsaavat, huolehtivat itsestään ja toisistaan mm. nuolemalla ja rapsuttelemalla, lisääntyvät ja toistavat samaa kasvaen ja vanhentuen kunnes kuolevat tavalla tai toisella. Liike ja luonnollinen laidunnusasento edesauttavat eläinten ruuansulatusta ja voivat vähentää mm. metaanin muodostumista märehtijöillä. Liikkuessaan eläimet myös muovaavat ympäristöään, eläinten jalat painavat ja siirtävät kasveja ja maata muodostaen polkuja ja painaumia. Niiden syömät ja tallomat kasvit reagoivat ja vapautunut tila mahdollistaa valon, veden ja ravinteiden liikkeen uusille alueille. Eläinten päällä ja sisällä kulkevat ravinteet ja siemenet siirtyvät eläimen liikkuessa uusille alueille. Liike mahdollistaa myös siirtymisen uusille laidunalueille kauemmas pedoista, lannasta, kärpäsistä ja loisista sekä jo syödyistä kasveista. Liikkeen mahdollistaminen ja oikea ajoitus mahdollistaa laadukkaan tuoreen ravinnon jatkuvuuden, kärpästen ja loisten luonnollisen kierron katkaisemisen ja joissain määrin myös auttaa välttämään petojen uhkaa vaikeuttamalla petojen saalistuspaikkojen oppimista. Laidunnuskierto vähentää myös yli- ja alilaiduntamisen riskiä. (Chapman, ym., 2007; Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006)

Laiduntavien eläinten aiheuttamaa muutosta ympäristössä kuvataan kokonaisuutena termillä laidunnusvaikutus. Laidunnusvaikutuksen voimakkuus riippuu eläimistä, niiden määrästä alueella, olosuhteista ja alueella vietetyn ajan pituudesta. Laidunnusvaikutuksen voimakkuutta kuvataan termillä laidunnuspaine. Yksinkertaisimmillaan laidunnuspainetta mitataan eläinten massalla, alueen koolla ja ajalla esimerkiksi kilogrammapäivinä hehtaaria kohden. On kuitenkin tärkeää huomata, ettei laidunpaine kohdistu pelkästään kasveihin vaan myös maaperään ja muuhun ympäristöön, eikä näin mitattu laidunnuspaine ota huomioon olosuhteita. Laiduneläinten sosiaalinen käyttäytyminen voi vaikuttaa merkittävästi laidunkäyttäytymiseen ja laidunpaineen määrään ja keskittymiseen laidunalueella. Hierarkkinen ja sosiaalinen eläin kuten hevonen tarvitsee laitumella tilaa sosiaaliselle käyttäytymiselleen ja liikunnalle. Toisaalta vetovoimatekijät laidunalueen ulkopuolella tai tietyllä osalla laidunta saa minkä tahansa eläimen keskittämään läsnäolonsa ja huomionsa vetovoimatekijän suuntaan. Välienselvittelyt, liikunta, kiima, lisääntyminen,

leikki, ajattaminen tai pelästyminen voivat moninkertaistaa laiduneläinten jaloillaan tuottaman laidunvaikutuksen. (Chapman, ym., 2007; Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Mattila ym., 2020)

Tavallisesti korkea laidunpaine ja ylilaidunnus sekoitetaan keskenään samankaltaisten akuuttien seurausten vuoksi. Termien täsmentäminen tai ylilaidunnustermin korvaaminen olisi tärkeää ilmiöstä keskustelemisen ja laidunnuksen kehittämisen mahdollistamiseksi. Tässä opinnäytetyössä käytetään ylilaidunnusta kuvaamaan tilannetta, jossa laiduntamalla aiheutetaan merkittävää haittaa laidunkasvien palautumiselle tai ekosysteemille ylipäättään. Korkea laidunpaine voi aiheuttaa ylilaiduntamiselta näyttävän tilanteen, esimerkiksi hetkellisesti paljaan maan, mutta oikein ajoitettuna, riittävästä palautumisesta ja hyvistä olosuhteista huolehtimalla, laidun voi palautua nopeasti entiseen rehevyyteensä. Paljaaseen maahan liittyy aina kohonnut riski, vaikka maan alla olisikin hyvin varusteltu juuristo ja siemenpankki valmiina, eli laidunpaineen mitoittamisessa tulee olla tarkkana ja varautua riskeihin.

Tavallisesti ylilaidunnus liittyy liian hitaaseen, nopeaan tai olemattomaan laidunnuskiertoon, liian suureen tai pieneen eläinmäärään hehtaaria kohden, ja näiden yhdistelmiin. Liian hitaalla laidunnuskierrolla osa laidunkasveista kärsii toistuvasta laidunnusvaikutuksesta ilman riittävää palautumista ja kierron viimeisillä laidunlohkoilla palautumisjakso venyy liian pitkäksi aiheuttaen perustuotannon heikkenemistä ja maittavuuden ja sulavuuden laskua. Laidunnusvaikutuksesta palautuvat kasvit tuottavat uutta kasvua ja uusi kasvu on usein eläimille hyvin maittavaa. Riittävästi uutta kasvua tuottanut kasvi on siis suuressa riskissä joutua syödyksi tai tallatuksi herkässä palautumisen vaiheessaan. Liian nopealla laidunnuskierrolla laidunkasvit ehtivät käyttää runsaasti varastoresurssejaan laidunvaikutuksesta palautumiseen laidunnuskierron aikana, mutta eivät ehdi kerätä riittävästi uusia varastoresursseja ennen uutta laidunvaikutusta.

Laidunkasvien varastoresurssit ja palautumiskyky pienenee jokaisella laidunnuskierroksella tai pahimmassa tapauksessa varastoravinteet loppuvat ja kasvi tuhoutuu. Olemattomalla laidunnuskierrolla eli jatkuvalla laidunnuksella kasvit joutuvat kärsimään toistuvasta laidunnusvaikutuksesta kaikissa palautumisen vaiheissa. Liian pienellä eläinmäärällä ylilaidunnusta voidaan kutsua myös alilaidunnukseksi. Alilaidunnuksessa osa kasveista jää

koskematta ja kasvun edetessä niiden maittavuus alenee, eli ne korsiintuvat. Koskemattomat kasvit kilpailevat muiden kasvien kanssa valosta ja ravinteista alentaen laitumen tuottavuutta. Jos laidunnuskierto ei ole sopiva, laidunnetut kasvit joutuvat toistuvasti kovemman laidunpaineen kohteiksi, samanaikaisesti kun niiden palautumiskyky heikkenee, koska koskemattomat kasvit menettävät maittavuutensa ja mahdollisesti kilpailevat valosta ja ravinteista laidunnuksesta palautuvien kasvien kanssa riippuen niiden sijainnista laitumella. Kaikkein parhaiten kasvavat, maittavimmat kasvit ja maittavimpien kasvien läheisyydessä kasvavat kasvit joutuvat yleensä kaikkein suurimman laidunnus- ja yllilaidunnuspaineen kohteiksi, johtaen hitaasti kasvavien, maittamattomien ja huonosti sulavien kasvien suhteellisesti parempaan menestymiseen laitumella. (Kavaliers ja Choleris, 2001; Chapman, ym., 2007; Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Mattila ym., 2020)

Eläimet oppivat pääosin kokemuksen ja toiston kautta, mutta myös seuramaalla ympäristöään ja matkimalla. Erityisesti nuorille eläimille kokeneempien eläinten matkiminen on tärkeä osa elämäntaitojen opettelua ja osa käyttäytymismalleista ”periytyy” oppimisen kautta. Karkeasti sanottuna eläimet suhteuttavat asiat kaikkien kokemusten ja positiivisten kokemusten lukumäärien suhteena ja viimeisimmät tapahtumat ovat eläinten muistissa yleensä vahvimpia. Metsälaitumella kesän vähillä ihmiskontakteilla olleet eläimet on vaikea totuttaa uudelleen ihmiseen, etenkin jos kesän kontaktit tai laitumelta poistuminen ovat epämiellyttäviä kokemuksia. Täysin ilman kontakteja eläimistä voi tulla säikkyjä ja villoja, mutta positiivisten ensikontaktien ja vanhojen muistojen avulla eläimet tottuvat nopeasti uudelleen ja rauhoittuvat.

Usein toistuvat säännölliset positiiviset kokemukset voivat ehdollistaa eläimet rutiineihin niin voimakkaasti, että pienikin rutiinien äkillinen muutos voi aiheuttaa jopa fyysisiä oireita ja stressiä eläimille. Oppimisen tarkoituksena on helpottaa eläimen tarpeiden täyttymistä ja tarkoituksenmukainen oppiminen auttaa huomattavasti esimerkiksi riittävän tiheästi tehtyjä laidunsiirtoja. Harvojen laidunsiirtojen välissä eläimet saattavat oppia pelkäämään portin kohtaakin kuten sähköaitaa eivätkä suostu menemään avoimesta portista läpi. Tiheisiin siirtoihin tottuneet eläimet oppivat saavansa jokaisella siirrolla rajoitetun määrän uutta, maittavaa ravintoa ja siirtyvät välittömästi uudelle alueelle syömään. Säännöllinen aikataulu, maittavimman ravinnon rajallisuus ja kilpailu opettaa eläimet syömään ja lepäämään



tehokkaasti ryhmänä. Monesti eläimet syövät maittavimmat kasvit ja kasvinosat ensin. Parhaimmillaan eläimet syövät maittavat sokeripitoiset kasvien yläosat aamupäivällä, märehtivät ja palaavat syömään märehtimisen aikana sokeria yhteyttämällä keränneet kasvien alaosat myöhemmin samana päivänä. Eläinten tarpeiden huomiointi tehostaa laidunnusta ja vähentää turhia sijaistoimintoja. (Healy ja Jones, 2002; Chapman, ym., 2007; Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Mattila ym., 2020)

## 2.6 Monimuotoisuus

Monimuotoisuus syntyy luonnon ominaisuuksien, olosuhteiden ja tapahtumien vaihtelusta. Vaihtelu on luonnollinen seuraus monimutkaisista vuorovaikutuksista maailmankaikkeuden isompien ja pienempien osien välillä. Ihmiset ovat kautta aikain pyrkineet ymmärtämään ja myös hallitsemaan luontoa. Vajavaisen ymmärryksensä ja itse määrittämänsä tehokkuuden vuoksi ihmiset ovat pyrkineet yksinkertaistamaan ympäröivää luontoa sen hallitsemisen ja hyväksikäytön helpottamiseksi. Väkisin tehty yksinkertaistaminen on häirinnyt luonnon monimutkaisia vuorovaikutussuhteita ja käynnistänyt useita hallitsemattomia ketjureaktioita johtaen monien elinympäristöjen peruuttamattomaan pilaantumiseen, lajien tuhoutumiseen ja vaikeuttanut myös ihmisen toimintaa monin tavoin. (Mattila ym., 2020) Kautta aikain on ollut ymmärtäväisiä ihmisiä, jotka ovat ymmärtäneet osan toiminnan haitoista ja monimuotoisen luonnon mittaamattomasta arvosta.

Kokonaisuuden hahmotus on kuitenkin hankalaa, eikä toimenpiteiden vaikutuksia ole mahdollista täysin ennustaa. Varmin tapa välttää haitallisia seurauksia on tehdä mahdollisimman vähän luonnon toimintaa muuttavia toimenpiteitä ja pyrkiä mukailemaan luonnollisia toimintamalleja. Monimuotoisuus vähenee jatkuvasti kiihtyvällä vauhdilla useampien päällekkäisten ketjureaktioiden takia. Monimuotoisuuden väheneminen lisää tuholaisten, tautien ja muiden ääri-ilmiöiden esiintymistä, kun luonnolliset hallintamekanismit heikkenevät ja vuorovaikutukset ovat yhä välittömämpiä ja keskittyvät yhä harveneviin tukipilareihin. Monimuotoisuuden lisääminen lisää välittömästi resilienssiä eli muutostensietokykyä. Absoluuttisen globaalin monimuotoisuuden lisääminen on kuitenkin hidasta ja mahdotonta ilman monimuotoisuuskadon hidastamista uuden monimuotoisuuden syntymistä hitaammaksi. Resilienssin lisäämiseksi tulee siis pyrkiä hidastamaan monimuotoisuuden vähentymistä ja lisäämään alueellista monimuotoisuutta.

Geologinen monimuotoisuus on muun monimuotoisuuden pohja ja vaikeasti lisättävissä. Geologinen monimuotoisuus kuitenkin vähenee rehevöitymisen, saastumisen ja muun maankäytön aiheuttamien muutosten myötä. Kestävä biologinen monimuotoisuus on riippuvainen geologisen monimuotoisuuden ja erilaisten olosuhteiden synnyttämistä vaihtelevista elinympäristöistä, joihin vain rajattu määrä lajeja on sopeutunut elämään. Monissa kulttuuriympäristöissä ihmistoiminta on luonut ja ylläpitänyt geologista monimuotoisuutta. Vihreän vallankumouksen myötä tehostunut maatalous ja kaivannaisten käyttö on kuormittanut ympäristöä entistä voimakkaammin ja samanaikaisesti kulttuuriympäristö on yksipuolistunut. Laajaperäinen metsälaidunnukseen, luonnonniittyihin ja luonnonlaitumiin perustunut pienkarjalous on vaihtunut alueellisesti keskittyneeseen viljeltyyn rehuun perustuvaan tehotuotantoon. Viljelty rehu koostuu monesti vain muutamista kasvilajeista ja laiduntamisen loputtua laajojen perinnebiotooppialueiden geologinen monimuotoisuus on vähenemässä rehevöitymisen myötä ja monet kasvilajit ovat jo hävinneet tai niiden esiintymisalueet kutistuneet ja harventuneet merkittävästi. (Raunio, Schulman ja Kontula, 2008)

Monimuotoisuutta on monella tasolla eikä pelkkä lajien lukumäärä määritä monimuotoisuuden arvokkuutta. Vaikka jonkin alueen yleisimpien lajien sekoittaminen lisääkin resilienssiä verrattuna niiden eriyttämiseen monokulttuureiksi, se ei välttämättä lisää alueen monimuotoisuutta juurikaan. Yleiset ja monenlaisilla kasvupaikoilla viihtyvät kasvit yleensä pärjäävät varsin hyvin eikä niiden ekosysteemipalveluista ole yleensä ekosysteemissä pulaa. Erikoistuneemmat ja vain harvoissa kasvupaikoissa viihtyvät kasvit sen sijaan voivat olla harvinaisia ja muodostaa herkän ja välttämättömän osan koko laajemman ekosysteemin toimintaa. Toisaalta myös laajat yksittäisen kasvin esiintymät voivat olla harvinaisia ja esiintymän alueella ei tulisi pyrkiä monimuotoisuuden lisäämiseen kasvin kustannuksella. Erityisten ja harvinaisten lajien esiintymät ja elinympäristöt ovat erityisen arvokkaita ja monimuotoisuuden lisäämisessä tulisi ensisijaisesti pyrkiä monenlaisten habitaattien ja ekologisten lokeroitten muodostamiseen ja ylläpitoon. Jotkin lajit voivat viihtyä hyvin pienilläkin yksittäisillä esiintymispaikoilla, joten monimuotoisuuden lisäämisessä tulisi olla varovainen ja välttää luonnontilaisen kaltaisten ympäristöjen muutoksia. Parhaan monimuotoisuushyödyn saa monesti monipuolistamalla ihmistoiminnan vaikutuksesta yksipuolistuneita alueita tai ennallistamalla pilaantuneita ekosysteemejä hyvin suunnitellusti ammattilaisten ohjaamana.

Laidunnus voi lisätä monimuotoisuutta monilla tavoin. Laiduneläimet poistavat laitumelta rehevöittäviä ravinteita, varjostavia reheväkasvuisia kasveja ja lisäävät vaihtelua.

Laidunnuksella on myös mahdollista saada tuhoa aikaan herkillä biotoopeilla, jos laidunnusta ei toteuteta kunnolla. Monimuotoisella perinnebiotoopilla jokainen laji on sopeutunut erilaiseen ympäristöön ja niiden laidunnusvaikutuksen kestävyys ja palautumisvaatimukset vaihtelevat runsaasti.

Viljellyllä laitumella tehokas laidunnus auttaa tasaisen rehevän kasvun ylläpitämisessä.

Perinnebiotoopilla rehevä ja tasainen kasvu ei ole toivottavaa. Laajaeräinen

perinnelaiduntaminen tuotti vaihtelevaa mosaiikkimaista jälkeä ja osa lajeista sopeutui jatkuvaan alilaidunnukseen, paljaaseen tai muuten karuun maastoon ja eläinten tuottamaan lantaan. Monimuotoisuuden lisäämiseksi tarkoitettussa laiduntamisessa on siis erilaiset tavoitteet kuin esimerkiksi lihantuotannon optimoinnissa. Hyvällä suunnittelulla tavoitteita on kuitenkin mahdollista yhdistellä.

Monimuotoisuuden lisääminen nurmilaitumille (Kuva 2) ja luonnonlaitumien lisääminen laidunnuskiertoon lisää laidunnuksen resilienssiä ja voi parantaa kokonaistuottavuutta pitkällä aikavälillä. Monimuotoisessa nurmessa on yleensä aina jokin laji tai lajike, joka menestyy tietyissä ääriolosuhteissa ja olosuhteiden vaihdellessa lajit täydentävät toisiaan. Satovarmuus korvaa siis pitkällä aikavälillä mahdollisesti menetettyjen huippusatojen vaikutusta ja monimuotoisuus voi auttaa parantamaan maan kasvukuntoa parantaen näin myös potentiaalista satotasoa. Eri kasvilajit myös keräävät ravinteita ja auringonvaloa eri tavoin, eri kerroksista ja niiden ravintoainesisältö vaihtelee. Joillain kasveilla on myös lääkinnällisiä vaikutuksia, ja eläimet voivat oppia valikoimaan ravintoonsa juuri sopivimpia ja maittavimpia kasveja, kun valikoimaa löytyy.

Kuva 2: Monimuotoinen laidunkasvusto Qvidjassa 2021, kuvassa ainakin timotei, englanninraiheinä, koiranheinä, sinimailanen, rehumailanen, sikuri ja saunakukka.

Laidunseoksessa yli 20 lajia tai lajiketta. Taustalla mäntymetsän ja pellon reunavyöhykkeellä koivuja, raitoja, pajuja.



Monimuotoisuutta, resilienssiä ja resurssien tehokasta hyödyntämistä voi lisätä myös eri eläinlajien, -ryhmien ja -rotujen integroinnilla laidunnuskiertoon. (Perkins, 2016) Niitä voi käyttää erikseen tai sekoittamalla monilla eri tavoilla. (Brown, 2018) Toiset eläinryhmät voivat vielä hyödyntää toisilta jäänyttä kasvustoa erilaisten ravintovaatimusten ansiosta.

Erityisesti eri eläinlajeja käytettäessä voidaan saavuttaa myös lois- ja tautiongelmien vähenemistä tai esimerkiksi nisäkkäitä häiritsevien kärpästen vähenemistä ajoittamalla laiduntavien lintujen laidunnus sopivasti nisäkkäiden perään. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Mattila ym., 2020)

## 2.7 Tilannetajuksen laidunnuksen tausta

Jo ensimmäiset esihistorialliset paimenet pyrkivät ohjaamaan laumojaan tilanteeseen ja tarpeisiinsa sopivimmille alueille. Noiden aikojen jälkeen paljon arvokasta laidunnustietoutta on unohdettu, mutta myös uutta tietoa ja tiedettä on kehittynyt. Ranskalainen André Voisin tutki 1800-luvulla ruohon kasvua ja palautumista kehittäen Keski-Eurooppaan soveltuvan rational grazing -laidunnusjärjestelmän. Rational grazing oli kehittynyt kiertolaidunnusjärjestelmä, joka pyrki ottamaan huomioon kasvien palautumisen. Myöhemmin menetelmää hyödynnettiin useiden erilaisten kiertolaidunnusjärjestelmien kehityksessä.

Nykyisen Zimbabwen alueella syntynyt, maanviljelijänä, karjankasvattajana, ekologina ja sotilastiedustelijana työskennellyt Allan Savory pyrki tieteen ja kokemuksensa avulla ratkaisemaan aluetta vaivannutta aavikoitumisongelmaa. Savory päätteli tutkimusryhmänsä kanssa aavikoitumisen johtuvan alueen kantokykyyn nähden liian suuresta laiduneläinten määrästä. Ryhmän suosituksesta alueelta vähennettiin valtava määrä villoja laiduneläimiä. Eläinmäärän vähentämisestä huolimatta aavikoituminen vain paheni, jolloin villieläinten turhista kuolemista syvästi pettynyt ja syyllisyyttä kantava Savory päätti tutkia asiaa elämäntehtävänänsä ongelman ratkaisemiseksi. Tutkiessaan paikallisten karjankasvattajien laitumia hän havaitsi erityisen hyvin kasvavia alueita ja sai kuulla, että niihin oli koottu isoja karjalaumoja hyvin lyhyiksi ajoiksi. Pitkien tieteellisten tutkimusten, epäonnistumisten ja oivallusten sarjojen jälkeen Savory oli kehittänyt yhdessä paikallisten viljelijöiden kanssa laidunnusmenetelmän, joka toimi ympäristön elvyttämiseen ja mahdollisesti laidunten kantokyvyn paranemiseen.

Menetelmässä oli kuitenkin edelleen puutteita muuttuvien olosuhteiden ja ihmisten poikkeavien tavoitteiden huomioimisessa. Savory yhdisti Jan Smutsin holistisen maailmankuvan (Smuts, 1926), taloussuunnittelun, ekologisen tietämyksensä ja

sotilasjohtamisen opit Holistic Managementina tunnetuksi kokonaisvaltaiseksi tilanpidon kehikoksi, jonka yhtenä työkaluna on Holistic Planned Grazing. Kokonaisvaltaisessa tilanpidossa päätöksenteko perustetaan tarkalle tilannekuvalle ja selkeälle etukäteen suunnitellulle visiolle tulevaisuuden resurssipohjasta. Kaikki päätökset pyritään testaamaan ja niiden soveltuvuus tavoitellun resurssipohjan toteutumisen kannalta varmistetaan seuraamalla toimenpiteiden vaikutuksia ennalta määritettyjen indikaattorien avulla. Palautteen perusteella toimintatapoja muutetaan ja pyritään kohdentamaan toimenpiteet prosessien heikoimpiin lenkkeihin. Itseään korjaavan palauteluopin ansiosta kokonaisvaltaisen tilanpidon voidaan katsoa olevan mahdotonta epäonnistua, koska epäonnistuminen tarkoittaisi virhettä jossain prosessin vaiheessa, joka merkitsisi, ettei prosessi ole ollut kokonaisvaltaista tilanpitoa.

Kokonaisvaltaisen tilanpidon levitessä maailmalle ja erityisesti Yhdysvaltoihin, pitkälti väärinkäsityksiin ja Allan Savoryn henkilöhistoriaan liittyvä vastustus kasvoi merkittävästi. Savoryn teorioita on yritetty kumota useilla tutkimuksilla. Kokonaisvaltaisen tilanpidon monimutkaisen luonteen vuoksi yksiselitteisten tieteellisten tutkimusten tekeminen on ollut lähes mahdotonta. Tiedeyhteisö on pyrkinyt irrottamaan laidunnuksen erilliseksi osaksi ja tutkimaan sitä ehkä liiankin yksinkertaistetuin menetelmin. Kokonaisvaltaisuudesta ja suunnittelusta irrotetuissa yksinkertaistetuissa kokeissa havaittiin, että yksinkertaistamalla prosessi pelkäsi laidunnusjärjestelmäksi se ei tuottanut toivottavia vaan jopa päinvastaisia tuloksia. (Nordborg ja Röö, 2016; Carter, ym., 2014) Tutkimukset oikeastaan todistavat Savoryn teorian kokonaisvaltaisuuden ja palauteluopin tärkeydestä. Toisaalta ne osoittavat myös varovaisuuden ja huolellisen perehtymisen tärkeyden suuria muutoksia tehtäessä.

Carterin ja kumppaneiden artikkelissa todetaan monien menetelmän hyötyjen liittyvän todennäköisesti nimenomaan kokonaisvaltaisuuteen, eikä niinkään menetelmän ekologiseen paremmuuteen. Toisaalta siinä todetaan myös menetelmän tutkimisen vaikeus sen epämääräisyyden ja monimutkaisuuden vuoksi. Yhdysvalloissa käytännössä havaittujen hyötyjen myötä on tehty myös laidunnustutkimusta ja jatkokehitystyötä. Osittain Savoryn henkilöhistoriasta irrottautumisen ja tieteellisen terminologian selkeyden vuoksi on alettu käyttää termiä adaptive multi-paddock grazing. (Teague, ym., 2011) Laidunnusopasta (Mattila ym., 2020) kirjoitettaessa päädyttiin kääntämään termi suomen kielelle tilannetajuisena laidunnuksena tilannekuvan mukaan muuntautuvaa

päätöksentekoprosessia hyvin kuvaavaa sotalastermiä hyödyntäen. Tilannetajuinen laidunnus on siis enemmän tai vähemmän sidottu kokonaisvaltaiseen tilanpitoon, koska tilannetajun vaatima selkeä kokonaiskuva tilanteesta vaatii vastaavaa prosessia kuin siinäkin. Laidunnuksen toteuttaminen tilannetajuisesti on mahdollista ilman kokonaisvaltaisen tilanpidon harjoittamista koko tilalla, vaikka se olisikin suositeltavaa monista syistä. Yhdysvalloissa muun muassa kuuluisat regeneratiiviset viljelijät Gabe Brown ja Joel Salatin käyttävät tilannetajuista laidunnusta yhtenä työkaluna tilojensa toiminnassa. Maailmanlaajuisesti kokonaisvaltaista tilanpitoa harjoitetaan Holistic Management Internationalin mukaan vähintään 20 miljoonalla hehtaarilla, josta valtaosalla laidunnus on osa aktiivista työkalupakkia. Suomessa Niina ja Phillip Mayerin Mantereen tila Lempäälässä toimii kokonaisvaltaisen tilanpidon mallitilana ja heidän ylämaankarjansa laidunnusta ohjataan tilannetajuisesti. Lisäksi on monia suomalaisia tiloja, joilla tilannetajuisen laidunnuksen menetelmiä sovelletaan sellaisinaan tai tilalle sopivilla tavoilla mukautettuina. Tilannetajuista laidunnusta kokeilleet ovat yleensä kokeneet käytännön hyödylliseksi tilan taloudelle, eläimille, ihmisille, ympäristölle ja muulle kokonaisuudelle. Suunnitteluun ja laidunsiirtoihin kuluva aika on monesti säästynyt jostain tarpeettomiksi käyneistä työvaiheista ja työn mielekkyys on lisääntynyt. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Mattila ym., 2020)

### **3 Laidunnuksen suunnittelu**

#### **3.1 Tilannetajuisen laidunnuksen suunnittelu yleisesti**

##### **3.1.1 Kokonaisvaltainen tilannekuva**

Kokonaisvaltaisessa tilanpidossa suunnittelu ja päätöksentekoprosessit lähtevät tilannekuvan hahmottamisesta. Tilannekuva luodaan selvittämällä kaikki päätöksentekoketjuun kuuluvat henkilöt, esimerkiksi tilan väki ja pankki tai naapuri. Seuraavaksi selvitetään, kenellä kaikilla on veto-oikeus tehtyihin päätöksiin. Kaikki päätöksentekoketjuun kuuluvat henkilöt on tärkeää osallistaa soveltuvin osin kartoitukseen ja päätöksentekoon, jotta myöhemmiltä yllättäviltä ristiriitatilanteilta vältyttäisiin. Päätöksentekijöiden kanssa kartoitetaan nykyinen resurssipohja, joka on käytettävissä tilan

toimintaan. Kartoitettavaan resurssipohjaan sisältyy muun muassa kiinteistöt, infra, koneet, rahavarat, tulonlähteet, eläimet, henkilöstö ja sidosryhmät. Kolmanneksi pohditaan ja kirjoitetaan ylös toiminnan tarkoitusta ja osallistuvien ihmisten elämänlaadun kulmakiviä. Neljänneksi pohditaan asioita, jotka ovat välttämättömiä tavoitellun elämänlaadun toteutumiseksi. Lopuksi kuvataan tulevaisuuden välttämätöntä resurssipohjaa elämänlaadun turvaamiseksi ikuisesti eli myös tuleville sukupolville. Resurssipohjaan sisältyy vähintään ympäristö, ihmiset, yhteisö ja kunkin omat toimintatavat tai käytös. (Mattila, 2016; Perkins, 2016; Savory ym., 2016)

Kartoituksen luoma kokonaiskuva nykytilanteesta ja tavoitetilasta auttaa tekemään pitkällä aikavälillä kestäviä päätöksiä. Syvältä osallistuvien ihmisten arvoista ja elämänlaadun osaluista nousevat päätöksenteon raamit ovat äärimmäisen tärkeitä toiminnan mielekkyyden kannalta. Raamien puitteissa tehdyt päätökset takaavat toiminnan lisäävän elämänlaadun olosuhteiden jatkuvasti muuttuessa. Mahdollisimman huolellisesti tehty ensimmäinen kartoitus auttaa välttämään isoja myöhempiä muutoksia ja erityisesti turhia tai haitallisia päätöksiä myöhemmin muuttuneiden raamien kannalta. Täydellisten ja lopullisesti muuttumattomien raamien luominen ensimmäisellä kerralla on lähes mahdotonta ja on tärkeää tarkastella niitä säännöllisesti esimerkiksi vuosittain ja suurempien resurssipohjaan kohdistuvien muutosten jälkeen.

Päivitetyt raamit jalostuvat usein ajan kuluessa entistä syvällisemmiksi, yksinkertaisemmiksi ja osuvammiksi. Mahdollisesti tulevaisuuden resurssipohja tai päätöksentekijöiden elämänlaatuavoitteiden täyttyminen ei edellytä laidunnuksen käyttöä, vaadi suuria muutoksia eikä eläintenpidon lopettamista tulevaisuudessa. Kaikille vaihtoehdoille kannattaa olla avoin ja hyväksyä tosiasiat. Yleensä laidunnus sopii tilalle tavalla tai toisella ja sen käytännön järjestäminen vaatii suunnittelua. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Brown, 2018; Mattila ym., 2020)

### **3.1.2 Laidunnussuunnitelman pohjatiedot**

Laidunnussuunnittelun pohjaksi tarvitaan mielellään vähintään tieto käytettävissä olevista alueista, infrasta, eläimistä, työvoimasta ja muista resursseista, sekä tavoitteista.

Laidunsiirroista ja eläinten hoidosta vastaavan henkilön hyvä ammattitaito ja tietämys



yleensä riittää laidunnuksen toteutukseen. Haastavissa olosuhteissa kestävän ja tavoitteellisen laidunnuksen suunnittelu voi olla elintärkeää. Maatalouden heikon kannattavuuden ja pienien marginaalien vuoksi vähittäin tapahtuvat lähes huomaamattomat muutokset voivat olla ratkaisevassa asemassa konkurssin ja menestymisen välillä. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Brown, 2018; Mattila ym., 2020)

Kuten monimutkaiset laskutoimitukset, myös laidunnussuunnitelman voi tehdä päässä, mutta paperilla tai tietokoneella tehtynä on helpompi luoda kokonaiskuva, vertailla ja havaita mahdollisia virheitä. Paperinen laidunnussuunnitelma on helpompi selittää toisille ja siitä on mahdollista tarkistaa yksityiskohtia myöhemmin. Kirjoittamalla ja piirtämällä tehty laidunnussuunnitelma vahvistaa muistijälkiä. Savory kutsuu laidunnussuunnitelmaa myös aidé memoireksi eli muistinvirkistäjäksi. (Savory ym., 2016) Paperisen laidunnussuunnitelman tärkeimpiä tehtäviä onkin virkistää muistia haastavissa tilanteissa.

Laidunnussuunnitteluprosessin aikana käydään läpi laidunnukseen liittyviä tekijöitä ja mahdollisia haastavia tilanteita kuten kuivuus, rankkasateet, ilkkivalta, sairastapaukset, lomtat, liian nopea tai hidas kasvukauden eteneminen. Etukäteen mietityt ratkaisuvaihtoehdot sparraavat päätöksentekijöitä ratkaisujen kehittämiseen ja parhaimmillaan tarjoavat lähes valmiita toimintamalleja vääjäämättömien haastavien tilanteiden konkretisoituessa. Tilannetajuuden laidunnuksen oleellinen osa on hyväksyä toimintaympäristön arvaamattomuus ja varautua todennäköisiin ongelmatilanteisiin. Varautuminen saattaa vähentää huipputuloksia, mutta toisaalta varmistaa varautumattomuutta todennäköisemmin tasaisen ja pitkäjänteyden suotuisan kehityksen. Tilannetajuuden laidunnuksen suunnittelussa arvioidaan laidunalueiden rehuntuotto- ja kantokyky laidunkauden eri vaiheissa odotettavissa olevissa olosuhteissa. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Brown, 2018; Mattila ym., 2020)

### **3.1.3 Palautuminen ja laidunkierto**

Huonojen olosuhteiden varalta laitumille pyritään jättämään niin sanottua ”reservirehua”. Erillisen reservilohkon sijasta reservi integroidaan laidunnuskiertoon reilusti mitoitettuina laidunlohkoina. Laidunnuskiertoon kuulumaton kokonainen reservilohko kasvaisi helposti ”yli” ja vaatisi puhdistusniittoa. Puhdistusniiton jälkeen reservilohko ei olisi käytettävissä

laidunnukseen ennen sen palautumista ja haastavien olosuhteiden ilmaantuessa yllättäen ei olisikaan reserviä käytettävissä. Laidunnuskiertoon integroitu reservi uudistuu laidunnuskierron aikana osittain laidunnusvaikutuksen kautta, vaikka sitä ei syötäisikään. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Brown, 2018; Mattila ym., 2020)

Tallattu ja pieninä tupsuina pystyy jäänyt kasvusto toimii maaperän ja monimuotoisuuden suojana, eikä sillä ole merkittävää kilpailevaa vaikutusta muun palautuvan kasvuston kannalta. Tasaisen laidunvaikutuksen ansiosta pystyy jääneet tupsut saavat valoa muuten mahdollisesti varjostuksesta kärsiviin tyviosiinsa ja voivat uudistua tehokkaasti. Pystykasvusto pääsee usein myös tuottamaan siementä ja kelpaa usein eläinten kuiduntarpeen täyttämiseen vielä seuraavilla laidunnuskiirroksilla. Talventörröttäjiksi ensimmäisen laidunnuskierron pystykasvustosta jää usein vain pieni osa. Törröttäjistä voi olla merkittävä monimuotoisuushyöty erityisesti lumiseen aikaan tarjotessaan monille eläimille ravintoa, suojaa ja kulkuväylän lumipatjan alle. Keväällä ne toimivat sulamisen katalysaattoreina, muodostavat happireikiä mahdolliseen jääpeitteeseen ja suojaavat lumetonta maata ja kasvustoa säteily- ja pakkasvaurioilta. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Brown, 2018; Mattila ym., 2020)

Usein kasvukauden alussa kasvukäyrän mukainen voimakkaan kasvun jakso ehtii alkaa ennen ensimmäisen laidunnuskierron päättymistä tai jopa ennen ensimmäisen kierron alkamista. Voimakasta kasvua voi yrittää saada kiinni erittäin nopealla ensimmäisellä laidunnuskierroksella, mutta usein hitaamman kasvun mukaan mitoitettun kokonaislaidunalan kattaminen riittävällä laidunvaikutuksella ylikasvun välttämiseksi ei ole mahdollista. Ratkaisuna voi olla esimerkiksi laitumen osien niitto rehuksi, porrastetut aikaiset puhdistusniitot tai laidunkauden aloituksen aikaistaminen tiedostetulla ylilaidunnusriskillä. Ylilaidunnusta voi myös tarkoituksellisesti käyttää kasvuun lähdön viivästyttämiseen, kunhan huolehtii riittävästä palautumisesta tarvittavin toimenpitein. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Brown, 2018; Mattila ym., 2020)

Ensimmäisessä laidunnuskierroksessa on myös palautumisaikoihin liittyvä ongelma. Kierron ensimmäiset lohkot lähtevät palautumaan kiihtyvällä nopeudella, mutta viimeisimpien lohkojen kasvit usein menettävät laidunnusvaikutuksessa isomman osan lehtialastaan ja niiden palautumisolosuhteet ovat yleensä selvästi ensimmäisiä lohkoja huonommat.

Laidunnuskiertoa on siis hidastettava portaittain hidastuvan kasvun ja palautumisnopeuden mukaan riittävästä palautumisajoista huolehtimiseksi. Laidunnusjakson aikana tapahtuvan yllilaidunnuksen välttämiseksi on myös nopeutettava kiertonopeutta kasvun ja palautumisen nopeutuessa. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Brown, 2018; Mattila ym., 2020)

Laidunlohkolla kerralla vietetyn ajan eli laidunnusjakson pituus vaikuttaa suoraan kaikkien laidunnuskierron kasvien lepoaikaan. Lepoaikaa ja laidunnuskierron nopeutta on mahdollista säädellä myös laidunlohkojen kokoa ja määrää säätämällä. Palautumisen varmistamiseksi tarvittavien laidunlohkojen vähimmäismäärä tulee suoraan kasvu- ja palautumisajoista. Suomen ilmaston nopean kasvun olosuhteissa palautumisprosessi on nopea ja yllilaidunnusriski kasvaa yleensä merkittävästi laidunnusjakson pituuden ylittäessä 1–3 vuorokautta. Hitaan kasvun aikaan sama riski kasvaa 3–5 vuorokauden jälkeen. Palautumisjakson pituus taas vaihtelee yleensä 25–70 vuorokauden välillä. Nopean kasvun aikaan vuorokauden laidunnusjaksoilla tarvittaisiin 26 laidunlohkoa eläinryhmää kohden 25 vuorokauden lepoajan varmistamiseksi. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Brown, 2018; Mattila ym., 2020)

Käytännössä edellä kuvatun palautumisnopeuden kehityksen ja vaihteluvälien mahdollistamana voidaan pärjätä vähemmälläkin lohkojen määrällä, erityisesti jos osa lohkoista niitetään suunnitellusti. Eläinryhmien yhdistämisellä saavutetaan laitumella yleensä haittoja suuremmat hyödyt, mutta erityistarpeiden huomioiminen saattaa vaatia poikkeavia toimintatapoja. Myöhemmin kasvun hidastuessa samat lohkot riittävät, jos laidunnusjakson pituus nostetaan kolmeen vuorokauteen. Laidunnuksen tehokkuus kärsii laidunnusjakson pidentyessä ja sateiden jälleen saapuessa kasvu jälleen nopeutuu. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Brown, 2018; Mattila ym., 2020)

### **3.1.4 Laiduninfra**

Laidunnuksen suunnitteluun liittyy myös laidunten ja laiduninfran suunnittelu. Laidunnuksen joustavuutta saadaan lisättyä kevyillä siirrettävillä väliaidoilla tai isommassa mittakaavassa paimentamalla, erityisesti jos paimenia tarvitaan petojen vuoksi muutenkin. Mukautuvat aitalinjat vaativat myös muulta infralta joustavuutta ja esimerkiksi eläinten juomavesi täytyy

pystyä järjestämään tavalla tai toisella. Erilaiset siirrettävät ratkaisut tai kiinteät verkostot ja tiheät liityntäpisteet ovat yleisiä ratkaisuja pitkien karjakujien ohella. Kiinteitä aitoja tarvitaan yleensä ainakin laidunalueiden ulkoreunoille.

Laidunalueiden suunnitelmissa kannattaa huomioida maankäytön pitkän aikavälin suunnitelmat. Australialaisen P. A. Yeomansin scale of permanence eli suhteellinen pysyvyysjana asettaa aidat seitsemänneksi ilmaston, maastonmuotojen, vedenlähteiden, tiestön, puiden ja rakennusten jälkeen. Viimeisenä aitojen jälkeen tulee ruokamultakerros, jonka tuhoaminen ja parantaminen on suhteellisen nopeaa ja helppoa. Aitojen rakentaminen ja kunnossapitokin vaatii runsaasti työtä ja niiden sijoittelulla on vaikutusta pitkällä aikavälillä myös maastonmuotoihin, ja veden virtaukseen, vaikka ne väistyvätkin isompien muutosten tieltä. Pysyvämpien aitojen rakentaminen, jos mahdollista, on hyvä toteuttaa tehokkaasti muun maanrakentamisen yhteydessä ja suunnitella tuleva huolto mahdollisimman helpoksi.

Mahdollisimman suorat ja suhteessa kattamaansa pinta-alaan lyhyet aidat ovat tehokkaimpia kestävien kulmien vaatiman suuremman työmäärän takia. Vähäravinteinen tai kasvukelvoton maaperä mahdollisimman korkean alimman langan alla vähentää merkittävästi sähköaidanalusten trimmaustarvetta. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Brown, 2018; Mattila ym., 2020) Yeomansin kehittämä Keyline Design-suunnittelujärjestelmä hyödyntää luonnollisten maastonmuotojen vaikutusta kestävämmän maankäytön ja infra suunnittelussa. Asettamalla infra maastossa korkeimmille kohdille tai korkeuskäyrän suuntaisesti voidaan välttää merkittäviä routa- ja eroosio-ongelmia, sekä tasoittaa ja ohjailla veden vaikutusta maastossa. Korkeuskäyrän suuntaisesti kulkemalla säästetään myös nousemiseen kuluva ylimääräistä energiaa ja loivasti korkeuskäyrillä kohdetta kohti laskeuduttaessa voidaan hyödyntää painovoiman vaikutusta. (Yeomans ym., 2002; Perkins, 2016)

### 3.1.5 Laidunnussuunnitelman koostaminen

Laidunnussuunnitelman koostamiseen on valmiita suunnitelmapohjia. Pohjiin kannattaa tutustua ja harjoitella niiden täyttöä jo hyvissä ajoin ennen kasvukauden alkua, mutta varsinainen suunnitelma kannattaa tehdä juuri kasvukauden alkaessa, kun talvituhojen laajuudesta ja kevään kasvusta tietää enemmän. Liitteessä yksi on Holistic Management Internationalin paperipohja ja Tuomas Mattilan edellisestä yksinkertaistaman Excel-taulukon esimerkkisivu (Taulukko 1). Paperipohjalle merkitään värikynillä ensin tiedossa olevat punnitukset, siemennykset, eläinryhmien uudelleenjärjestelyt, pellonpiennartapahtumat, lomat, juhlapäivät, maalintujen pesinnät, oheiskasvien esiintymät ja muut laidunkiertoon vaikuttavat aikaan ja paikkaan sidotut merkittävät tapahtumat. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Brown, 2018; Mattila ym., 2020)

Taulukko 1: Laidunnussuunnitelma Excel, esimerkkisivu

Laidunlohko	Lohkot			Laidunnus pv		Laidunjaksoit päivinä viikossa												Tarkastelu																				
	Pinta-ala	Laatu 1-10	Pisteet	min	max	Touko		Kesä			Heinä			Elo			Syys			Laidunpv.	Eläinpv.	Rehua kg	Sato kg/ha	Eläinpv/ha														
						18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41									
A	3	4	12	4	8	2	2				2	6			1	7	4						5	3														
B	5	6	30	10	19	5	7																	4	7	7	1											
C	8	8	64	20	41			7	7	6									3	7	7	7	7	3										6	7	C		
D	2	10	20	6	13						1	5											4	7	2											D		
						0	0																0	0														
						0	0																0	0														
						0	0																0	0														
						0	0																0	0														
						0	0																0	0														
						0	0																0	0														
						0	0																0	0														
						0	0																0	0														
						0	0																0	0														
						0	0																0	0														
						0	0																0	0														
Pinta-ala yht.	18	Keskim	31,5		Yht.	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7											
Lohkojen lukumäärä	4																																					
Laidunlepo pv	min	max			Eläinyksikkö	21	21	21	21	22	22	22	22	24	24	24	24	24	25	25	25	25	26	26	26	26	26	27										
Laidunnuksen kesto pv	30	60			Emoja	20					20			20							20																	
	10	20			Vasikoita	20					20			20							20																	
Standardieläimen paino	600 kg				Emon paino	600					600			600							600																	
Rehunkulutus k.a. elopainosta	3 %				Vasikan paino	40					73			106							139																	

Seuraavaksi paperille täytetään eläinryhmien tiedot, lohkojen edelliseltä laidunkaudelta palautuminen, käytettävissä olevien lohkojen lukumäärä, lohkot, jotka tarvitsevat erityishuomiota ja arvio laidunlohkojen kasvuston laadusta tai määrästä. Sitten lasketaan lohkojen tuottavuus, määritetään lepojakojen pituudet sekä lasketaan laidunjaksojen pituudelle minimi ja maksimit lohkoittain lohkojen tuottavuuden ja lepoaikojen perusteella.

Merkittyjen tietojen ja laidunkartan avulla piirretään pohjalle lyijykynäviivoilla laidunnusjaksot. Laidunnusjaksot sijoitetaan ensin takaperin eläinten ravitsemuksen ja muiden tarpeiden kannalta tärkeistä sijainneista ja ajankohdista, jotta varmistutaan eläinten oikeasta sijainnista oikeaan aikaan. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006)

Erikoishuomiot tulee huomioida ja esimerkiksi eläimille myrkyllisiä kasveja tai maassa pesiviä lintuja sisältävillä lohkoilla laidunnusjaksot tulisi pitää minimipituudessa tai sen alle, jotta laidunnuspaine ei aiheuttaisi turhia riskejä. Jos minimipituutta joudutaan käyttämään useilla lohkoilla, on kiinnitettävä erityishuomiota lepoaikojen täyttymiseen ja tarvittaessa pidennettävä laidunnusjaksoja toisilla lohkoilla. Laidunnusjaksojen pituutta päätettäessä on tärkeää huomata, että liian lyhyt lepojako on liian pitkää laidunnusjaksoa haitallisempi palautumisen kannalta. Tästä syystä aina lepojaksen pituutta tai rehun riittävyttä epäiltäessä on parasta hidastaa laidunkiertoa. Tietysti palautumisen kannalta olisi parasta, jos laidunkiertoa hidastettaisiin väliaitojen avulla laidunlohkojen määrää lisäämällä. Väliaikaista lohkon sisäistä jakoa kaistoihin ei tarvitse merkitä laidunnussuunnitelmaan, mutta se on hyvä tiedostaa ja toteuttaa maastossa. Erityishuomiota tarvitsemattomilla alueilla laidunnusjaksot tulisi aluksi suunnitella reilusti maksimilaidunnusjaksojen mukaan, jotta suunnitelmassa olisi väljyyttä huonon kasvun varalta. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006)

Lopuksi lasketaan suunnitelman mukainen laidunnuspaine eläinpäivinä hehtaaria kohden ja merkitään lukema laidunnussuunnitelman laidunjaksojen viivojen vasempaan reunaan ja tarkistetaan suunnitelma lohkoittain. Suunnitelmaa säädetään tarpeen mukaan vähentämällä heikommilta lohkoilta laidunpainetta ja lisäämällä sitä vahvemmille lohkoille. Varmuuden vuoksi on hyvä tehdä laitumille tarkastuskierros ja arvioida rehun määrän ja laadun riittävyttä suunnitellulla laidunnuspaineella. (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Perkins, 2016; Brown, 2018; Mattila ym., 2020)

### **3.2 Laidunnus Qvidjan kartanotilalla**

Qvidjan kartano on uudistavan maatalouden esimerkkitala Paraisilla. Tila aloitti luonnonmukaisen tuotannon siirtymävaiheen keväällä 2021 ja tilalla on aiemminkin nykyisten omistajien hallinnassa ollessa käytetty pääosin kierrätyslannoitteita ja lantaa, eikä

lainkaan kasvinsuojeluaineita. Tilalla on noin 180 hehtaaria nurmipeltoa ja noin 38 hehtaaria maatalousluonnon monimuotoisuuden- ja maisemanhoitoalueita eli ympäristönhoitoalueita. Laidunalueita oli vuonna 2021 laitumiin liittyvät metsän varjoalueet mukaan luettuna yhteensä noin 134 hehtaaria, josta noin 33 hehtaaria lampaiden, itäsuomenkarjan ja ylämaankarjan laiduntamia ympäristönhoitoalueita, 61 hehtaaria emolehmäkarjalla ja 40 hehtaaria hevosilla. Lisäksi myöhemmin kesällä tuli käyttöön noin 4 hehtaarin kokoinen alue, jolla haluttiin kokeilla ja mitata laiduntavien eläinten kasvihuonekaasupäästöjä Ilmatieteenlaitoksen mittausasemalla.

Kokeessa laiduntaviksi eläimiksi valikoitui tilan ylämaankarja, koska koealue sijaitsi lähimpänä niiden laitumia.

Qvidjan laitumilla laidunsi kesän aikana 49 yksilön herefordemolehmäkarja, 9 ylämaankarjalehmää, kaksi itäsuomenkarjalehmää, itäsuomenkarjasonni, 19 lämminverisiitostammaa, 10 ylivuotiasta oria, 4 ylivuotiasta tammaa, 15 varsaa, ori ja 3 harrastehevosta ja 81 suomenlammasuuta. Opinnäytetyön kirjoittaja toimi Qvidjassa pelloista, koetoiminnasta ja ympäristönhoidosta vastaavana työntekijänä ja osallistui laidunnuksen suunnitteluun omasta näkökulmastaan.

### **3.2.1 Laidunnuksen suunnitteluprosessin kuvaus**

Laidunnuksen suunnittelu aloitettiin hyvissä ajoin talvella 2020–21, koska keväällä oli odotettavissa kiireistä aikaa poikimisten ja muiden ajankohtaisten asioiden vuoksi. Myös talvella oli kiirettä ja uuden asian käsittelyyn kului yllättävän paljon aikaa.

Suunnittelukokouksia pidettiin useita erikseen ja yhdessä hevostenhoitajan ja muiden eläinten hoidosta vastaavan karjanhoitajan kanssa. Laidunnuksen suunnittelun ohella tehtiin talven aikana kokonaisvaltaisen tilanpidon selvityksiä. Ne valmistuivat vasta laidunnuksen suunnitelman jälkeen, mutta prosessin alkuvaiheen tietoja hyödynnettiin jonkin verran myös laidunnuksen suunnitelman laadinnassa. Käytettävissä oli jonkin verran kirjallista ja suullista tietoa aikaisempien vuosien laidunkierrosta ja laidunpaineiden vaikutuksista ja tuleva eläinmäärä oli melko tarkkaan tiedossa.

Laidunnussuunnitelmat tehtiin Excel-pohjaan erikseen emokarjalle (Taulukko 2), lampaille ja itäsuomenkarjalle, ylämaankarjalle ja hevosille. Lisäksi jokaiselle laidunnusryhmälle tehtiin erillinen laidunnusvälilehti, joka koottiin laidunalueen yhteiselle koontivälilehdelle *jos virhe* -funktion ja värikoodien avulla. Aluksi koottiin laitumista hajallaan olevaa tietoa ja piirrettiin laitumet kartalle. Laidunten kantokykyä arvioitiin edellisten vuosien kokemusten, siirtopäivämäärien ja pinta-alojen avulla. Eläinten kasvua ja tarpeita, syntyvien vasikoiden sukupuoliakaumaa ja eläinryhmien koostumusta pohdittiin samoin kokemuksen perusteella ja päiväkasvuja tarkastelemalla. Erityistarpeiden, huomionkohteiden ja aikataulujen tarkastelua tehtiin laidunjaksojen asettelua ennen ja asetteluun aikana tarpeiden tullessa mieleen.

Taulukko 2: Qvidjan emolehmien laidunnussuunnitelma 2021

Lohkot		Laidunnus pv /kierros		Laidunjakso pöytäviikossa																																				Tarkastelu																																																
Laidunlohko	Pinta-ala lepu/ha	lepu	min	max																																					Laidunpvt	Eläinpvt	Rehua kg	Sato kg/ha	sd/ha																																											
Storängen	8,87	135	1199	11	36	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	Storängen	78	1299	23391	2637	147	108 %																																															
Hästthagen	8,19	90	557	5	17																															Hästthagen	41	579	10423	1684	94	104 %																																														
Råback	10,92	229	2505	23	75																																Råback	39	1419	23549	2346	130	57 %																																													
Tammimetsä	7,55	51	385	4	11																																	Tammimetsä	17	424	7637	1812	56	110 %																																												
Kuusimetsä	1,69	24	41	0	1																																	Kuusimetsä	2	53	720	426	31	130 %																																												
Nästgränäs	3,93	45	176	2	5																																		Kuusimetsä	8	191	2604	663	49	109 %																																											
Signäs	5,46	75	410	4	12																																		Nästgränäs	15	463	6312	1156	85	113 %																																											
Signäs 21 v	14,09	93	1304	12	39																																			Signäs	55	1492	20322	1442	106	114 %																																										
Signäs 22 o	1,51	49	74	1	2																																				Signäs 21 v	3	63	1133	750	55	112 %																																									
Signäs 22 o	0,845	66	56	1	2																																				Signäs 22 o	2	62	850	1006	74	113 %																																									
Pinta-ala yht.	61,055	Keskim	670,6		Yht.	0	0	0	6	14	14	14	14	14	16	21	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	10,6	2	0	0	0	0	0	0			281	6067	98941	1621	99																																														
Lohkojen lukumää	5																																					Laidunrehan kulutus kulva aineena																																																		
Laidunlepo pv	25	30	eläimiä		Eläinpäivä/vrk																																				Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka																																										
Laidunuksen kest	6,25	20,00	se		37 37 37 37 37																																				41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41												
Standardieläimen	600	kg	se		Eläimiä																																				Emoja	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19					
Rehunkulutus k.a. etopainosta	3,0 %	se		Eläimiä																																				Hiehoja	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13		
			se		Eläimiä																																				Sonneja	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
			se		Eläimiä																																				muut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			se		Eläimiä																																				Vasikoita	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17		
			se		Eläimiä																																				Emon paino	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
			se		Eläimiä																																				Hiehon paino	460	482	504	525	547	569	591																																								
			se		Eläimiä																																				Sonnin paino	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997			
			se		Eläimiä																																				muun paino																																															
			se		Eläimiä																																				Vasikan paino	85	130	175	220	265	310	355																																								

Emolehmäkarjassa erityishuomiota vaativat muun muassa hiehojen siemennys, astutuskausi, vasikoiden ja imettävien emojen korkeimmat rehun laatuvaatimukset, metsästysmatkailu, varjopaikkojen ja vesipisteiden sijainnit ja metsätöiden tieltä purettujen aitojen pysytysaika-  
taulu.

Hevosilla erityishuomiota vaati muun muassa eri ikäisten varsojen portaittainen laidunkauden aloitus, hevosten liikunnan ja sosiaalisen tilan tarve, hevosten totuttaminen laidunryhmiinsä, orien ja tammojen erillään pito, siemennettävien tammojen kuljetukset, hevosten siirtojen vaatima työvoima, metsästysmatkailu, väliaitojen siirtämisen työläys ja



tarkat rehun laatuvaatimukset. Hevosia täydennysruokittiin laitumille väkirehuilla. Hevosten laidunkierrossa jouduttiin tekemään paljon kompromisseja laidunjaksojen pituuksien kanssa.

Ympäristönhoitoalueilla erityishuomio kiinnittyi enemmän itse laidunnusvaikutukseen. Erilaisten kasvupaikkojen ja kasvien laidunpaineen ja lepojaksoiden lisäksi piti erityisesti kiinnittää huomiota vieraslajeihin ja muihin eläimiin kuten uhanalaisen isoapollonperhosen toukkien koteloitumiseen eräällä laidunalueella. Laidunjaksoja aseteltiin kartan avulla sopiviksi laidunkierroiksi. Suunnitelmista oli kokonaisuuksina nähtynä helppo löytää haasteita ja niitä päivitettiin useampaan otteeseen. Emolehmien suunnitelmaa oli tarkoitus tarkastella vielä juuri ennen laidunkauden aloitusta uudelleen, mutta tarkastelua ei saatu järjestettyä.

### **3.2.2 Ympäristöseikkojen huomioiminen**

Laidunnuksen suunnittelussa otettiin tilan arvojen mukaisesti monin tavoin huomioon ympäristö- ja luontoarvot. Jo laidunnuksen suunnittelu, laidunkierto ja lepoajat itsessään usein lisäävät monimuotoisuutta. Quidjassa kiinnitetään erityistä huomiota monimuotoisuuteen, ravinnevalumiin, maan rakenteeseen ja ilmastovaikutuksiin.

Suunniteltu laidunnuskierto tukee monimuotoisuutta muun muassa jättämällä jokaiselle lohkolle tilaa monimuotoisuudelle heinätupsujen, kukkivien kasvien ja laiduntamattoman ajan muodossa. Heinätupsuista voivat hakea suojaa ja ravintoa monenlaiset hyönteiset, linnut ja muut eläimet. Laidunten poikkeuksellisen monipuolisissa kylvöseoksissa on runsaasti kukkivia kasveja ja sopivan kevyellä laidunnuksella kukinta-aikoja saadaan jatkettua kestävästi läpi kesän.

Laidunlevon aikana laitumella ei ole karjaa, työkoneliikennettä tai ihmisiä häiritsemässä herkempien eläinten viihtymistä. Kasvuston tehokkaan kasvun mahdollistava laidunvaikutus ja riittävä palautuminen voivat tehostaa maaperän hiilensidontaa. Eläinten luonnollinen laidunnus voi vähentää metaani- ja typpioksiduulipäästöjä yhdessä monipuolisen maaperämikrobiston kanssa. Kasvustoista ja maan kasvukunnosta huolehtimalla voidaan pitkittää lohkojen uudistamisväliä, mikä auttaa hiilipäästöjen ja ravinnevalumiinien vähentämisessä kuten palautumisaikakin. Erityisesti tilan laajat ympäristönhoitoalueet ja

pitkä kulttuurihistoria lisäävät alueen monimuotoisuutta ainutlaatuisella tavalla. Maisema tilalla poikkeaa alueen muista tiloista edukseen myös ympärivuotisella vihreydellään ja monipuolisuudellaan.

### 3.2.3 Eläinten hyvinvointi

Laidunnus on laiduneläinten luontainen ravinnonhankintakeino ja laidunkierto luontainen tapa ylläpitää terveyttä ja turvallisuutta. Qvidjassa eläinten hyvinvointia on pyritty lisäämään laidunkierron lisäksi esimerkiksi laidunalueet kattavalla vesijohdolla ja laidunten laajentamisella varjoisille metsäalueille. Paahteisten laidunten reunoille istutettiin kesän 2021 aikana nopeasti kasvavia puita tuomaan varjoa eläimille ja monimuotoisuutta maisemaan (Kuva 3).

Kuva 3: Hopeapaju istutettuna laidunaitojen väliin Qvidjassa 2021



Vesijohtoon liitettävät siirrettävät uimurikupit puhdistetaan säännöllisesti ja veden laatua tarkkaillaan tilan omalla pohjavedenottamalla. Eläimille on jatkuvasti tarjolla monipuoliset kivennäisseokset. Tilalla on myös laitumille siirrettävissä olevaa eläinten käsittelykalustoa, joka mahdollistaa vaatavienkin hoitotoimenpiteiden suorittamisen tarvittaessa myös

laitumella. Laidunsuunnitelmassa otettiin erityisesti huomioon eläinten tarve päästä suojaan auringolta ja varauduttiin helteisimpiin jaksoihin suunnittelemalla laidunnus varjoalueille.

### **3.2.4 Talousvaikutukset**

Laajojen laidunalueiden ylläpito ja monien eläinryhmien hoito vaativat itsessään paljon työaikaa ja välineitä. Laidunnuksen suunnittelu ja tiheän laidunkierron toteutus väliaitojen kanssa vaatii jonkin verran enemmän aikaa ja lisää välineitä, mutta myös säästää niitä toisaalla. Laidunsiirtojen aikana hoituu samalla eläinten päivittäiset tarkistukset ja toistuvien positiivisten kontaktien avulla eläinten käsittely on helpompaa. Laidunnuksen suunnittelulla voidaan parantaa työntekijöiden ja eläinten hyvinvointia, eläinten kasvua, lihan laatua, peltojen kasvukuntoa ja satotasoja.

Parantuneet olosuhteet mahdollistavat pitkällä aikavälillä eläinmäärän kasvattamisen tai eläinten käytössä olevan peltopinta-alan pienentämisen ja tuloksen asteittaisen paranemisen. Laidunkauden mahdollinen pidentäminen vähentää ruokinta- ja kuivatuskustannuksia ja parantunut maan kasvukunto vähentää muun muassa peltojen kastelutarvetta.

Kukinta ja siementen tuotanto laitumilla mahdollistaa monimuotoisuuden lisäksi laajempaa hunajantuotantoa ja luontaisen täydennyskylvön. Tuleentuvan kasvuston laadusta ja osuudesta riippuen luontaisen täydennyskylvön arvo on arviolta 24–4000 euroa hehtaaria kohden. Arvo koostuu siemenen arvosta, sekä korjuussa ja kylvössä säästetyistä työstä. Hyvinvoivat laitumet, eläimet ja ihmiset ovat myös markkinointivaltti ja tuotteista on mahdollista saada korkeampi hinta. Laadukkaalla laitumella runsaasti liikuntaa saaneet varsat pärjäävät hyvin raviurheilussa ja voivat tuottaa taloudellista tulosta tappion sijaan.

### **3.2.5 Laidunnuksen käytännön toteutus**

Kasvukausi lähti vauhdilla käyntiin ja nautojen laidunkausi aloitettiin 3 päivää suunniteltua aiemmin 31.5.2022 ja hevosten kausi 4 päivää suunniteltua aiemmin 20.5. Kasvu oli nopeaa kesäkuun loppuun asti. Valtaosa heinistä kukki jo kesäkuun toisella viikolla, ja kasvustot olivat kolmannella viikolla jo reilusti yli metrin korkuisia. Kuivan sään ja runsaan sadon vuoksi

laidunnuskiertoa hidastettiin jo kesäkuussa. Yhden suunnitellun laidunlohkon heinäksi korjuun sijasta heinäksi korjattiin neljä laidunlohkoa. Laidunlohkoilla laidunnettiin jopa nelinkertaisella paineella talvella arvioituun kantokykyyn nähden.

Eläimiä siirrettiin laidunlohkojen sisällä siirrettävien väliaitojen avulla muodostetuissa kaistoissa pääsääntöisesti 1–3 päivän välein. Eläinten siirrot ja laidunnuskaistojen koot määritettiin pitkälti maastossa eläintenhoitajien laidun- ja karjasilmän avulla.

Laidunnuspaine ei ollut emolehmillä liian korkea. Hevosilla laidunnuspaine oli epätasaista pääosin niiden sosiaalisen luonteen aiheuttaman paineen keskittymisen vuoksi, mutta myös nopean kasvun aikaan riittämättömän eläinmäärän vuoksi.

Emolehmien ensimmäinen laidunkierros kesti 65 päivää suunnitellun 45 päivän sijaan ja lepojaksot vaihtelivat välillä 24–105 päivää. Lyhin lepoaika oli kesäkuussa heinäksi niitetyllä loholla, joka laidunnettiin ensin kevyesti 44 päivän kuluttua niitosta syksyn nopean kasvun alussa ja toisen kerran eri eläinryhmällä. Hevosilla lepoajat vaihtelivat 8–45 päivän välillä ja lyhin lepoaika tuli kesäkuun nopean kasvun aikaan kahden tamma-varsaparin seurattessa ylivuotiaita oreja. Kahdeksan vuorokauden lepoaika oli selvästi liian lyhyt, vaikka orien laidunnusjakso olikin lyhyt ja kevyt. Eläimille riitti siitä huolimatta pääosin runsaasti syötävää ja valikoitavaa.

Kukkineet kasvustot tallautuivat pääosin tehokkaasti katteeksi maan pinnalle ja alkoivat tuottaa uusia versoja, mutta hidas kierto päästi myös koskemattomat kasvustot korsiintumaan. Ympäristöhoitoalueiden laidunnuskierto oli yksinkertaisempi ja niistä suuri osa laidunnettiin vain yhden kerran kesän aikana. Laidunnusjaksot olivat yleensä pidempiä 3–59 päivää ja toistuvasti laidunnetuilla lepojaksot 24–84 päivää.

Ympäristöhoitoalueiden hajanaisuuden vuoksi siirrot jouduttiin tekemään suurelta osin kärrykuljetuksin, mikä lisäsi siirtojen työläyttä merkittävästi. Yksi vanha uuhi jouduttiin lopettamaan laidunkaudella jalkavaivojen vuoksi. Isoapolloperhosen koteloitumisalueelle päästiin laiduntamaan vasta 5. elokuuta vaikka koteloituminen olikin loppunut jo heinäkuun alussa. Myöhästyminen johti kastikan turhan voimakkaaseen kasvuun alueella, mutta 80 uuhen laidunnusvaikutus oli yllättävänkin hyvä korsiintuneeseen kastikkaan.

Kevään ensimmäisiin laidunnuttaviin lohkoihin kuuluneella kosteikolla oli laidunnusta hankaloittavia äkkijyrkkiä kuoppia ja liian kapea silta, eikä laidunnusta toistettu myöhemmin, vaikka eläimet kävivätkin viereisellä laitumella. Lohko ei saanut riittävää laidunnusvaikutusta ja lohkoilla esiintyvää vieraslajia japanintatarta murskattiin raivaussahoilla kolme kertaa kesän aikana sen heikentämiseksi ja kukinnan estämiseksi.

Eläimiä vaivasivat helteen ja auringonpaisteen lisäksi harvinaisen suuri määrä paarmoja ja muita hyönteisiä. Uusilla metsään keväällä raivatuilla varjoalueilla laiduntavilla naudoilla oli epätavallisen runsaasti utare- ja sorkkaongelmia tuntemattomasta syystä. Mahdollisesti kuuma sää, kuivat ja kovat risut ja hyönteiset pahensivat asiaa.

Aurinkoisen, kuivan ja kuumun sään vaikutuksesta savimaat kuivuivat ja halkeilivat. Kasvu hidastui merkittävästi heinäkuun ajaksi ja osa laidunnetuista tai niitetyistä lohkoista kellastui ja virkosi kasvuun vasta elokuun alussa sateiden ansiosta. Myös laidunnetuille alueille jäi runsaasti kasvustoa pystyyn ja hevoslaitumilla ja yhdellä emolehmiä laitumella suoritettiin puhdistusniitto heinäkuun lopulla. Puhdistusniitto oli selvästi myöhässä ja sen vaikutukset laidunten laatuun olivat melko vähäiset. Niitetty heinä homehtui alkaneiden sateiden vaikutuksesta alla olevan vehreämmän kasvun pintaan. Kaikilla lohkoilla kasvit siemensivät ja tuottivat runsaasti uusia versoja. Puhdistusniiton aikaan osalla hevoslaitumista aloitettiin lisäruokinta kuivaheinällä. Yhtä hevoslaidunlohkoa sadetettiin heinäkuussa heikoin tuloksin liian myöhäisen aloituksen vuoksi.

Yksi emolehmiä laidunlohko jankkuroitiin heinäkuun puolessa välissä laidunnuksen ja heinäkorjuun jälkeen. Jankkurilla oli jonkin verran vaikeuksia selvitä laidunnuksen jäljiltä olevista tupsuista ja kuivasta pintamaasta nousi kiviä ja erityisen tiivistyneistä kohdista isoja savipaakkuja pellon pintaan, vaikka maa kuohkeutui muuten hyvin. Paakkujen ja kuoppien laidunnushaitan vuoksi peltoa jouduttiin myöhemmin tasoittamaan jyrällä ja nurmijyrkimellä 0 cm syvyyssäädöllä kohoumat tasoittaen ja isompien kuoppien kohdalla syvempää rouhien ja lopuksi lohko vielä täydennyskylvettiin. Jankkuroinnin jälkeen jankkurinvakojen reunat kuivuivat ja kellastuivat. Toimenpiteiden vuoksi laidunlohkoa ei otettu syksyllä enää laidunnuskäyttöön suunnitelmasta poiketen.

Laidunkausi päättyi syksyllä laidunten pehmentyessä liiaksi. Osalle laitumista jäi vielä jonkin verran syömäkelpoista rehua ruokkimaan luonnon eläimiä ja suojaamaan maaperää. Ravinnon puolelta laidunkautta olisi voitu jatkaa hieman pidemmälle tai palata roudan saavuttua talvilaitumelle. Myös tilalla runsaasti esiintyvät metsä- ja valkohäntäkauriit hyödynsivät tehokkaasti ylijäämärehun ja tuovat tilalle tuloja metsästysmatkailun kautta. Laidunnusolosuhteet olivat poikkeukselliset ja laidunnusta jouduttiin soveltamaan suunnitelmiin nähden runsaasti, eikä virhearvioinneiltakaan välttytty.

Laidunnussuunnitelmien laatimisesta koettiin hyötyä erityisesti suunnitteluprosessin aikana opittujen soveltamistaitojen, yhteisymmärryksen ja palautumisen merkityksen ymmärtämisen kannalta. Lopulta laidunnuskauden jälkeen pääosa laitumista oli lähes yhtä hyvässä tai paremmassa kunnossa kuin ennen laidunnuskautta. Eläimet kasvoivat laidunkaudella hyvin ja laidunkauden päättyessä eläimet olivat huippukunnossa. Laidunkauden jälkeen teurastettujen eläinten liha oli laadukasta ja asiakaspalautteen mukaan erittäin herkullista.

### **3.2.6 Seuranta**

Tilannetajuisen laidunnuksen toteuttamiseen liittyy olennaisesti laidunnuksen seuranta ja toimenpiteiden mukauttaminen seurannasta saatuun palautteeseen, koska olosuhteet muuttuvat pakostakin jatkuvasti. Kokonaisvaltaisesti suunnitellussa laidunnuksessa tulisi seurata päivittäistä kasvunopeutta ja muuttaa laidunkierron nopeutta sen mukaisesti, sekä seurata laidunnettujen kasvien palautumista merkkilippujen tai laidunnuksen paikallisesti poissulkevien häkkien avulla. Jos laidunkierron nopeuden muutokset ovat pitkäaikaisia ja vaikuttavat merkittävästi suunnitelmaan, pitäisi suunnitelman loppuosa päivittää.

Qvidjassa kasvunopeutta seurattiin silmämääräisesti ja palautumisnopeutta hevosten tallauksesta kärsineellä kostealla alueella punaisen merkkkausnauhan avulla. Lisäksi kasvua seurattiin valokuvaamalla lohkoja samoista paikoista, Canopeo-älypuhelinsovelluksella vihreää pinta-alaa mittaamalla, pelto-observatorion antureilla ja satelliittidatalla, kasvustonäytteitä punnitsemalla, kuivattamalla ja lajittelemalla, sekä lapiolla tehdyin kuoppatestein. Lajittelussa kasvusto lajiteltiin silmämääräisesti rehuarvoltaan hyviin ja huonompiin yksilöihin ja verrattiin niiden osuuksia (kuva 4). Hyvien yksilöiden osuudesta voitiin päätellä laitumen laadukkaan rehun riittävyttä. Seurannalla tarkkailtiin kasvuvaiheita, kasvuston pituutta, korsiintumista, versomista, siementen tuotantoa ja itämistä, tallautumista, koskemattomien kasvien, paljaan maan ja karikkeen määrää, maan rakennetta ja kosteutta, sekä eläinten syömiskäyttäytymistä.

Kuva 4: Kasvustonäytteiden vertailua, vasemmalla puhdistusniittämätön ja oikealla puhdistusniitetty kasvusto. Reunoilla korsiintuneet heinät ja keskellä lehtevämmät ruohot.



Seurannassa havaittiin tallauksen olevan hyvä vaihtoehto puhdistusniitolle, mutta puhdistusniiton olevan tarpeellista laajoilla koskemattomilla tai selvästi liian alhaisesta eläinpaineesta kärsivillä alueilla (Kuva 5). Liian myöhäinen puhdistusniitto voi laskea kasvuston laatua (Kuva 4). Kovan laidunnusvaikutuksen jälkeen kasvit palautuivat hitaammin, kukkivat pienikokoisina ja osa kasviyksilöistä kuoli, mutta riittävän palautumisen jälkeen kasvusto oli lähes ennallaan. Hevoslaitumille muodostuvien polkujen ja muiden voimakkaasti tallattujen alueiden todettiin olevan lähes pysyviä pellon rakenteita, eikä niiden kasvipeitteiseksi palautuminen ole realistista ilman perusteellisempaa laidunnustavan muutosta.

Kuva 5: Hevoslaitumen puhdistusniitto oikealla puolella kuvaa, etualalla on saavutettu riittävä laidunnusvaikutus ja puhdistusniitto on tarpeeton toisin kuin taaempana.



Laidunnuksen seurannasta kirjataan kokonaisvaltaisessa laidunnuksessa toteutuneet laidunnusjaksot, laidunpaine, arvioitu laidunnusvaikutuksen voimakkuus kasvustoon ja olosuhteisiin nähden asteikolla kevyt(L), keskinkertainen(M) ja voimakas(H), selkeät laidunnusvirheet ja olosuhteiden vuoksi riittämättömät lepojaksot, sadanta, myrskyt ja muut erityiset sääilmiöt, muut kommentit, eläinten suoriutuminen eli päiväkasvut yms.,



viikoittaiset kasvunopeudet asteikolla nopea (F), hidas (S) tai olematon (0) ja kasvukauden loppuminen (Butterfield ym., 2006).

Qvidjassa laidunnusjaksoista pidettiin kirjaa siirtopäivämäärien avulla, pelto-observatorion tiedot säilyvät palvelimella ja sadanta on mahdollista liittää Excel-koosteeseen ja valokuvat tallennettiin tilan omalle palvelimelle. Laidunjaksot koostettiin tyhjiin Excel-pohjaan talven aikana ja arvioitiin laidunnuspaineita, mutta muita tietoja tai analyysyjä ei suoritettu. Laidunnuksen seurantatietoja olisi tarkoitus käyttää seuraavan laidunnussuunnitelman laatimisessa ja mahdollisimman tarkkoilla tiedoilla saa tarkimman suunnitelman.

## **4 Laidunnuksen kehityspohdintaa**

### **4.1 Yleisesti**

Laidunnsuunnittelu mahdollistaa suunnitelmallisemman ja tehokkaamman laidunnuksen toteuttamisen nykyistä laajemmilla alueilla. Laidunnsuunnittelun tuomien hyötyjen lisäksi laidunnusta tulisi kehittää myös muuten, esimerkiksi kokonaisvaltaisen tilanpidon maisematason suunnittelua ja Keyline Designin maan muotojen ja painovoiman hyödyntämisen periaatteita käyttämällä (Savory ym., 2016; Butterfield ym., 2006; Yeomans ym., 2002). Karjatalouden yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden ja ympäristötietoisuuden murroksessa laiduntavien eläinten osuuden kasvattaminen olisi opinnäytetyön kirjoittajan mielestä ympäristön, yhteiskunnan ja tilanomistajien etu.

Laidunnus on tehokas työkalu ekosysteemien kunnostamiseen (Luonnontila.fi, 2015). Eryteisesti peltoalojen ulkopuolisilla laitumilla eläinten tuomat monimuotoisuushyödyt ovat korvaamattomia ja esimerkiksi luonnonlaidunlihan kaltaisten brändien markkinointiarvo on kasvamassa (Álen, Kankaanrinta ja Lehtopelto, 2020). Kestävän kokonaisuuden kannalta on äärimmäisen tärkeää pyrkiä avoimeen todellisten ympäristöhyötyjen tuottamiseen pelkkien lupausten ja pinnallisten imagokampanjoiden sijasta.

Lauman suuri koko lisää laidunnusvaikutuksen tehoa ja laidunnuksen tehokkuutta monella tapaa. Suomessa on korkealaatuisia eläinterveyden seurantajärjestelmiä ja eläinterveys on hyvällä tasolla eli terveysriskit laumojen yhdistelystä olisivat helpohkosti hallittavissa.

Erilaisten organisoitujen yhteislaiduntamismahdollisuuksien kehittämällä voitaisiin ehkä lisätä laidunnuksen tehokkuutta ja ympäristöhyötyjä sekä taloudellista kannattavuutta entisestään (Järvenranta, Puurunen ja Teräväinen, 2002). Isot yhteislaumat voisivat tulevaisuudessa laiduntaa isompia alueita joustavasti esimerkiksi paimenten ja paimen- ja laumanvartijakoirien avulla ilman aitaamisen tai kiinteistörajojen tuomia esteitä.

Parhaimmillaan yhteislauman hallinnoijat voisivat myydä laidunnusvaikutuksen hyötyjä maanomistajille ja teurastettavien eläinten laidunkierto voitaisiin suunnitella päättyväksi teurastamon portille. Tällaisten visioiden ja laidunnuksen laajemman leviämisen esteenä on luonnollisesti monenlaisia yhteiskunnallisia, kulttuurisia ja käytännöllisiäkin esteitä. Avoin ideointi ja rohkeat paikalliset kokeilut voivat kuitenkin muuttaa pysyvästi tapaamme ajatella laidunnusta. Kenties laidunnuksen ja karjankasvatuksen tulevaisuus onkin pienemmissä yksiköissä ja pitkäikäisissä eläimissä? Joka tapauksessa laidunnustapojen kehitys eroosiota ja hiili- ja ravinnepäästöjä aiheuttavista kuraisista jaloittelutarhoista ja loppuun kalutuista peltolaitumista kulkee kohti monimuotoisia ja reheviä laidunmaita.

Monimuotoisuuden, tehokkuuden ja eläinten hyvinvoinnin lisäämiseksi olisi hyvä ottaa laajemmalti käyttöön erilaisia peltometsäviljelyn tekniikoita, joissa laitumen ympärille ja keskelle istutetaan tuottavia puita tai puutarhoihin ja viljelyalueille integroidaan laiduntavia eläimiä osana hoitotoimenpiteitä. Sopivalla tiheydellä puut eivät merkittävästi haittaa nurmikasvien kasvua eli niiden tuotanto tulee pelkän nurmen lisäksi. Vaikka puiden suojaus vie usein laiduntavilta eläimiltä hieman puiden tyvien pinta-alaa suuremman alan, niin kokonaisbiomassan tuotanto yleensä ylittää erikseen kasvatettujen tuotteiden biomassat suhteessa pinta-alaan. Lisäksi helteisellä säällä varjo ylläpitää eläinten laidunnusaktiivisuutta pidempään ja vähentää stressiä, jolloin tuotos paranee.

Koneellisesti korjatuilla lehdeksillä ja laitumelle ylettyvillä oksilla olisi mahdollista lisätä rehun monipuolisuutta eläimille. Erityisesti vuohet ja muut puuvartisen ravinnon suosijat saisivat tällaisesta järjestelystä terveyshyötyjä. Puiden istutuksessa on huomioitava peltojen kuivatus, koneiden ajolinjat ja mielellään pysyvämmissä rakenteissa Keyline Designin mukaisesti maastonmuodot. Erityisesti salaojiin herkemmin juurillaan hakeutuvien puulajien kohdalla pitäisi pitää riittävä etäisyys salaojiin ja kysyä neuvoa suunnitteluun kokeneemmilta.

Muunlainenkin eri tuotantosuuntien integrointi lisää erityisesti pinta-alatehokkuutta ja luo mahdollisuuksia monimuotoisuudelle. Nurmen osittainen muokkaaminen (strip till) tai suorakylvö elävään nurmeen (pasture cropping) ja kerääjäkasvien laidunnus ovat hyviä esimerkkejä mahdollisista päällekkäisyyksien hyödyntämistavoista.

## 4.2 Kehitysehdotuksia Qvidjaan

Qvidjassa nautojen määrä on edelleen kasvamassa ja laidunnuksesta tulee tehokkaampaa vuosi vuodelta. Laidunnusta voidaan edelleen kehittää suunnitelmia jalostamalla, laajentamalla ja siirtämällä laidunalueita peltojen ulkopuolelle ja vaihtamalla laitumia hevosten ja nautojen välillä. Laidunnuksen suunnittelussa ja seurannassa voitaisiin jatkossa ottaa entistä enemmän huomioon kasvunopeuden vaihtelut ja vuoden 2021 kaltaisessa tilanteessa olisi nautoilla voinut toimia myös hieman nopeampi ensimmäinen laidunkierros.

Hevosten laidunkierrossa olisi hyvä pyrkiä muodostamaan vähemmän mutta suurempia laidunnusryhmiä pidempien lepoaikojen ja suurempien laidunpaineiden mahdollistamiseksi. Riittäviin lepoaikoihin tulisi kiinnittää erityishuomioita ja tarvittaessa pidentää laidunnusjaksoja pienemmän pahan periaatteella. Hevosten erityiskiinnostuksen kohteisiin tulisi pyrkiä vaikuttamaan laidunnuspainetta tasaavasti esimerkiksi ruokintapaikkoja ja kulkuväyliä vaihtelemalla, sekä eri eläinryhmien sijoittelua muuttamalla.

Puhdistusniittoon ja kasteluun kannattaa Qvidjassa jatkossakin suhtautua kriittisesti, mutta avoimesti ja kokeilla erilaisia toimintatapoja rohkeasti. Molempia toimenpiteitä toteutettaessa riittävä ennakointi ja aikaisuus on ensiarvoisen tärkeää onnistumisen kannalta. Puhdistusniitoissa voisi kokeilla myös sopivaa laidunpainetta imitoivaa niitotapaa, jossa osa kasvustosta tallataan, osa niitetään ja osa jätetään pystyyn kapeina kaistoina tai niitetään portaittain eri aikoina. Osittainen puhdistusniitto mahdollistaisi eri kehitysvaiheissa olevan rehun valikoiman eläimille, palautumisaikojen porrastamisen ja jättäisi enemmän tilaa monimuotoisuudelle, kukinnalle ja luontaiselle kylväytymiselle ja kasvuston uusiutumiselle. Myöhäisessä tuleentumisvaiheen puhdistusniitossa voisi kokeilla myös nurmensiemenen puimista oman tilan täydennyskylvöjä varten.

Syksyllä 2021 otettujen maanäytteiden analysoinnin perusteella muutamilla tilan laidunlohkoista on liikaa kaliumia suhteessa muihin kationiravinteisiin ja osalla näistä lohkoista suhteessa liian vähän magnesiumia. Kaliumin suuri määrä magnesiumköyhässä maassa voi johtaa mataliin magnesiumpitoisuuksiin kasvustossa. Eläinten terveydelle aiheutuvaa riskiä voidaan ehkäistä käytettävillä kivennäisillä, mutta lohkojen tasapainoisen kasvun mahdollistamiseksi myös ravinne-epätasapaino tulisi korjata esimerkiksi korjaamalla heinää, heinänsiementä ja olkea, sekä jättämällä tauolle kaliumpitoiset lannoitukset lohkolla. Vastaavia ravinnetasapainon korjauksia on tarpeen tehdä myös muiden ravinteiden kohdalla ja parantaa lohkojen vesitaloutta kasvukunnon parantamiseksi.

## 5 Yhteenveto

Laidunnuksen suunnittelu mahdollistaa laidunnuksen tavoitteellisen toteutuksen. Kestävyyden takaamiseksi laidunnuksessa on huomioitava eläinten tarpeiden lisäksi myös kasvien tarve palautumiselle, ympäristö, ihmiset, yhteiskunta ja talous. Ajantasainen kokonaisvaltainen tilannekuva luo hyvät mahdollisuudet onnistuneeseen päätöksentekoon monimutkaisissa ja jatkuvasti muuttuvissa olosuhteissa. Kasvit käyttävät stressitilanteista palautuakseen varastoresursseja. Toistuvasti kesken palautumisen stressiä kärsiessään kasvien varastoresurssit kuluvat loppuun ja niiden elinvoima heikkenee.

Laitumen elinvoima ja palautumiskyky riippuu kasviyksilöiden elinvoimasta ja niistä koostuvan kasvuston uudistumisnopeudesta. Laiduntavien eläinten hyvinvointi ja kasvu mukautuu laidunten hyvinvointiin ja kasvukuntoon. Laidunnuksen jatkuvuuden kannalta on oleellista, että laidunnus on mielekästä laidunten ja eläinten omistajille ja yhteiskunnalle. Usein mielekkyyteen liittyy myös taloudellinen kannattavuus. Mielekkyyttä tulisi jatkuvasti seurata ja kehittää osana laidunnusta.

Laadukkaan laidunnuksen lopputuote ei ole pelkkä herkullinen ja terveellinen laiduntaneen eläimen liha, maito, munat, villa tai talja vaan hyvin suunniteltu laidunnus lisää taloudellista kannattavuutta, monimuotoisuutta, eläintenpidon yhteiskunnallista hyväksyttävyyttä, elämänlaatua ja monenlaisia positiivisia ympäristövaikutuksia. Eli tiivistetysti laadukkaan laidunnuksen tuntomerkki on hyvinvoiva eläin, ihminen ja ympäristö.

Qvidjan eläintenhoitajat ovat ammattitaitoisia ja kehittävät osaamistaan jatkuvasti myös laidunnuksen suunnittelussa ja toteutuksessa eli laidunnuksen tulevaisuusnäkymät Qvidjassa ovat valoisat. Laidunnuksen kehittämisestä kiinnostuneita ihmisiä riittää yhä eli laidunnuksen kehittyminen jatkuu.

## Lähteet

- Álen, H., Kankaanrinta, S. ja Lehtopelto, J. (2020). *Suomalaisen ruuan laatukirja*. (J. Hanska, Toim.) Tampere: Vastapaino.
- Birch, C. (1999). A New Generalized Logistic Sigmoid Growth Equation Compared with the Richards Growth Equation. *Annals of Botany*(83), 713-723.
- Brown, G. (2018). *Dirt to Soil : one family's journey into regenerative agriculture*. White River Junction, Vermont, Yhdysvallat: Chelsea Green Publishing.
- Butterfield, J., Bingham, S. ja Savory, A. (2006). *Holistic management handbook : healthy land, healthy profits*. Washington, DC, Yhdysvallat: The Center for Resource Economics.
- Byrnes, R., Eastburn, D., Tate, K., ja Roche, L. (2018) "A Global Meta-Analysis of Grazing Impacts on Soil Health Indicators". *Journal of Environmental Quality* 47, nro 4: 758–65. <https://doi.org/10.2134/jeq2017.08.0313>.
- Carter, J., Jones, A., O'Brien, M., Ratner, J. ja Wuerthner, G. (2014) "Holistic Management: Misinformation on the Science of Grazed Ecosystems". *International Journal of Biodiversity*
- Chapman, D., Parsons, A., Cosgrove, G., Barker, D., Marotti, D., Venning, K., . . . Thompson, A. (2007). Impacts of Spatial Patterns in Pasture on Animal Grazing Behavior, Intake, and Performance. *Crop Science*(47), 399-415.
- Conant, R., Cerri, C., Osborne, B. ja Paustian, K. (2017). Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecol Applications*(27), 662-668. doi:<https://doi.org/10.1002/eap.1473>
- Francesca, C., Ranalli, M., Haddix, M., Six, J. ja Lugato E. (2019): "Soil Carbon Storage Informed by Particulate and Mineral-Associated Organic Matter". *Nature Geoscience* 12, nro 12 989–94. <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0484-6>.
- Crider, F. (1954). Root growth stoppage resulting from defoliation of grass. *Technical bulletin*(1102), 3.
- Dowhower, S., Teague R., Casey, K. ja Daniel, R. (2020) "Soil Greenhouse Gas Emissions as Impacted by Soil Moisture and Temperature under Continuous and Holistic Planned Grazing in Native Tallgrass Prairie". *Agriculture, Ecosystems & Environment* 287: 106647. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106647>.
- Ferraro, D. ja Oesterheld, M. (2002). Effect of defoliation on grass growth. A quantitative review. *Oikos*(98), 125-133. doi:<https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2002.980113.x>

- Flack, S. (2016) *The Art and Science of Grazing: How Grass Farmers Can Create Sustainable Systems for Healthy Animals and Farm Ecosystems*. White River Junction, Vermont: Chelsea Green Publishing.
- Gourlez de la Motte, L., Ossénatou, M., Beckers, Y., Bodson, B., Heinesch, B. ja Aubinet, M. (2018) "Rotational and Continuous Grazing Does Not Affect the Total Net Ecosystem Exchange of a Pasture Grazed by Cattle but Modifies CO<sub>2</sub> Exchange Dynamics". *Agriculture, Ecosystems & Environment* 253: 157–65.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.011>.
- Haynes, R. ja Williams, P. (1993). Nutrient Cycling and Soil Fertility in the Grazed Pasture Ecosystem. (D. L. Sparks, Toim.) *Advances in Agronomy*, 119-199.  
 doi:[https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60794-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60794-4)
- Healy, S. ja Jones, C. (2002). Animal learning and memory: an integration of cognition and ecology. *Zoology*, 105(4), 321-327. doi:<https://doi.org/10.1078/0944-2006-00071>
- Heinonsalo, J., Heimch, L., Helenius, J., Huusko, K., Höijer, L., Joonas, J., . . . Viskari, T. (2020). *Hiiliopas*. Kaarina: Baltic Sea Action Group.
- Järvenranta, K., Puurunen, T. ja Teräväinen, H. (2002). *Laiduntaminen kannattaa*. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto.
- Kallenbach, C., Wallenstein, M., Schipanski, M. ja Grandy, A. (2019). Managing Agroecosystems for Soil Microbial Carbon Use Efficiency: Ecological Unknowns, Potential Outcomes, and a Path Forward. *Frontiers in Microbiology*(10).  
 doi:10.3389/fmicb.2019.01146
- Kavaliers, M. ja Choleris, E. (2001). Antipredator responses and defensive behavior: ecological and ethological approaches for the neurosciences. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 25(7-8), 577-586. doi:[https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(01\)00042-2](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(01)00042-2)
- Lofgreen, G., Meyer, J. ja Hull, J. (1957). Behavior Patterns of Sheep and Cattle Being Fed Pasture or Soilage. *Journal of Animal Science*, 16(4), 773–780.  
 doi:<https://doi.org/10.2527/jas1957.164773x>
- Luonnontila.fi. (2015). *MA8 Luonnonarvoiltaan rikas (HNV) maatalousmaa*. Haettu 13. huhtikuuta 2020 osoitteesta  
<https://www.luonnontila.fi/fi/elinymparistot/maatalousymparistot/ma8-hnv-maatalousmaa>

- Machmuller, M., Kramer, M., Cyle, T., Hill, N., Hancock, D. ja Thompson, A. (2015). Emerging land use practices rapidly increase soil organic matter. *Nature Communications*, 69-95. doi:10.1038/ncomms7995
- Manske, L. (2011). *Biology of defoliation by grazing*. Dickinson, North Dakota: NDSU Dickinson Research Extension Center. Noudettu osoitteesta <https://www.ag.ndsu.edu/dickinsonrec/grazing-handbook-files/topic1-volume2-report1.pdf>
- Mattila, T. (2016). *Kokonaisvaltaisen tilanpidon kartoituslomake*. Haettu 23. maaliskuuta 2022 osoitteesta <http://luonnonkoneisto.fi/tyokalut/holistic/>
- Mattila, T. ja Rajala, J. (2018). *Kationinvaihtokapasiteetin määrittäminen ja käyttö viljavuusanalyysin tulkinnaissa*. Mikkeli: Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti.
- Mattila, T. ja Saarinen, P. (2020). *Laidunnusopas, Hiiltä maksimaalisesti sitova laidunnus - löydä lohkojesi hiilensidontapotentiaali* (1 p.). Helsinki: Baltic Sea Action Group.
- Mattila, T., Rajala, J. ja Mynttinen, R. (2019). *Peltohavainnot – Aistinvarainen tarkastelu maan kasvukunnon mittarina*. Mikkeli: Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti.
- Mino, Y., Shimada, A. ja Yamamoto, S. (1978). Effect of Cutting Height on the Carbohydrate Metabolism in the Haplocorm of Timothy (*Phleum pratense* L.). *Japanese Journal of Grassland Science*, 24(1), 34-39. doi:10.14941/grass.24.34
- Miransari, M. ja Smith, D. (2014). Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany*(99), 110-121. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.11.005>.
- Montanarella ja kumppanit. (2015) *Status of the World's Soil Resources: Main Report*. Rome, Italy: FAO. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/>.
- Nie, Z., Mackay, A., Valentine, I., Barker, D. ja Hodgson, J. (1997). Influence of Pastoral Fallow on Plant Root Growth and Soil Physical and Chemical Characteristics in a Hill Pasture. *Plant and Soil*, 201–208. doi:10.1023/A:1004249613045
- Pakarinen, K. (2012). Timotein ja ruokonadan ensimmäisen sadon versojen kehitysaste ennustaa versojen jälkikasvua toisessa sadossa. *Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote*(28), 1-5. doi:10.33354/smst.75570
- Paustian, K., Larson, E., Kent, J., Marx, E. ja Swan, A. (2019). Soil C Sequestration as a Biological Negative Emission Strategy. *Frontiers in Climate*(1). doi:10.3389/fclim.2019.00008



- Perkins, R. (2016). *Making Small Farms Work*. Åsen: Richard Perkins.
- Pikaard, C. ja Mittelsten Scheid, O. (2014). Epigenetic regulation in plants. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*(a019315), 6,12.  
doi:<https://doi.org/10.1101/cshperspect.a019315>
- Raunio, A., Schulman, A. ja Kontula, T. (2008). *Suomen luontotyyppien uhanalaisuus – Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset*. Suomen ympäristökeskus. Noudettu osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/37932>
- Savory, A. ja Butterfield, J. (2016). *Holistic Management: a commonsense revolution to restore our environment* (3. p.). Washington, DC, Yhdysvallat: The Center for Resource Economics.
- Schmidt, M., Torn, M., Abiven, S., Dittmar, T., Guggenberger, G., Janssens, I., . . . Trumbore, S. (2011). Persistence of Soil Organic Matter as an Ecosystem Property. *Nature*, 478(7367), 49–56. doi:10.1038/nature10386
- Smuts, J. (1926) "Holism and evolution". New York: The Macmillan Company
- Sokol, N. ja Bradford, M. (tammikuu 2019). Microbial Formation of Stable Soil Carbon Is More Efficient from Belowground than Aboveground Input. *Nature Geoscience*, 12(1), 46-53. doi:10.1038/s41561-018-0258-6
- Stanley, P., Rowntree, J., Beede, D., DeLonge, M., Hamm, M. (2018). Impacts of Soil Carbon Sequestration on Life Cycle Greenhouse Gas Emissions in Midwestern USA Beef Finishing Systems. *Agricultural Systems*, 162, 249–258.  
doi:10.1016/j.agsy.2018.02.003
- Teague, W., Dowhower, S., Baker, S., Haile, N., DeLaune, P. ja Conover, D. (2011). Grazing Management Impacts on Vegetation, Soil Biota and Soil Chemical, Physical and Hydrological Properties in Tall Grass Prairie. *griculture, Ecosystems & Environment*, 141(3), 310–322. doi:10.1016/j.agee.2011.03.009
- Woolf, D. ja Lehmann, J. (2019). Microbial Models with Minimal Mineral Protection Can Explain Long-Term Soil Organic Carbon Persistence. *Scientific Reports*, 9(1).  
doi:10.1038/s41598-019-43026-8
- Yeomans, P. ja Yeomans, K. (2002). *Water for every farm*. Southport, Queensland, Australia: Keyline Designs.

