



**TURUN
YLIOPISTO**

Luonnon ja ympäristön monimuotoisuuden säilyttäminen, ennallistaminen ja ylläpitäminen maaseutu- ja maatalousympäristöissä

Lehmät ja hevoset mukana strategioissa ja toimenpiteissä

Ympäristötiede
LuK-tutkielma

Anne Birgitta Puttonen

8.10.2025

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Kandidaatintutkielma

Tutkinto-ohjelma, oppiaine: Luonnontieteiden kandidaatti, Ympäristötiede

Tekijä: Anne Birgitta Puttonen

Otsikko: Luonnon ja ympäristön monimuotoisuuden säilyttäminen, ennallistaminen ja ylläpitäminen maaseutu- ja maatalousympäristöissä -Lehmät ja hevoset mukana strategioissa ja toimenpiteissä

Ohjaaja: Ympäristötieteen lehtori Anni Arponen

Sivumäärä: 39 sivua

Päivämäärä: 8.10.2025

Tämän kandidaatintutkielman aiheena on luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen, ennallistaminen ja ylläpitäminen maaseutu- ja maatalousympäristöissä. Tutkielma tarkastelee, miten maatalous voi muuttua luonnon köyhdyttäjistä sen monimuotoisuuden tukijaksi, erityisesti laiduntamisen, lehmien ja hevosten, sekä luontoystävällisten viljelykäytäntöjen avulla. Lähtökohtana on ajatus maataloudesta ja luonnosta symbioottisena järjestelmänä, jossa molemmat tukevat toistensa hyvinvointia.

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisia käytäntöjä ja strategioita voidaan hyödyntää maatalouden ja luonnon monimuotoisuuden yhteensovittamisessa sekä osoittaa, että maatalous voi toimia biodiversiteetin vahvistajana. Tutkimusaineistona on hyödynnetty kansallisia ja kansainvälisiä tutkimuksia, virallisia raportteja sekä ympäristöpolitiikan asiakirjoja ja alakohtaista kirjallisuutta. Työssä tarkastellaan laidunnuksen merkitystä perinnebiotooppien säilyttämisessä, viljelykäytäntöjen vaikutusta ekosysteemipalveluihin sekä niitä strategioita ja toimenpiteitä, joilla voidaan kääntää maatalouden suunta luontoystävällisemmäksi.

Keskeisten tutkimustulosten perusteella laiduneläimillä on merkittävä rooli perinnebiotooppien ja maisemien ylläpidossa, ja tämän avulla voidaan säilyttää sekä lajiston että elinympäristöjen monimuotoisuutta. Monipuoliset viljelykäytännöt tukevat maaperän ja ekosysteemipalvelujen kestävyyttä. Lisäksi kansalliset ja kansainväliset strategiat tarjoavat ohjauskehityksen, jonka avulla maatalous voi kehittyä luontoystävällisemmäksi. Maatalouden ja luonnon vuorovaikutteinen suhde voi parhaimmillaan muodostaa vastavuoroisen hyötyverkoston, jossa viljely hyötyy luonnon tarjoamista ekosysteemipalveluista, kuten pölytyksestä, maaperän elinvoimasta ja ravinteiden kiertokulusta, samalla kun luonto saa tukea hoidetusta maisemasta, perinnebiotooppien säilymisestä ja ympäristöä kuormittamattomista viljelymenetelmistä.

Tulosten perusteella maatalouden ja luonnon ei tarvitse olla toistensa vastavoimia, vaan oikein kohdennetuilla käytännöillä ja politiikkatoimilla maatalous ja biodiversiteetti voivat vahvistaa ja tukea toisiaan. Lehmien ja hevosten laidunnus ylläpitää maisemien ja lajien monimuotoisuutta, ja monipuoliset viljelykäytännöt tukevat maaperän ja ekosysteemien elinvoimaa. Näin voidaan rakentaa maaseutua, jossa tuotanto ja luonnon monimuotoisuus kulkevat rinnakkain.

Avainsanat: luonnon monimuotoisuus, maatalous, laidunnus, viljely, ekosysteemipalvelut, symbioosi

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	5
1.1 Tutkielman tausta ja ajankohtaisuus.....	6
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rakenne.....	7
2 Luonnon monimuotoisuus ja maatalous.....	9
2.1 Biodiversiteetin tilanne Suomessa.....	10
2.2 Maatalouden vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen: uhkakuvat ja mahdollisuudet.....	11
2.3 Ekosysteemipalvelut ja maatalous.....	13
3 Lehmät, hevoset ja laidunnus osana biodiversiteetin tukemista.....	16
3.1 Perinnebiotooppien historia ja nykytila.....	16
3.2 Lehmien ja hevosten rooli niittyjen, kotojen ja hakamaiden ylläpitäjinä....	17
3.3 Laiduntamisen ekologiset hyödyt pölyttäjille, kasvilajeille ja maisemalle.	18
3.4 Intensiteetin vaikutus: tehotuotannon ongelmat vs. pienimuotoisen laidunnuksen hyödyt.....	19
4 Viljely ja luonnon monimuotoisuus -symbioottinen suhde.....	21
4.1 Viljelykierto ja monivuotiset viljelykasvit.....	21
4.2 Luomuviljely ja torjunta-aineettomuus biodiversiteetin tukena.....	22
4.3 Maisemarakenteet: pientareet, suojavyyhykkeet ja peltometsäviljely.....	23
4.4 Maaperän monimuotoisuus: maan pieneliöstön merkitys ekosysteemipalveluille.....	24
5 Strategiat ja toimenpiteet biodiversiteetin tukemiseksi.....	26
5.1 EU:n biodiversiteetti- ja maatalousstrategiat.....	26
5.2 Suomen kansalliset ohjelmat ja tukijärjestelmät.....	27
5.3 Viljelijöiden rooli ja käytännön ratkaisut: koulutus ja neuvonta, käytännön ratkaisut sekä esimerkkitalat.....	28
5.4 Innovatiiviset ratkaisut: hiiliviljely, agroekologia ja luonnon monimuotoisuusindikaattorit.....	28
5.4.1 Hiiliviljely.....	29

5.4.2 Agroekologia.....	31
5.4.3 Luonnon monimuotoisuusindikaattorit.....	32
6 Tulevaisuuden visio: luontoystävällinen ja myrkytön maatalous.....	34
6.1 Luonnon ja viljelyn symbioottinen suhde.....	35
6.2 Maatalouden sopeutuminen ilmastomuutoksen ja biodiversiteettikadon haasteisiin.....	35
7 Johtopäätökset.....	37
7.1 Vastaukset tutkimuskysymyksiin.....	38
7.2 Kehitysehdotukset ja jatkotutkimusmahdollisuudet.....	38
Lähteet.....	40
Liitteet.....	46
Liite 1. Viljelyn, laidunnuksen ja strategisten toimien vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen.....	46
Liite 2. Maaperän orgaanisen hiilen kertymisen keskeiset ajurit ja prosessit laiduntamisjärjestelmässä.....	48

1 Johdanto

Suomen maatalous on vuosisatojen ajan muokannut maaseutua ja maisemaa, mutta samalla se on vaikuttanut ratkaisevasti luonnon monimuotoisuuteen. Viime vuosikymmeninä tehomaaatalous, yksipuolinen viljely ja kemikaalien runsas käyttö ovat johtaneet elinympäristöjen pirstoutumiseen ja monien lajien taantumiseen. Kasvinsuojeluaineiden käytön on tunnistettu taannuttavan kantoja (Kaila 2023). Tämä kehitys haastaa maatalouden omia toimintaedellytyksiä. Kun maaperän pieneliöstö köyhtyy, pölyttäjien määrä vähenee ja luonnollinen tuholaistorjunta heikkenee, myös satotaso, viljelyn kannattavuus ja tuotannon vakaus kärsivät. Siksi maatalouden ei tulisi heikentää luonnon monimuotoisuutta, vaan päinvastoin turvata sitä, sillä sen varassa ovat myös maatalouden omat elinehdot.

Nykyinen intensiivinen tuotantomalli on kiihdyttänyt biodiversiteetin vähenemistä, ja torjunta-aineiden käyttö sekä maiseman rakenteellinen köyhtyminen ovat heikentäneet monien lajien elinympäristöjä (Kaila 2023). Lisäksi laidunnuksen väheneminen on johtanut perinnebiotooppien, kuten niittyjen ja hakamaiden, umpeenkasvuun ja lajikadon kiihtymiseen. (Kontula & Raunio 2018.) Näiden kehityskulkujen seurauksena maataloutta tarkastellaan usein lähinnä ympäristöä kuormittavana toimintana.

Luonnon monimuotoisuuden köyhtyminen on yksi aikamme suurimmista ympäristöhaasteista sekä Suomessa että kansainvälisesti. Maaseutu- ja maatalousympäristöt ovat erityisen haavoittuvia. Ne kattavat 7-8% maamme kokonaispinta-alasta, peltopinta-alan osuuden ollessa 2,2 miljoonaa hehtaaria (Luonnonvarakeskus 2023).

Tutkimusongelma on, miten maatalous voitaisiin muuttaa nykyisestä luontoa tuhoavasta ja kuormittavasta järjestelmästä luontoystävälliseksi, myrkyttömäksi ja monimuotoisuutta tukevaksi tuotantotavaksi. Toisin sanoen, miten viljely ja eläinten osallisuus voitaisiin suunnitella ja toteuttaa niin, että ne tukevat luonnon monimuotoisuuden säilyttämistä, ennallistamista ja ylläpitämistä.

Tämä tutkielma tarkastelee, miten maatalous ja luonto voisivat tulevaisuudessa elää toisiaan vahvistavassa vuorovaikutuksessa.

Tutkimus rajautuu Suomen maaseutu- ja maatalousympäristöön eikä se käsittele yksityiskohtaisesti esimerkiksi tuotantojen ilmastopäästöjä, vaan tarkastelu painottuu luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseen ja edistämiseen.

Tutkimus on merkittävä, sillä luonnon monimuotoisuus on kriittisessä tilassa maailmanlaajuisesti ja myös Suomessa. Erityisen merkittävää on se, että noin 24 % uhanalaisista lajeista elää maatalous- ja perinneympäristöissä. (Luontopaneeli 2023).

Tässä työssä symbioosilla ei viitata vain biologiseen lajienväliseen vuorovaikutukseen, vaan laajempaan, ekologiseen ja maataloudelliseen yhteistoimintaan, jossa sekä luonto että ihminen voivat toimia toisiaan hyödyttävinä osapuolina. Luonto ylläpitää omalta osaltaan ekosysteemipalveluja, ja maatalouden käytännöt voivat joko tukea tai heikentää näitä prosesseja. Kun viljely toteutetaan luonnon prosesseja vahvistaen, voidaan puhua aidosta, toiminnallisesta symbioosista, ei vain metaforana, vaan käytännössä mahdollisena järjestelmänä.

1.1 Tutkielman tausta ja ajankohtaisuus

Luonnon monimuotoisuus on maailmanlaajuisesti yksi aikamme suurimmista ympäristökysymyksistä. Ekosysteemien heikkeneminen, lajien väheneminen ja elinympäristöjen kaventuminen ovat globaaleja ilmiöitä, joilla on suoria ja välillisiä vaikutuksia myös maatalouteen. Maatalous on toisaalta yksi merkittävimmistä luonnon monimuotoisuuteen vaikuttavista tekijöistä, mutta samalla se on myös riippuvainen terveistä ekosysteemeistä, kuten pölyttäjästä, maaperän mikrobitoiminnasta ja vesitalouden tasapainosta. Suomessa biodiversiteetin köyhtyminen näkyy erityisesti maaseutu- ja maatalousympäristöissä. Perinnebiotooppien vähentyessä jyrkästi viime vuosikymmenten aikana monimuotoisuudelle tärkeät lajit ja elinympäristöt ovat uhanalaistuneet. Samanaikaisesti maatalouden tuotantomallit ovat kaventaneet maiseman monimuotoisuutta.

Tutkielman aihe on erityisen ajankohtainen, sillä sekä Euroopan unionin että Suomen kansalliset ohjelmat korostavat tarvetta vahvistaa maatalouden ja luonnon välistä tasapainoa. EU:n biodiversiteettistrategia 2030, Pellolta pöytään -strategia sekä kansalliset ohjelmat, kuten Helmi-elinympäristöohjelma ja ympäristökorvausjärjestelmä, luovat pohjan maatalouden uudelle suuntaukselle, jossa biodiversiteetin turvaaminen on keskeisessä asemassa.

Ajankohtaisuutta lisää myös viljelijöiden roolin korostuminen. Käytännön ratkaisut peltotasolla, eläinten, kuten lehmien ja hevosten, hyödyntäminen perinnebiotooppien hoidossa sekä viljelyn ja luonnon monimuotoisuuden yhteensovittaminen nähdään avaintekijöinä kestävämmän maatalouden rakentamisessa. Tutkielma sijoittuu näin ollen laajempaan

keskusteluun siitä, kuinka maatalous voi muuttua biodiversiteetin heikentäjästä sen tukijaksi ja vahvistajaksi.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rakenne

Tämän tutkielman keskeisenä tavoitteena on tarkastella, miten maatalousympäristöjen biodiversiteettiä voidaan säilyttää, ennallistaa ja ylläpitää siten, että maatalous ja luonto tukevat toisiaan. Tutkimusongelma tiivistyy kysymykseen: Miten maataloudesta voidaan rakentaa luontoystävällinen ja biodiversiteettiä tukeva järjestelmä, joka turvaa sekä ruoantuotannon että ekosysteemipalvelujen jatkuvuuden?

Työssä tarkastellaan, miten maatalouden eri osa-alueet, erityisesti lehmien ja hevosten laidunnus sekä viljelykäytännöt, voivat toimia keinoina luonnon monimuotoisuuden vahvistamisessa. Työssä analysoidaan olemassa olevia strategioita ja toimenpiteitä niin EU:n, Suomen kuin paikallistasollakin sekä pohditaan tulevaisuuden mahdollisuuksia, joissa maatalous ja luonto muodostavat toisiaan tukevan symbioottisen suhteen. Maatalouden näkeminen luonnon monimuotoisuuden ylläpitäjänä, vahvistajana sekä ennallistajana on tärkeässä roolissa, ja tätä tukee hyvin laidunnuksen maisemaa ja avoimia elinympäristöjä ylläpitävä vaikutus sekä luonnonvaroja ja ekosysteemipalveluja tukevat viljelykäytännöt.

Tavoitteena on myöskin selvittää, millaisin strategioin ja toimenpitein maatalous voisi tulevaisuudessa muuttua ekologisesti yhteensopivaksi, molemminpuolista hyötyä tuottavaksi luontoystävälliseksi järjestelmäksi, jossa maatalous ja luonto tukevat toistensa hyvinvointia.

Tämän ongelman tarkastelua ohjaavat seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Millä tavoin laiduneläimet, kuten lehmät ja hevoset, voivat tukea luonnon monimuotoisuuden säilyttämistä ja ennallistamista maaseutu ympäristöissä?
2. Kuinka viljelykäytännöt voidaan suunnata niin, että ne tukevat luonnonvaroja ja ekosysteemipalveluja ilman kemikaalien aiheuttamaa haittaa ja haitallisia vaikutuksia?
3. Millaisia strategioita ja toimenpiteitä tarvitaan, jotta maataloudesta tulisi luontoystävällinen ja biodiversiteettiä vahvistava järjestelmä?

Tutkielman rajauksena on keskittyminen Suomen maatalous- ja maaseutu ympäristöihin. Vaikka kansainväliset ohjelmat ja EU-strategiat luovat tärkeän viitekehyksen, tarkastelu painottuu Suomen olosuhteisiin, erityisesti perinnebiotooppien, laidunnuksen ja

viljelykäytäntöjen merkitykseen. Tutkimus ei käsittele yksityiskohtaisesti metsätalouden biodiversiteettikysymyksiä, vaan rajautuu maatalouteen liittyviin käytäntöihin.

Tutkielman rakenne etenee seuraavasti: luvussa kaksi tarkastellaan luonnon monimuotoisuuden ja maatalouden välistä suhdetta sekä biodiversiteetin nykytilaa Suomessa. Luvussa kolme syvennyttään laidunnuksen ja viljelykäytäntöjen merkitykseen biodiversiteetin tukemisessa. Luvussa neljä käsitellään viljelyä, luonnonmonimuotoisuutta ja symbioottista suhdetta sekä maatalouden vaikutuksia ekosysteemipalveluihin ja luonnonvaroihin. Luvussa viisi esitellään strategiat ja toimenpiteet, joilla biodiversiteettiä voidaan tukea eri tasoilla, ja luvussa kuusi päästään tulevaisuuden visioon luontoystävällisestä ja myrkyttömästä maataloudesta. Lopuksi luvussa seitsemän tehdään johtopäätökset ja pohditaan tulevaisuuden näkymiä.

2 Luonnon monimuotoisuus ja maatalous

Luonnon monimuotoisuuden merkitys ekosysteemeissä on korvaamaton. Luonnon monimuotoisuus on maaseutu- ja maatalousympäristöjen perusta ja tulevaisuuden elinehto, mutta samalla juuri maatalous on ollut yksi sen suurimmista uhkaajista. Perinteinen laidunnus ja monipuolinen viljely ovat kuitenkin vuosisatojen ajan ylläpitäneet niittyjä, hakamaita, metsälaitumia ja peltoekosysteemejä, joissa lukuisat kasvi- ja eläinlajit ovat kukoistaneet. Historiallisesti suomalainen maatalous, erityisesti juurikin laidunnus ja monipuolinen viljely, loi ja ylläpiti lajirikkaita ympäristöjä. (Luonnonvarakeskus 2023). Nämä elinympäristöt ovat olleet Euroopan lajirikkaimpia alueita (Kull & Zobel 1991), ja näissä elinympäristöissä kukoisti suuri joukko kasvi- ja hyönteislajeja, mutta niiden pinta-ala on vähentynyt dramaattisesti tehomaaatouden ja maisemarakenteen muutosten myötä (Kangas ym. 2023). Perinteisten käytäntöjen väistyessä intensiivisen maatalouden tieltä nämä elinympäristöt ja niiden lajit ovat ajautuneet uhanalaisiksi. Samalla on kuitenkin tunnistettu, että oikein suunniteltuna ja toteutettuna maatalous voi edelleen olla avainasemassa luonnon monimuotoisuuden turvaamisessa.

Nykyisin tilanne on siis merkittävästi muuttunut heikentäen monimuotoisuutta laajasti intensiivisen maatalouden, torjunta-aineiden ja lannoitteiden runsaan käytön, yksipuolisen viljelyn ja maisemarakenteen yksinkertaistumisen myötä. Esimerkiksi perinnebiotooppien pinta-alasta on jäljellä enää murto-osa verrattuna 1900-luvun alkuun, ja juuri nämä biotoopit ovat monien uhanalaisten lajien keskeisiä elinympäristöjä (Kontula & Raunio 2018). Tästä syystä maatalouden roolia tarkasteltaessa on olennaista tunnistaa sekä sen kielteiset että myönteiset vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen. Monimuotoisuuden vähenemisellä on yhtä suuri tai suurempi vaikutus kuin kasvinsyöjillä, tulipaloilla, kuivuudella, typen lisääntymisellä, kohonneella hiilidioksidipitoisuudella ja muilla ympäristönmuutoksen ajureilla. Biologisen monimuotoisuuden säilyttämisen, suojelun ja ennallistamisen tulisi olla tärkeä maailmanlaajuinen prioriteetti. (Tilman 2014, Kungming- Montreal Global Biodiversity Framework 2022.)

Maatalousympäristöt siis vaikuttavat merkittävästi luonnon monimuotoisuuteen (Kangas ym. 2023). Luonnon monimuotoisuus, eli biodiversiteetti, tarkoittaa sekä lajien, geneettisen vaihtelun että ekosysteemien kirjoa ja moninaisuutta (FAO 2019). Biodiversiteetti ylläpitää ekosysteemipalveluja, kuten pölytystä, ravinteiden kiertoa, maaperän hyvinvointia, tuholaisten luonnollista torjuntaa sekä vesitalouden säätelyä (Hahlbrock 2010, Iivonen ym

2023). Ilman näitä palveluja maatalouden tuottavuus ja kestävyys heikkenisivät merkittävästi (MEA 2005). Se muodostaakin siis elämän perusedellytykset ja on välttämätöntä sekä elintärkeää maataloudelle.

Samalla kun maatalous muokkaa ympäristöä, se voi joko edistää biodiversiteettiä, esimerkiksi perinnebiotooppien ylläpidolla ja laidunnuksella tai heikentää sitä, esimerkiksi intensiivisen viljelyn, torjunta-aineiden ja lannoitteiden kautta (Iivonen 2023, Kaila 2023).

Luonto tarjoaa maataloudelle välttämättömiä ekosysteemipalveluja ja maataloudella on puolestaan mahdollisuus ylläpitää ja vahvistaa luonnon monimuotoisuutta kestävien käytäntöjen avulla (MEA 2005, Tscharnke ym. 2021). Maatalous voikin hyötyä tästä yhteistyöstä monin tavoin. Esimerkiksi monimuotoinen maatalousympäristö vähentää kasvintuhoojien riskejä, tukee pölyttäjäyhteisöjä ja lisää hiilen sitoutumista maaperään, mikä parantaa pitkän aikavälin tuottavuutta ja vähentää ilmatoriskejä (Kremen & Miles 2012). Näin luonnon monimuotoisuuden vahvistaminen ei ole pelkästään ekologinen tavoite, vaan myös taloudellinen ja yhteiskunnallinen investointi.

Luontoystävälliset viljelykäytännöt, kuten viljelykierto, luomutuotanto ja peltometsäviljely, luovat edellytyksiä lajiston säilymiselle ja lisäävät maatalouden resilienssiä ympäristön muutoksille (Altieri 2018). Erityisesti lehmät ja hevoset tukevat laiduntamisellaan luonnon monimuotoisuutta hoitaen mm. perinnebiotooppeja, jotka ovat useiden uhanalaisten kasvi- ja hyönteislajien viimeisiä turvapaikkoja (Helldán ym. 2020). Laidunnus, monipuoliset viljelykiertotavat ja maisemarakenteiden säilyttäminen voivat vahvistaa ekosysteemien toimivuutta ja luoda arvokkaita elinympäristöjä, ja näiden avulla maatalous voi kääntyä monimuotoisuuden tukijaksi sekä toimia osana ratkaisua. Maatalous ja biodiversiteetti eivät siis ole toistensa vastavoimia, vaan oikein suunnatuilla käytännöillä ne voivat tukea toisiaan ja muodostaa symbioottisen suhteen, jossa sekä tuotanto että luonnon monimuotoisuus hyötävät. Maatalous voi siis olla myös ratkaisu monimuotoisuuden turvaamiseen.

2.1 Biodiversiteetin tilanne Suomessa

Suomessa biodiversiteetin tila on huolestuttava, ja monien maatalousympäristöihin sidoksissa olevien lajien kannat ovat taantuneet jyrkästi. Biodiversiteetin hupeneminen uhkaa paitsi ekosysteemien toimintaa myös maatalouden kestävyyttä, sillä ekosysteemipalvelut, kuten pölytys ja ravinteiden kierto, heikentyvät. Ympäristöministeriön ja Luonnonvarakeskuksen raporttien mukaan perinnebiotoopit ovat yksi uhanalaisimmista elinympäristötyypeistä, ja yli 90 % niistä on kadonnut viimeisen sadan vuoden aikana. Tämä kehitys on johtanut siihen, että

suuri osa niihin sidoksissa olevista kasvi- ja hyönteislajeista on uhanalaistunut. Esimerkiksi punaisen kirjan vuoden 2019 uhanalaisuusarvioinnin mukaan noin puolet maatalousympäristöjen lajeista on uhanalaisia tai silmälläpidettäviä. Pölyttäjähönteisten, kuten mehiläisten ja perhosten, väheneminen on erityisen huolestuttavaa, sillä ne ovat keskeisiä maatalouden tuotannon kannalta. Lisäksi maatalousympäristöjen linnusto, kuten peltosirkku ja kottarainen, on kokenut voimakasta taantumaa 1900-luvun lopusta lähtien.

Biodiversiteetin vähenemisen keskeisiä syitä Suomessa ovat: ***Elinympäristöjen katoaminen ja pirstoutuminen***, erityisesti niittyjen, hakamaiden ja perinnebiotooppien väheneminen. ***Intensiivinen viljely ja yksipuolistuminen*** vähentää monimuotoisia elinympäristöjä ja ruokaverkostoja. ***Torjunta-aineiden ja lannoitteiden käyttö*** heikentävät maaperän eliöstöä ja pölyttäjiä. ***Maisemarakenne***, jossa perinteiset pienipiirteiset elementit, kuten pientareet, puukujanteet ja niityt, ovat hävinneet.

Samalla on kuitenkin nähtävissä myönteisiä kehityssuuntia. EU:n maatalouspolitiikan ympäristötuet ja erilaiset biodiversiteettiohjelmat ovat lisänneet viljelijöiden kiinnostusta luonnon monimuotoisuuden turvaamiseen. Esimerkiksi luonnonhoitopellot, maisemapellot ja laidunnuksen elvyttäminen ovat osaltaan auttaneet hidastamaan lajien taantumista.

Kangas ym. (2023) korostavat, että Suomen luonnon köyhtymisen pysäyttäminen edellyttää nopeita ja vaikuttavia toimia, jotka kohdistuvat erityisesti maankäytön muutoksiin, maatalouteen ja metsätalouteen. Skenaariotarkastelut osoittavat, että ilman merkittäviä lisäpanostuksia luonnon monimuotoisuus jatkaa heikkenemistään, mutta toisaalta oikein kohdennetut suojele- ja ennallistamistoimet voivat vielä kääntää kehityksen. Tämä vahvistaa myös tutkielman näkemystä siitä, että maatalouden rooli on keskeinen, se voi joko kiihdyttää luontokatoa tai olla avain sen pysäyttämiseen (Kangas ym. 2023).

2.2 Maatalouden vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen: uhkakuvat ja mahdollisuudet

Maatalous on yksi merkittävimmistä luonnon monimuotoisuuteen vaikuttavista toimialoista Suomessa ja maailmanlaajuisesti. Vaikutukset voivat olla joko kielteisiä tai myönteisiä riippuen käytetyistä menetelmistä ja ympäristöä tukevista ratkaisuista.

Uhkakuvia ja kielteisiä vaikutuksia on nähtävissä paljon. Keskeisistä kielteisistä vaikutuksista on selkeästi nähtävissä ***elinympäristöjen häviäminen***, jolloin peltojen laajentaminen ja perinnebiotooppien umpeenkasvu ovat vähentäneet monien lajien elinympäristöjä.

Kemikaalien käyttö puolestaan torjunta-aine määrineen vähentää hyönteiskantoja ja lannoitteet muuttavat kasvilajistoa, mikä heijastuu koko ravintoverkkoon. **Yksipuolistuminen**, kuten suurten lohkojen viljely yhdellä kasvilla, vähentää maiseman monimuotoisuutta ja lajien sopeutumismahdollisuuksia. **Vesistökuormitus** saa ravinteiden valumat rehevöittämään vesistöjä, mikä vaikuttaa myös vesiekosysteemeihin.

Mahdollisuuksia ja myönteisiä vaikutuksia

Toisaalta maataloudella on potentiaalia toimia biodiversiteetin ylläpitäjänä. **Laidunnus ja perinnebiotooppien hoito** on merkittävässä roolissa. Lehmät ja hevoset pitävät yllä avoimia elinympäristöjä, jotka ovat elintärkeitä monille uhanalaisille lajeille. **Monipuolinen viljely** on myöskin hyvin tärkeässä roolissa. **Viljelykierto, sekaviljely ja kerääjäkasvit** voivat rikastaa maaperää ja tarjota resursseja pölyttäjille. Orgaaninen aines auttaa ylläpitämään maaperänrakennetta ja lisäämään maaperän kykyä pidättää vettä (Lal 2020).

Maisemaelementtien säilyttäminen, kuten **pientareet, pensasaidat ja metsänreunat** tarjoavat elinympäristöjä ja ekologisia käytäviä ollen näin hyvin tärkeä osa kokonaisuutta.

Luomuviljely vähentää kemikaalien käyttöä ja tukee luonnonvaraisia lajeja, erityisesti hyönteisiä ja lintuja. (Luonnonvarakeskus 2021.)

Kaksijakoinen rooli

Maatalouden vaikutukset biodiversiteettiin ovat kaksijakoiset. Se voi olla sekä uhka että ratkaisu, riippuen käytännön toimista ja tulevaisuuden toteutumisesta. Tämä tekee siitä keskeisen kohteen, kun suunnitellaan strategioita luonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi.

Tulevaisuudessa ratkaisevaa on, miten viljely ja eläintenhoito suunnataan niin, että tuotannon tehokkuus ja ympäristön kestävyys kulkevat rinnakkain. Luonnon monimuotoisuus on ekosysteemien toiminnan ja kestävyuden perusta. Ekosysteemit koostuvat monimutkaisista vuorovaikutussuhteista, joissa lajit, elinympäristöt ja luonnon prosessit kytkeytyvät toisiinsa. Mitä monipuolisempi lajisto, sitä vakaammin ekosysteemit pystyvät sopeutumaan muutoksiin, kuten ilmaston lämpenemiseen, sään ääri-ilmiöihin ja vieraslajien leviämiseen.

Maatalouden näkökulmasta biodiversiteetin merkitys on erityisen suuri. Se turvaa pölytyksen, joka on välttämätön niin viljelykasveille kuin luonnonvaraisille kasveille. Lisäksi maaperän pieneliöstö ylläpitää ravinteiden kiertoa ja parantaa maan rakennetta, mikä puolestaan vähentää viljelyn ulkoisten panosten, kuten keinolannoitteiden, tarvetta. Monimuotoinen

kasvillisuus suojaa eroosiolta ja ylläpitää vesitalouden tasapainoa, mikä vähentää tulvien ja kuivuuden riskejä.

Biodiversiteetin väheneminen on kuitenkin maailmanlaajuinen kriisi, johon myös maatalous vaikuttaa merkittävästi. Euroopan unionin biodiversiteettistrategian (EU 2020) mukaan yli 80 % luontotyypeistä on heikentyneessä tilassa, ja maatalous on yksi keskeisistä syistä tähän.

2.3 Ekosysteemipalvelut ja maatalous

Ekosysteemipalvelut ovat niitä hyötyjä, joita ihmiset saavat luonnosta ja sen prosesseista. Ne voidaan jakaa neljään pääluokkaan: tuotanto-, säätely-, ylläpito- ja kulttuuripalveluihin (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Maatalous ei ainoastaan hyödynnä näitä palveluja, vaan myös muokkaa ja vaikuttaa niiden kestävyYTEEN.

Tuotantopalvelut ovat näkyvimmit maatalouden kannalta, jonka tuotteet ovat suoraan ekosysteemien tuottamia hyödykkeitä. Niiden ohella myös rehu, kuitukasvit ja energiahyödykkeet, esimerkiksi biomassa, kuuluvat tähän ryhmään. (FAO 2019.)

Säätelypalvelut ovat usein näkymättömämpiä, mutta niiden merkitys on ratkaiseva. Pölyttäjien toiminta mahdollistaa useimpien viljelykasvien sadonmuodostuksen, ja maaperän mikrobit ylläpitävät ravinteiden kiertoa. Kasvillisuus ehkäisee eroosiota, ja monimuotoiset maisemat voivat lieventää tuholaisten leviämistä luonnollisten vihollisten avulla. Keskeiset ekosysteemipalvelut maataloudessa lähtevätkin aina pölytyksestä alkaen. Luonnonvaraiset pölyttäjät, kuten mehiläiset, kimalaiset ja perhoset, ovat korvaamattomia monien viljelykasvien sadonmuodostukselle. Suomessa pölytyksen taloudellinen arvo on arvioitu sadoiksi miljooniksi euroiksi vuodessa (Luonnonvarakeskus 2021). Pölyttäjien väheneminen heikentää sekä satoa että sadon laatua.

Maaperän terveys ja ravinteiden kierto on elinehto. **Maaperäeliöt**, kuten lierot, sienet ja mikrobit, hajottavat orgaanista ainesta, kierrättävät ravinteita ja parantavat maan rakennetta. Tämä tukee kasvien kasvua, vedenpidätyskykyä ja eroosion torjuntaa. Monimuotoinen maaperäyhteisö vähentää myös tautien leviämistä (Luonnonvarakeskus 2021, European Environment Agency 2020).

Ilmastonmuutoksen hillinnän kannalta keskeisiä ovat hiilen varastoituminen maaperään ja peltometsäviljelyjärjestelmiin. (FAO, 2020, European Environment Agency 2020.)

Ylläpitopalvelut luovat perustan kaikille muille ekosysteemipalveluille. Esimerkiksi geneettinen monimuotoisuus viljelykasveissa ja kotieläimissä mahdollistaa sopeutumisen muuttuviin olosuhteisiin ja vähentää riskejä ilmastonmuutoksen tai tautien aiheuttamille menetyksille (Altieri & Nicholls, 2017).

Kulttuuripalvelut liittyvät maisemien ja luonnon esteettisiin, virkistykellisiin ja kulttuurihistoriallisiin arvoihin. Perinnebiotoopit, niityt ja laitumet eivät ainoastaan tarjoa elinympäristöjä uhanalaisille lajeille, vaan myös luovat luontokokemuksia, identiteettiä ja yhteisöllisyyttä maaseutualueilla. (Pykälä ym. 2005, Luonnonvarakeskus 2021.) Kulttuuriset ja maisemalliset arvot nivoutuvat osaksi kokonaisuutta. Maatalousympäristöt tarjoavat myös maisemallista kauneutta, virkistysarvoja ja kulttuuriperintöä. Maiseman kasvava monipuolisuus parantaa myös monien viljelykasvien satotasoja (Galpern ym. 2020).

Tämä määrittely auttaakin ymmärtämään, että ekosysteemipalveluilla tarkoitetaan siis luonnon tarjoamia hyötyjä, jotka ylläpitävät sekä yhteiskunnan että talouden toimintaa. Maatalous on vahvasti riippuvainen näistä palveluista, vaikka niiden arvo jää usein näkymättömäksi. Biodiversiteetin köyhtyminen uhkaa suoraan myös maatalouden kestävyyttä, sillä ekosysteemipalvelut perustuvat monimuotoisiin eliöyhteisöihin ja elinympäristöihin. (Millennium Ecosystem Assessment 2005, Luonnonvarakeskus 2021.) Power (2010) sanoo tutkimuksessaan, että kun ekosysteemipalveluiden arvottamiseen tulee saataville tehokkaampia menetelmiä, "win-win"- skenaarioiden potentiaali kasvaa. Asianmukaiset maatalouden hoitokäytännöt ovat ratkaisevan tärkeitä ekosysteemipalveluiden hyötyjen toteuttamiseksi ja maataloustoiminnan haittojen vähentämiseksi.

Veden kierto ja puhdistus on hyvin olennaista, ja ekosysteemit säätelevätkin veden liikkeitä ja sitovat ravinteita. Monimuotoiset pientareet ja kosteikot vähentävät ravinnevalumia vesistöihin, mikä tukee sekä maatalouden kestävyyttä että vesiekosysteemien hyvinvointia. (Luonnonvarakeskus 2021, European Environment Agency 2020.) Tuhohyönteisten torjunta toimii kaikkein järkevimmin, kun luonnonvaraiset petohyönteiset ja linnut rajoittavat tuholaisten kantoja. Monimuotoinen ympäristö tarjoaa niille ravintoa ja suojapaikkoja, mikä vähentää kemiallisten torjunta-aineiden tarvetta ja tukee ekosysteemin tasapainoa (Bianchi ym 2006, Luonnonvarakeskus 2021).

Näin kaikki tekijät vaikuttavat tiukasti toisiinsa. Ekosysteemipalvelujen turvaamisen merkitys on tärkeää, sillä ekosysteemipalvelut osoittavat, että luonnon monimuotoisuuden suojeleminen ei ole vain altruistinen teko luonnon hyväksi, vaan myös maatalouden ja koko

yhteiskunnan elinehto. Jos biodiversiteetti köyhtyy liikaa, maatalous joutuu turvautumaan kalliisiin teknisiin ratkaisuihin, jotka eivät voi korvata luonnon tarjoamia palveluita. Maatalouden ja luonnon monimuotoisuuden suhdetta tulisi tarkastella vastavuoroisena, luonnon monimuotoisuus ylläpitää maataloutta, ja kestävä maatalouskäytännöt voivat puolestaan ylläpitää monimuotoisuutta.

3 Lehmät, hevoset ja laidunnus osana biodiversiteetin tukemista

Lehmät ja hevoset ovat vuosisatojen ajan olleet luonnon monimuotoisuuden ylläpitäjiä suomalaisessa maaseutuymäristössä muokaten maatalousmaisemia ja ylläpitäen niissä elävää monimuotoisuutta. Niiden laidunnus on mahdollistanut perinnebiotooppien synnyn ja säilymisen, tarjonnut elinympäristöjä kasvilajeille ja pölyttäjille sekä muokannut maisemaa kulttuurisesti ja ekologisesti arvokkaaksi. Laiduntamisen hyödyt perustuvat sen kykyyn ylläpitää avoimuutta ja monimuotoisuutta, joita ilman monet uhanalaiset lajit häviäisivät.

Perinteinen laidunnus on ollut erottamaton osa suomalaista maaseutua, ja sen vaikutukset näkyvät edelleen perinnebiotooppien kasvi- ja eläinlajistossa. Nykyinen maatalouden tehostuminen ja tuotantotapojen muutos ovat kuitenkin kaventaneet laidunnuksen merkitystä, mikä on johtanut monien arvokkaiden elinympäristöjen taantumiseen. Tässä luvussa tarkastellaan laidunnuksen historiallista taustaa, eläinten roolia elinympäristöjen ylläpitäjinä sekä laidunnuksen ekologisia hyötyjä ja haasteita.

3.1 Perinnebiotooppien historia ja nykytila

Perinnebiotoopit, kuten niityt, kedot ja hakamaat, ovat syntyneet vuosisataisen karjatalouden seurauksena. Niiden ylläpito perustui laidunnukseen ja niittoon, jotka estivät alueiden metsittymistä ja loivat edellytykset valoa ja avointa kasvutilaa vaativille kasvilajeille. Näistä elinympäristöistä on kehittynyt Suomen luonnon monimuotoisuuden kannalta merkittävimpiä kohteita, ja ne sisältävät suuren osan uhanalaisista lajeista. (Pykälä ym. 2005). Lehmät ja hevoset ovat vuosisatojen ajan olleet luonnon monimuotoisuuden ylläpitäjiä suomalaisessa maaseutuymäristössä. Tämä laidunnus on mahdollistanut perinnebiotooppien synnyn ja säilymisen, tarjonnut elinympäristöjä kasvilajeille ja pölyttäjille sekä muokannut maisemaa kulttuurisesti ja ekologisesti arvokkaaksi. Laiduntamisen hyödyt perustuvat sen kykyyn ylläpitää avoimuutta ja monimuotoisuutta, joita ilman monet uhanalaiset lajit häviäisivät.

Nykypäivänä olemme kuitenkin tulleet huolestuttavaan tilanteeseen, sillä Suomessa perinnebiotooppien pinta-ala on kutistunut 1900-luvun alusta yli 90 prosenttia (Kontula & Raunio 2018). Vain murto-osa niiden aikaisemmasta pinta-alasta on enää jäljellä, ja monet niistä vaativat aktiivisia hoitotoimia säilyäkseen. (Heikkinen ym. 2015.) Sama kehitys on saanut jatkua jo vuosikymmenien ajan, ja syytä löytyy maatalouden rakennemuutoksesta, koneellistumisesta sekä perinteisten hoitomuotojen vähenemisestä.

Historiallisesti perinnebiotoopit kattoivat laajoja alueita, sillä maatalouden omavaraisuus perustui niittyjen tuottamaan heinään ja laidunmaihin, jotka ruokkivat kotieläimet. Samalla syntyi monikerroksisia maisemia, joissa kasvilajisto, pölyttäjät ja linnut löysivät monipuolisia elinympäristöjä. Esimerkiksi perinteisesti hoidetut kedot voivat sisältää jopa yli 40 putkilokasvilajia neliömetrillä, mikä tekee niistä Euroopan lajirikkaimpia elinympäristöjä (Kull & Zobel 1991).

Perinnebiotooppien merkitys on tunnustettu sekä kansallisessa että kansainvälisessä luonnonsuojelupolitiikassa. Ne sisältyvät EU:n luontodirektiivin luontotyypeihin, ja niiden hoitoon on suunnattu ympäristötukia ja hoito-ohjelmia. Silti suuri osa jäljellä olevista kohteista on edelleen vaarassa, sillä niiden säilyttäminen vaatii jatkuvaa hoitoa ja kotieläinten laidunnusta. Perinnebiotoopit eivät ole vain ekologisesti arvokkaita, vaan myös kulttuurihistoriallisesti erittäin merkittäviä, ne heijastavat vuosisatojen maatalousperinnettä ja maisemakulttuuria, joka on katoamassa ilman aktiivisia toimenpiteitä.

3.2 Lehmien ja hevosten rooli niittyjen, ketojen ja hakamaiden ylläpitäjinä

Lehmät ja hevoset toimivat perinnebiotooppien hoitajina luonnollisin ja tehokkain keinoin. Niiden laidunnus pitää kasvillisuuden matalana, estää pensaiden ja puiden liiallista leviämistä sekä ylläpitää avoimuutta, joka on monille kasvilajeille elinehto.

Lehmien märehminen ja laidunnustapa suosivat monipuolista kasvillisuutta, kun taas hevosten valikoiva syönti luo kasvillisuuteen vaihtelua ja tarjoaa erilaisia pienelinympäristöjä. Yhdessä ne ylläpitävät rakenteellista ja lajillista monimuotoisuutta, jota ilman monet niitty- ja ketokasvit häviäisivät. Tämä eläinten ja ympäristön välinen suhde on keskeinen osa luonnon ja maatalouden symbioosia.

Lisäksi laidunnus vaikuttaa myös maaperän prosesseihin ja hyönteislajistoon. Eläinten ulosteet rikastuttavat maaperää ja tarjoavat elinympäristön monille selkärangattomille, kuten lantakuoriaisille, joilla on merkittävä rooli ravinteiden kierrätyksessä ja maaperän ilmavuuden ylläpidossa (Hanski & Cambefort 1991). Samalla avoin laidunmaisema tarjoaa elintilaa pölyttäjille, joiden merkitys maatalouden tuotannolle ja luonnon ekosysteemipalveluille on korvaamaton (Öckinger ym. 2006).

Perinnebiotooppien hoito lehmien ja hevosten avulla on siis paitsi kulttuurihistoriallisesti arvokasta myös ekologisesti välttämätöntä. Ilman jatkuvaa laidunnusta nämä elinympäristöt metsittyvät nopeasti, jolloin niiden uhanalainen lajisto katoaa. Tutkimukset osoittavat, että

aktiivisesti hoidetuilla perinnebiotoopeilla on selvästi suurempi lajiston monimuotoisuus kuin hoitamattomilla alueilla (Vainio ym. 2001, Hiron ym. 2013). Näin laiduntajat ovat äärimmäisen arvokkaassa avainasemassa luonnon monimuotoisuuden turvaajina suomalaisessa maatalousmaisemassa.

3.3 Laiduntamisen ekologiset hyödyt pölyttäjille, kasvilajeille ja maisemalle

Laiduntamisen vaikutukset heijastuvat laajasti ekosysteemeihin. Niittyjen ja ketojen avoimuus tarjoaa mehiläisille, kimalaisille ja perhosille runsaan ravintoresurssin ja elinympäristön. Samalla monimuotoinen kasvillisuus tukee ravintoketjuja ja ylläpitää ekologista tasapainoa. Erityisesti mesikasvien runsaus ja jatkuva kukinta laidunympäristöissä turvaavat pölyttäjien ravinnonsaantia läpi kasvukauden. Tämä on ratkaisevaa myös viljelykasvien pölytyksen kannalta, sillä luonnonvaraiset pölyttäjät lisäävät satojen laatua ja määrää (Klein ym. 2007).

Kasvilajiston runsaus on suoraan yhteydessä laidunnukseen, ilman laidunnusta niityt rehevöityisivät ja umpeutuisivat, jolloin valoa vaativat lajit katoaisivat. Myös maisemallinen arvo on merkittävä, avoimet laitumet ja hakamaat luovat kulttuurimaisemia, jotka ovat sekä ekologisesti arvokkaita että maisemallisesti kauniita.

Laidunnus estää rehevöitymistä, eli maaperän liiallista ravinteiden, erityisesti typen ja fosforin, rikastumista, joka suosii nopeasti kasvavia heinä- ja ruohokasveja. Nämä kilpailukykyiset lajit valtaavat tilaa ja varjostavat valoa vaativia niitty- ja ketokasveja, mikä johtaa lajiston yksipuolistumiseen. Näiden kilpailijoiden, kuten korkeiden heinäkasvien hallinnassa pysymien mahdollistaa valoa vaativien niitty- ja ketokasvien säilymisen. Laidunnus poistaa kasvimassaa, kuluttaa ravinteita ja ylläpitää avoimia, niukkaravinteisiä olosuhteita, joissa valoa vaativat niitty- ja ketokasvit voivat säilyä. Nämä kasvilajit muodostavat perustan ekosysteemin monimuotoisuudelle ja ylläpitävät kymmeniä harvinaistuneita ja uhanalaisia lajeja (Pykälä 2001).

Maisemallinen arvo on niin ikään merkittävä. Avoimet laitumet ja hakamaat luovat kulttuurimaisemia, jotka ovat sekä ekologisesti arvokkaita että esteettisesti ja virkistykseellisesti tärkeitä. Näitä perinteisiä maisemia arvostetaan osana suomalaista identiteettiä ja kulttuuriperintöä, ja niiden säilyttäminen parantaa myös maaseudun vetovoimaa matkailun ja virkistyksen näkökulmasta (Helm ym. 2006).

Laiduntaminen on siis keskeinen ja luonnollinen työkalu, joka tukee yhtä aikaa biodiversiteettiä, ekosysteemipalveluja ja maiseman kulttuuriarvoja. Ilman sitä perinteiset

niityt ja kedot katoavat nopeasti, ja samalla menetetään lukuisia niihin sidoksissa olevia eliölajeja ja maisemallinen monimuotoisuus.

3.4 Intensiteetin vaikutus: tehotuotannon ongelmat vs. pienimuotoisen laidunnuksen hyödyt

Laidunnuksen vaikutukset eivät ole yksiselitteisiä, vaan riippuvat voimakkaasti sen intensiteetistä ja mittakaavasta. Tehotuotannossa laidunnus voi johtaa maaperän kulumiseen, ravinnekuormitukseen ja lajiston yksipuolistumiseen sekä ympäristökuormitukseen. Suurten eläintiheyksien vuoksi monimuotoisuutta tukeva vaikutus katoaa, ja ympäristökuormitus kasvaa. Esimerkiksi liiallinen tallaus voi tiivistää maaperää, mikä vähentää sen vedenpidätyskykyä ja haittaa kasvillisuuden uudistumista (Tallowin ym. 2005). Myös ravinneylikuormitus voi suosia rehevöityviä lajeja muiden kustannuksella, mikä johtaa kasvillisuuden yksipuolistumiseen.

Sen sijaan pienimuotoinen, harkitusti toteutettu laidunnus voi olla biodiversiteetin vahva tukipilari. Kohtuullinen eläintiheys, monipuoliset eläinlajit ja alueiden vuorottelu laidunnuksessa luovat elinympäristöjä ja pitävät yllä luonnon prosesseja. Tällainen monipuolinen laidunnus ylläpitää kukkivaa kasvillisuutta pölyttäjille, avoimia alueita maaperän selkärangattomille ja maisemallisia arvoja maaseudun asukkaille ja matkailijoille (Berg ym. 2012). Näin laidunnus voidaan nähdä ekologisena työkaluna, joka yhdistää maatalouden tuotannon ja luonnon monimuotoisuuden suojelun.

Laidunnuksen merkitys monimuotoisuudelle vaihtelee myös sen mukaan, millaisella alueella laidunnus tapahtuu. *Viljelty peltonurmi* on usein yksilajinen tai vain muutaman lajin muodostama rehuntuotannon alue, jonka ekologinen arvo monimuotoisuuden näkökulmasta on rajallinen. Se tarjoaa vain niukasti elinympäristöjä pölyttäjille, maaperäeliöille tai uhanalaisille lajeille (Berg ym. 2012). *Pysyvä laidun* voi ajan kuluessa kehittyä lajistoltaan monipuolisemmaksi, jos ravinnekuormitus on maltillista ja maaperän rakenne säilyy, mutta se on silti ihmisen muokkaama ympäristö, jonka monimuotoisuusarvo riippuu hoidon intensiteetistä (Tallowin ym. 2005). *Luonnonlaidun* sen sijaan kuuluu perinnebiotooppien ytimeen: se on niukkaravinteinen, avoin, rakenteellisesti vaihteleva ja kasvilajistoltaan rikas ympäristö, jossa laiduneläinten toiminta, kuten syöminen, tallaaminen ja luonnollinen lannoitus, ylläpitää elinympäristöjen monimuotoisuutta ja tarjoaa erittäin tärkeän kasvualustan lukuisille uhanalaisille lajeille (Pykälä 2001).

Kokonaisuudessaan laidunnuksen intensiteetti määrittää sen ekologisen vaikutuksen. Tehotuotanto voi köyhdyttää monimuotoisuutta ja kuormittaa ympäristöä, kun taas pienimuotoinen ja monipuolinen laidunnus vahvistaa ekosysteemien toimivuutta. Tämä osoittaa, että laidunnuseläimet eivät ole tuotantoeläimiä, vaan arvokkaita ekologisia toimijoita, joiden avulla maatalous voi tukea luonnon monimuotoisuutta ja kulttuurimaiseman säilymistä. Vaikutukset ulottuvat koko yhteiskunnan hyvinvointiin. Kansainvälinen tutkimus vahvistaa, että laidunnuksen vaikutukset biodiversiteettiin eivät ole yksiselitteisiä. Filazzola ym. 2020 osoittavat meta-analyysissään, että laidunnuksen poissulkeminen voi lisätä lajiston monimuotoisuutta erityisesti kasvillisuuteen sidoksissa olevilla trofisilla tasoilla, kuten kasvinsyöjillä. Tämä korostaa, että laidunnuksen intensiteetti ja hallinta ratkaisevat sen, onko vaikutus positiivinen vai negatiivinen. Liiallinen laidunnus voi köyhdyttää monimuotoisuutta, mutta kohtuullinen ja monipuolinen laidunnus ylläpitää monimuotoisia elinympäristöjä ja tukee ekosysteemien toimintaa (Filazzola ym. 2020). Tutkimus osoitti, että laiduntamisen vaikutukset eivät rajoitu kasveihin, vaan ne ulottuvat myös eläinyhteisöihin, jotka ovat riippuvaisia kasveista ravinnon ja elinympäristön saamiseksi (Filazzola ym. 2020).

4 Viljely ja luonnon monimuotoisuus -symbioottinen suhde

Vastavuoroisuuden toteutuminen edellyttää viljelymenetelmiä, jotka eivät perustu yksipuolisiin panosintensiivisiin ratkaisuihin, vaan hyödyntävät luonnon omia prosesseja. Erialaisten pienialaisten, maisemaa elävöittävien kohteiden lisääminen ja säilyttäminen peltovaltaisiin maisemiin on tärkeää maatalousluonnon monimuotoisuudelle (Lehikoinen ym. 2024). Seuraavat alaosiot tarkastelevat, kuinka viljely voi toimia symbioottisessa suhteessa luonnon kanssa tukien sekä ruoantuotantoa että ekosysteemipalvelujen jatkuvuutta.

Maatalous ja luonnon monimuotoisuus ovat keskinäisessä riippuvuussuhteessa, sillä viljely hyötyy ekosysteemipalveluista elinvoimaisine maaperineen, samalla kun viljelykäytännöt muokkaavat ympäristöä. Oikein suunnattuna maatalous voi toimia luonnon monimuotoisuuden ylläpitäjänä, mutta yksipuolistuessaan ja tehostuessaan se uhkaa ekosysteemien toimintaa (Altieri 1999). Seuraavassa tarkastellaan keskeisiä viljelymenetelmiä ja käytäntöjä, jotka tukevat biodiversiteettiä ja vahvistavat maatalouden ja luonnon välistä symbioosia.

4.1 Viljelykierto ja monivuotiset viljelykasvit

Viljelykierto on yksi keskeisimmistä keinoista lisätä luonnon monimuotoisuutta peltomaisemissa. Vaihtelemalla viljelykasveja saadaan aikaan monipuolisempi kasvilajisto, joka tukee sekä maaperän eliöstön hyvinvointia että tuholaisten ja tautien hallintaa ilman kemiallisia torjunta-aineita. Lisäksi viljelykierto lisää pölyttäjille ja muille hyötyeliöille sopivia elinympäristöjä. Viljelykierto on perinteinen, mutta edelleen ajankohtainen keino ylläpitää maaperän terveyttä ja torjua tuholaisia ilman kemiallisia torjunta-aineita. Eri kasvilajien vuorottelu vähentää tautipainetta ja ylläpitää maaperän ravinnetasapainoa. Esimerkiksi palkokasvit rikastuttavat maaperää typellä ja parantavat siten seuraavien kasvien kasvuedellytyksiä. Monipuolistamalla maankäyttöä sekä muokkausta ja muita viljelytoimenpiteitä keventämällä on mahdollista lisätä luonnonvaraisten eliöiden tarvitsemia resursseja (Iivonen ym. 2023).

Monivuotiset viljelykasvit, kuten nurmikasvit, vahvistavat ja parantavat maaperän rakennetta, estävät eroosiota, lisäävät hiilen sidontaa ja tarjoavat elinympäristöjä hyönteisille ja pieneliöille ylläpitäen pieneliöyhteisöjä. Niiden juuristo sitoo maata ja ehkäisee eroosiota, samalla kun kukkivat monivuotiset kasvit tukevat pölyttäjien ravinnonsaantia koko kasvukauden ajan (Altieri 1999). Samalla ne vähentävät riippuvuutta lannoitteista ja torjunta-

aineista, mikä tekee viljelyjärjestelmästä kestävämmän ja monimuotoisemman. Myös suomalaiset tutkimukset tukevat näkemystä viljelykäytäntöjen ratkaisevasta merkityksestä luonnon monimuotoisuuteen. Tiainen ym. (2020) osoittavat, että intensiivisen nurmiviljelyn ja peltomaiden laajenemisen seurauksena maatalousympäristöjen lajisto on köyhtynyt merkittävästi. Sen sijaan pinta-alaltaan laaja ja jatkuva nurmialueiden verkosto tukee kasvien, hyönteisten ja eläinlajien monimuotoisuutta sekä vahvistaa maatalousmaiseman ekologista kestävyttä. Tämä alleviivaa monivuotisten viljelykasvien ja maisemarakenteiden säilyttämisen tärkeyttä suomalaisessa kontekstissa (Tiainen ym. 2020). Viljelykiirroissa on hyvä hyödyntää palkokasvien, kuten puna-apilan typensidontaa (Iivonen ym. 2023).

4.2 Luomuviljely ja torjunta-aineettomuus biodiversiteetin tukena

Luomuviljely perustuu luonnon omien prosessien hyödyntämiseen ja kemiallisten torjunta-aineiden sekä keinolannoitteiden välttämiseen. Tämä vähentää ekosysteemeihin kohdistuvia paineita ja luo suotuisammat olosuhteet esimerkiksi pölyttäjille, luonnonvaraisille kasvilajeille ja pieneliöille.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että luomupelloilla lajien monimuotoisuus on keskimäärin korkeampi kuin tavanomaisessa viljelyssä. Lisäksi luomuviljely tukee maaperän biologista aktiivisuutta ja lisää sen kykyä ylläpitää ekosysteemipalveluja. Torjunta-aineettomuus vähentää haittoja sekä eliöstölle että vesistöille, ja se tarjoaa mallin siitä, miten viljely voi tukea biodiversiteettiä ilman kemiallista kuormitusta. Luonnonvarakeskuksen raportti kokoaa laajasti tutkimustietoa siitä, miten luomutuotanto vaikuttaa biodiversiteettiin pohjoisissa maatalousympäristöissä. Iivonen ym. (2023) toteavat, että luomutuotanto tukee monimuotoisuutta erityisesti kasvi- ja hyönteislajistossa, sillä se perustuu vähäiseen torjunta-aineiden käyttöön, monipuolisiin viljelykiertoihin ja luonnonmukaisiin maanparannusmenetelmiin.

Luomuviljely on noussut yhdeksi keskeisistä keinoista vähentää maatalouden kielteisiä ympäristövaikutuksia ja samalla tukea luonnon monimuotoisuutta. Sen peruseriaatteisiin kuuluu torjunta-aineettomuus, joka suojaa niin maaperän eliöstöä, vesistöjä kuin pölyttäjiäkin.

Torjunta-aineiden käytön välttäminen mahdollistaa eliöyhteisöjen palautumisen ja tarjoaa hyönteisille, linnuille ja kasvilajeille suotuisampia elinolosuhteita (Iivonen ym. 2023).

Kaila (2023) on osoittanut, että torjunta-ainejäämät voivat säilyä ympäristössä pitkään ja altistaa pölyttäjät, kuten mehiläiset ja kimalaiset, merkittäville riskeille. Haitat eivät rajoitu vain kohdehyönteisiin, vaan torjunta-aineet heikentävät pölyttäjien elinvoimaisuutta, lisääntymistä ja yhteiskuntien selviytymistä. Tämä tekee torjunta-aineettomien viljelymenetelmien

kehittämisestä ja laajentamisesta keskeisen osan luonnon monimuotoisuuden turvaamista maatalousympäristöissä.

Luomuviljelyssä myös viljelykierto, monimuotoiset kasvilajit ja maanparannusmenetelmät edistävät ekosysteemipalveluja, kuten pölytystä ja ravinteiden kiertoa, mikä vahvistaa maatalouden ja luonnon välistä symbioosia. Näin luomutuotanto tarjoaa konkreettisen mallin siitä, kuinka ruuantuotanto voi olla sekä ekologisesti kestävää että monimuotoisuutta vahvistavaa (Iivonen ym. 2023, Kaila 2023). Raportin mukaan luomutilat voivat toimia ekologisina ydinalueina, jotka ylläpitävät pölyttäjäkantoja ja tarjoavat turvapaikkoja monille lajeille, vaikka kokonaisvaikutus riippuu myös ympäröivän maankäytön rakenteesta.

Luomuviljelyssä keskeistä on luonnon prosessien hyödyntäminen ja kemiallisten torjunta-aineiden sekä synteettisten lannoitteiden välttäminen. Tämä vähentää maaperän ja vesistöjen kuormitusta sekä tukee monimuotoista eliölajistoa. Meta-analyysien mukaan luomupellot ylläpitävät keskimäärin suurempaa lajikirjoa kuin tavanomaiset pellot, erityisesti kasvien, hyönteisten ja lintujen osalta (Bengtsson, Ahnström & Weibull 2005). Torjunta-aineettomuus parantaa pölyttäjien elinolosuhteita, ja monipuoliset viljelykasvivalinnat tarjoavat suojaa myös maaperän mikrobistolle. Näin luomuviljely ei ole ainoastaan tuotantomenetelmä, vaan myös strateginen työkalu luonnon monimuotoisuuden vahvistamiseksi.

4.3 Maisemarakenteet: pientareet, suojavyöhykkeet ja peltometsäviljely

Viljelymaiseman rakenteella on suuri merkitys biodiversiteetin säilymiselle. Pientareet, ojanvarret ja suojavyöhykkeet tarjoavat elinympäristöjä lukuisille kasvi- ja hyönteislajeille, toimivat ekologisina käytävinä ja ehkäisevät ravinteiden valumista vesistöihin. Ne muodostavat verkoston, joka ylläpitää lajiston liikkumista ja leviämistä peltomaisemassa.

Peltometsäviljely, jossa yhdistetään puita ja viljelykasveja samaan maisemaan, on yksi lupaavimmista biodiversiteettiä tukevista menetelmistä. Se lisää maiseman rakenteellista monimuotoisuutta, tarjoaa elinympäristöjä linnuille ja hyönteisille sekä parantaa maaperän ravinnekiertoa ja hiilensidontaa. Näin viljelyalueet voivat toimia paitsi tuotantoympäristöinä myös ekologisina verkostoina.

Maatalousympäristön monimuotoisuutta voidaan vahvistaa maisemarakenteiden avulla. Pientareet, suojavyöhykkeet ja pellon reunavyöhykkeet toimivat ekologisina käytävinä, jotka yhdistävät eri elinympäristöjä ja mahdollistavat lajien liikkumisen. Niillä kasvaa monipuolinen kasvillisuus, joka tarjoaa ravintoa pölyttäjille ja suojaa pieneliöstölle.

Peltometsäviljely, jossa yhdistetään puita ja viljelykasveja samalle alueelle, on erityisen monimuotoisuutta vahvistava käytäntö. Se lisää rakenteellista vaihtelevuutta, tarjoaa elinympäristöjä linnuille ja hyönteisille sekä parantaa hiilen sidontaa ja vesitaloutta (Jose 2009). Näin maisemarakenteet toimivat sekä ekologisina että tuotannollisina investointeina.

4.4 Maaperän monimuotoisuus: maan pieneliöstön merkitys ekosysteemipalveluille

Maaperän monimuotoisuus on maatalouden näkymätön voimavara. Sen pieneliöstö, kuten bakteerit, sienet, selkärangattomat ja mikro-organismit, ylläpitää ravinteiden kiertoa, parantaa maaperän rakennetta ja edistää kasvien terveyttä. Monimuotoinen maaperä toimii myös hiilinieluna ja lisää viljelyjärjestelmän resilienssiä ilmastonmuutoksen aiheuttamia ääri-ilmiöitä vastaan.

Viljelykäytännöt, kuten orgaanisen aineksen lisääminen, kemikaalien vähentäminen ja monivuotisten kasvien käyttö, ovat ratkaisevia maaperän monimuotoisuuden säilyttämisessä. Maaperän eliöstön turvaaminen on samalla koko viljelyjärjestelmän kestävyuden turvaamista, sillä ilman toimivaa maaperää ei ole kestävää ruoantuotantoa.

Viljelyn ja luonnon monimuotoisuuden välinen suhde ei ole väistämättä ristiriitainen, vaan oikein suunnatuilla käytännöillä viljely voi toimia luonnon liittolaisena. Viljelykierto ja monivuotiset kasvit vahvistavat maaperän elinvoimaa ja ekosysteemien kestävyyttä. Luomuviljely ja torjunta-aineettomuus vähentävät kemiallista kuormitusta ja tukevat monilajisia eliöyhteisöjä. Maisemarakenteiden monipuolistaminen, kuten pientareet, suojavyöhykkeet ja peltometsäviljely, luovat elinympäristöjä ja ekologisia verkostoja.

Maaperän pieneliöstön turvaaminen puolestaan varmistaa, että ekosysteemipalvelut, kuten ravinteiden kierto ja hiilensidonta, pysyvät toimintakykyisinä.

Näiden toimenpiteiden kautta viljely voi muuttua biodiversiteettiä kuluttavasta toiminnasta sitä tukevaksi ja jopa vahvistavaksi järjestelmäksi. Tämä symbioottinen suhde luo perustan maataloudelle, joka on sekä tuottava että ekologisesti kestävä.

Maaperä on yksi maatalouden tärkeimmistä resursseista, ja sen pieneliöstö on keskeisessä asemassa ekosysteemipalvelujen tuottamisessa. Bakteerit, sienet, lierot ja muut maaperäeliöt hajottavat orgaanista ainesta, kierrättävät ravinteita ja parantavat maan rakennetta. Tämä puolestaan lisää kasvien kasvukykyä ja vähentää eroosioriskiä (Altieri 1999). Monimuotoinen

maaperä tukee myös kasvien vastustuskykyä tauteja vastaan. Kun maaperän mikrobiyhteisö on rikas ja tasapainoinen, patogeenit eivät pääse hallitsevaan asemaan. Lisäksi maaperän hiilivarastot auttavat ilmastonmuutoksen hillinnässä. Näin maaperän monimuotoisuus on sekä viljelyn kestävyden että ympäristön hyvinvoinnin perusta.

5 Strategiat ja toimenpiteet biodiversiteetin tukemiseksi

Luonnon monimuotoisuuden turvaaminen maatalous- ja maaseutu ympäristöissä edellyttää kokonaisvaltaisia strategioita, joissa yhdistyvät ekologiset, taloudelliset ja sosiaaliset näkökulmat. Maatalous voi olla sekä uhka että mahdollisuus biodiversiteetille, ja siksi strategiat on rakennettava niin, että ne tukevat molempia tavoitteita, sekä kestävä tuotantoa että luonnon elinvoimaisuutta.

Luonnon monimuotoisuuden turvaaminen maatalous- ja maaseutu ympäristöissä edellyttää monitasoisia ratkaisuja. Toimenpiteitä tarvitaan sekä kansainvälisellä ja kansallisella tasolla että yksittäisten viljelijöiden arjessa. Seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan EU-tason strategioita, Suomen kansallisia ohjelmia, viljelijöiden roolia sekä uusia innovatiivisia ratkaisuja, jotka avaavat mahdollisuuksia maatalouden ja luonnon monimuotoisuuden yhteensovittamiseen.

Biodiversiteetin heikkeneminen on yksi aikamme suurimmista ympäristöhaasteista, ja sen pysäyttäminen vaatii sekä kansainvälisiä että paikallisia toimia. Maatalous on sekä osa ongelmaa että osa ratkaisua. Strategiat ja toimenpiteet luonnon monimuotoisuuden tukemiseksi ulottuvat EU:n laajuisista biodiversiteettistrategioista kansallisiin ohjelmiin ja viljelijöiden arjen käytäntöihin. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisussa (2021) todetaan, että erityisesti luonnon monimuotoisuuden ja maiseman hoidon ympäristösopimukset, monivaikutteisten kosteikkojen perustaminen ja hoito sekä luonnonhoitopeltonurmet ja monimuotoisuuspellot edistivät maatalousympäristön lajien elinmahdollisuuksia. Kyseiset toimenpiteet edistivät perinnebiotooppien uhanalaista lajistoa sekä maatalousympäristön ja kosteikkojen lajistoa toisiaan täydentäen.

5.1 EU:n biodiversiteetti- ja maatalousstrategiat

Euroopan unionin yhteinen maatalouspolitiikka (CAP) määrittää pitkälti maatalouden ympäristövaikutuksia. Viime vuosina EU on painottanut viherryttämistoimenpiteitä, ilmastokestävyyttä ja biodiversiteetin turvaamista. Keskeisiä strategioita ovat:

EU:n biodiversiteettistrategia 2030, jonka tavoitteena on pysäyttää luonnon monimuotoisuuden köyhtyminen ja ennallistaa elinympäristöjä.

Pelloilta pöytään -strategiassa todetaan, ja se korostaa siirtymää kohti kestävämpää maataloutta vähentämällä torjunta-aineiden haitallisia ympäristö- ja terveysvaikutuksia.

Strategiassa asetetaan kaksi erillistä, mutta toisiaan täydentävää tavoitetta: kemiallisten torjunta-aineiden kokonaiskäytön sekä niistä aiheutuvien riskien vähentäminen 50 % vuoteen 2030 mennessä, sekä erityisen haitallisten torjunta-aineiden käytön erillinen vähentäminen 50 % vuoteen 2030 mennessä. Näin pyritään sekä vähentämään torjunta-aineiden määrää että kohdistamaan toimenpiteet erityisen haitallisiin aineisiin, jotka vaarantavat pölyttäjiä, vesistöjä ja luonnon monimuotoisuutta (Euroopan komissio 2020).

Lisäksi yksi toimista on CAP-uudistus, jossa ympäristöehdollisuus ja ekosysteemipalvelujen turvaaminen korostuvat entistä vahvemmin. Yhteinen maatalouspolitiikka (CAP) ohjaa viljelijöitä tukien ja ympäristöehtojen kautta. Sen uudistuksessa painotetaan viherryttämistoimia, hiiliviljelyä ja maatalouden kytkemistä EU:n ilmasto- ja biodiversiteettitavoitteisiin.

Euroopan unionin biodiversiteettistrategia 2030 korostaa, että luontoa ei voida enää nähdä pelkkänä resurssina, vaan sen elinvoimaisuus on edellytys yhteiskuntien hyvinvoinnille ja selviytymiselle (Euroopan komissio 2020). Strategian keskeisinä tavoitteina onkin, että 30 % EU:n maa- ja merialueista suojellaan vuoteen 2030 mennessä ja 10 % maatalousmaasta asetetaan korkean monimuotoisuuden alueiksi, esim. suojavyöhykkeet, perinnebiotoopit, sekä torjunta-aineiden käyttöä vähennetään 50 % ja lannoitteiden käyttöä 20 % vuoteen 2030 mennessä.

5.2 Suomen kansalliset ohjelmat ja tukijärjestelmät

Suomessa kansalliset ohjelmat tukevat EU-linjausten toimeenpanoa sekä täydentävät niitä ja biodiversiteetin tukeminen on myöskin osa kansallista maatalous- ja ympäristöpolitiikkaa.

Helmi-elinympäristöohjelma keskittyy muun muassa perinnebiotooppien hoitoon ja kosteikkojen ennallistamiseen. Tavoitteena siinä on ennallistaa ja hoitaa perinnebiotooppeja sekä muita arvokkaita luontotyyppisiä. (Helmi-elinympäristöohjelma 2020.)

Ympäristökorvausjärjestelmä tarjoaa viljelijöille taloudellisia kannustimia luonnon monimuotoisuutta tukevista toimista, kuten niittyjen hoidosta, viherlannoituksesta ja pientareiden ylläpidosta. Viljelijöitä kannustetaan luonnonhoitopeltoihin, suojavyöhykkeisiin ja monimuotoisuutta lisääviin toimenpiteisiin. Luomutuotannon edistäminen vähentää kemikaalien käyttöä ja tukee monimuotoisuutta.

Kansalliset tutkimus- ja neuvontaohjelmat tuottavat tietoa biodiversiteetin tilasta ja käytännön ratkaisuksista. Viherryttämistuki ja ekosysteemipalveluja edistävät toimet suuntaavat maatalouden käytäntöjä kohti kestävämpää mallia ja Suomen maatalouspolitiikka pyrkii tasapainottamaan tuotannon kannattavuuden ja luonnon monimuotoisuuden turvaamisen, mutta haasteena on käytäntöjen riittävä laajuus ja viljelijöiden resurssit.

5.3 Viljelijöiden rooli ja käytännön ratkaisut: koulutus ja neuvonta, käytännön ratkaisut sekä esimerkkitalat

Viljelijät ovat strategioiden käytännön toteuttajia. Biodiversiteetin tukeminen onnistuu vain, jos viljelijät saavat riittävästi tietoa, tukea ja esimerkkejä.

Koulutus ja neuvonta lisää viljelijöiden ymmärrystä biodiversiteetin merkityksestä ja käytännön toimista sen turvaamiseksi. Biodiversiteettiä tukevat toimet, kuten monipuolinen viljelykierto, torjunta-aineettomuus ja laidunnus, vaativat osaamista ja motivaatiota. Siksi koulutus ja neuvonta ovat keskeisessä asemassa.

Käytännön ratkaisut, kuten *laidunnus lehmien ja hevosten avulla*, monipuolinen viljelykierto, luonnonhoitopellot, suojakaistat ja kosteikkojen perustaminen, nousevat erittäin merkitykselliseen rooliin ja asemaan. Viljelijät ovat strategioiden käytännön toteuttajia.

Esimerkkitalat, joissa biodiversiteettiä tukevat ratkaisut on onnistuneesti otettu käyttöön, voivat toimia mallina ja innostuksen lähteenä muille viljelijöille. Ne näyttävät, miten biodiversiteettiä voidaan yhdistää kannattavaan tuotantoon. Samalla kuluttajien kasvava kiinnostus vastuullista ruokaa kohtaan voi luoda markkinapaineen ja tukea luonnon monimuotoisuutta edistäviä käytäntöjä.

5.4 Innovatiiviset ratkaisut: hiiliviljely, agroekologia ja luonnon monimuotoisuusindikaattorit

Uudet ratkaisut tarjoavat mahdollisuuden yhdistää maatalouden tuotanto ja biodiversiteetin vahvistaminen entistä systemaattisemmin.

Hiiliviljely pitää sisällään toimenpiteet, joilla sidotaan hiiltä maaperään, esim. nurmiviljely, monivuotiset kasvit ja viherlannoitus. Ne tukevat samalla maaperän eliöyhteisöjä ja parantavat ekosysteemipalveluja. Hiiliviljely keskittyy maaperän hiilivarastojen lisäämiseen

viljelymenetelmillä, jotka parantavat samalla monimuotoisuutta, kuten nurmet ja monipuoliset kasvilajit.

Agroekologia on ekologiisiin prosesseihin perustuva viljelymalli, joka painottaa monimuotoisuutta, paikallisia resursseja ja vähäistä ulkopuolisten panosten käyttöä. Se korostaa luonnon prosessien hyödyntämistä maataloudessa, monimuotoisia viljelyjärjestelmiä, paikallista osaamista ja ekologisia ratkaisuja tuotannon pohjaksi.

Luonnon monimuotoisuusindikaattorit ovat kehitteillä olevia mittaristoja, joiden avulla voidaan seurata viljelytoimenpiteiden vaikutuksia biodiversiteettiin. Ne tarjoavat viljelijöille ja päättäjille konkreettista tietoa päätöksenteon tueksi.

Strategiat ja toimenpiteet osoittavat, että luonnon monimuotoisuuden turvaaminen ei voi olla yksittäinen lisämauste maatalouspolitiikassa, vaan sen tulee olla koko järjestelmän läpäisevä tavoite. Kun EU-tason strategiat, kansalliset ohjelmat, viljelijöiden käytännön ratkaisut ja innovatiiviset toimintamallit yhdistyvät, on mahdollista rakentaa maatalous, joka ei ole biodiversiteetin uhka, vaan sen vahvistaja.

Innovatiiviset viljelykäytännöt tarjoavat uusia keinoja yhdistää tuotanto ja biodiversiteetin tukeminen ja monimuotoisuusindikaattorit (biodiversity indicators) tarjoavat työkaluja, jotta voidaan arvioida maatalouden vaikutuksia ekosysteemeihin ja seurata kehitystä kohti kestävämpää maataloutta.

Näiden ratkaisujen avulla voidaan edistää maatalouden muutosta, jossa luonnon monimuotoisuus ei ole vain suojelun kohde, vaan aktiivisesti tuotannon ja maaseudun elinvoiman perusta.

5.4.1 Hiiliviljely

Hiiliviljely (carbon farming) on maatalouden viljelymenetelmäkokonaisuus, jonka tavoitteena on sitoa hiiltä ilmakehästä maaperään ja biomassaan samalla kun viljelyjärjestelmien ekologista kestävyyttä ja ekosysteemien toimivuutta sekä luonnon monimuotoisuutta vahvistetaan. (Mattila ym. 2020.) Perusajatus on, että maaperä toimii merkittävänä hiilivarastona, ja viljelykäytäntöjen muutoksilla voidaan lisätä tätä varastoa sekä hillitä ilmastonmuutosta. Hiilensidonnassa lisätään maaperän hiilivarastoja. Halutessa kasvattaa hiilivarastoja on mahdollista hidastaa hajotustoimintaa eli mikrobiaktiivisuutta tai lisätä hiilisyötettä, kuten kasvintähteet, juuristo ja juurieritteet. Laidunnuksella voidaan vaikuttaa

molempiin tekijöihin. Se nähdään keinona yhdistää ruoantuotanto ja ilmastonmuutoksen hillintä (Smith ym. 2020).

Käytännössä hiiliviljely sisältää erilaisia menetelmiä, kuten monivuotisten kasvien viljelyä, viherlannoituksen hyödyntämistä, peltometsäviljelyä sekä nurmien perustamista (FAO 2019).

Näillä voidaan lisätä hiilen varastoitumista maaperään, parantaa maan rakennetta ja lisätä sen vesitalouden vakautta. Esimerkiksi monivuotiset nurmet sitovat hiiltä tehokkaammin kuin yksivuotiset kasvit, ja peltometsäviljely yhdistää puuston ja viljelykasvit luoden monimuotoisempia ja resilientimpiä ekosysteemejä (Paustian ym. 2016). Hiiliviljelyn keinoja ovat muun muassa monivuotiset nurmet ja syväjuuriset kasvit, jotka lisäävät juuribiomassaa ja parantavat maaperän hiilen varastointikykyä. Kerääjäkasvit ja peitekasvit, jotka suojaavat maata eroosiolta ja pitävät sen kasvipeitteisenä vuoden ympäri. Laidunnuksen optimointi, joka ylläpitää kasvillisuuden uusiutumista ja hiilensidontaa samalla kun tukee biodiversiteettiä. Maaperän muokkauksen vähentäminen esim. suorakylvöllä, joka vähentää hiilen vapautumista ilmakehään. Peltometsäviljely (agroforestry), jossa yhdistetään puita, pensaita ja viljelykasveja hiilensidonnan sekä monimuotoisuuden vahvistamiseksi.

Lisäksi hiiliviljelyllä on vahva yhteys biodiversiteettiin, sillä monivuotiset viljelyjärjestelmät tarjoavat elinympäristöjä pölyttäjille, maaperäeliöille ja muille lajiryhmille. Hiiliviljelyn hyödyt eivät rajoitu vain ilmastonmuutoksen hillintään, vaan ne parantavat myös maaperän hedelmällisyyttä, rakennetta, vedenpidätyskykyä, ravinteiden kiertoa, mikä lisää viljelyn resilienssiä ääriolosuhteita vastaan sekä vahvistaa biodiversiteettiä ja ekosysteemipalveluja, kuten pölytystä ja ravinteiden kiertoa (Smith ym. 2020).

Näin se tarjoaa ratkaisuja sekä ilmastonmuutoksen että biodiversiteettikadon haasteisiin, tehden maataloudesta entistä luontoystävällisempää.

Haasteena on kuitenkin hiilensidonnan todentaminen ja seuranta. Tarvitaan luotettavia mittareita ja indikaattoreita, jotka osoittavat viljelymenetelmien todelliset vaikutukset hiilitaseeseen. Kansainvälisesti kehitetään erilaisia hiilimarkkinoita, joissa viljelijät voisivat saada korvauksia hiilensidonnasta, mutta järjestelmien toimivuus ja oikeudenmukaisuus ovat vielä kehitysvaiheessa. Hiiliviljely voidaan nähdä keskeisenä osana siirtymää kohti ekologisesti kestävämpää maataloutta, jossa ilmasto- ja biodiversiteettihyödyt kietoutuvat yhteen.

EU:n biodiversiteettistrategia ja maatalouspolitiikka ovat nostaneet hiiliviljelyn yhdeksi keskeiseksi keinoksi, jolla pyritään vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä ja parantamaan maaseutu ympäristöjen ekologista kestävyttä (Euroopan komissio 2020). Suomessa aiheeseen liittyvää tutkimusta ja käytännön hankkeita on edistänyt muun muassa Luonnonvarakeskus, joka on korostanut hiiliviljelyn mahdollisuuksia yhdistää taloudellinen kannattavuus ja ympäristöhyödyt (Luonnonvarakeskus 2021).

5.4.2 Agroekologia

Agroekologia on lähestymistapa, joka yhdistää ekologisen tietämyksen, perinteiset viljelymenetelmät ja sosiaalisen oikeudenmukaisuuden periaatteet kestäväen maatalouden rakentamiseksi (Altieri & Nicholls 2017). Se ei ole vain viljelytekniikka, vaan kokonaisvaltainen toimintamalli, jossa huomioidaan ekologiset, taloudelliset ja sosiaaliset näkökulmat. Agroekologia pyrkii vähentämään maatalouden riippuvuutta fossiilisista panoksista, kuten torjunta-aineista ja keinolannoitteista, sekä vahvistamaan luonnon omia prosesseja, jotka tukevat tuotantoa ja monimuotoisuutta (Wezel ym. 2020).

Keskeisiä agroekologisia käytäntöjä ovat viljelykierto ja sekaviljely, jotka lisäävät maaperän hedelmällisyyttä ja vähentävät tuholaisten ja tautien leviämistä (IPES-Food 2016).

Merkittävässä roolissa ovat paikallisiin olosuhteisiin sopeutuneet lajikkeet, jotka kestävät paremmin ilmastonmuutoksen aiheuttamia ääriolosuhteita (Altieri & Nicholls 2017).

Luonnonvarojen kierrätys on olennaista, esimerkiksi ravinteiden palauttaminen pellolle orgaanisten lannoitteiden avulla (Wezel ym. 2020). Olennaista myöskin on biodiversiteetin tukeminen, kuten suojavyöhykkeiden, monimuotoisuuskaistojen ja peltometsäviljelyn hyödyntäminen (Luonnonvarakeskus 2021). Tärkeää on huomioida myöskin sosiaalinen näkökulma, jossa viljelijöiden tiedonvaihto, yhteisöllisyys ja paikallinen päätöksenteko ovat keskeisiä (IPES-Food 2016).

Agroekologian vahvuus on sen kyvyssä yhdistää ruoantuotanto ja ekosysteemipalvelujen turvaaminen. Monimuotoiset agroekologiset viljelyjärjestelmät tukevat pölyttäjiä, vähentävät eroosiota, vahvistavat hiilen sidontaa ja parantavat maatalouden sopeutumista ilmastonmuutokseen (Wezel ym. 2020). Lisäksi agroekologia nähdään keinona vahvistaa maaseudun elinvoimaa, sillä se perustuu usein pienimuotoiseen ja paikalliseen tuotantoon, joka ylläpitää kulttuurimaisemia ja lisää ruokaturvaa (Altieri & Nicholls 2017).

Euroopan unionin maatalouspolitiikassa (CAP) agroekologia on nostettu esiin keinona yhdistää kestävästä ruoantuotannon tavoitteet ja biodiversiteettistrategian toimeenpano (Euroopan komissio 2020). Se tarjoaa vaihtoehdon intensiiviselle teolliselle tuotantomallille ja korostaa maatalouden ja luonnon symbioosia, jossa ihminen toimii osana ekosysteemiä sen hyödyntäjän sijaan (Luonnonvarakeskus 2021).

5.4.3 Luonnon monimuotoisuusindikaattorit

Luonnon monimuotoisuusindikaattorit ovat työkaluja, joilla voidaan seurata ja arvioida biodiversiteetin tilaa maatalousympäristöissä. Ne tarjoavat konkreettista tietoa siitä, miten erilaiset viljelykäytännöt, laidunnus ja politiikkatoimet vaikuttavat ekosysteemeihin (Balmford ym. 2018). Indikaattorien avulla voidaan ohjata maatalouden kehitystä kohti kestävyyttä ja tunnistaa ajoissa biodiversiteettiä uhkaavat muutokset. Tyypillisiä maatalouteen liittyviä biodiversiteetti-indikaattoreita ovat esimerkiksi linnuston seuranta, erityisesti peltolintujen runsauksia käytetään maatalousympäristön monimuotoisuuden indikaattoreina (Gregory ym. 2005). Kasvillisuusindeksit, joissa pientareiden, niittyjen ja muiden puoliluonnontilaisten alueiden lajimäärä kertoo viljelykäytäntöjen vaikutuksista (EEA 2020). Pölyttäjien runsaus ja monimuotoisuus, mehiläisten, kimalaisten ja perhosten määrät heijastavat maiseman monimuotoisuutta ja elinympäristöjen laatua (Potts ym. 2010). Maaperän indikaattorit, kuten pieneliöstön monimuotoisuus ja maaperän hiilivarastot, jotka kertovat ekosysteemipalveluiden tilasta (Smith ym. 2020).

Indikaattoreiden merkitys ei rajoitu pelkästään seurantaan, ne toimivat myös päätöksenteon tukena. Esimerkiksi EU:n biodiversiteettistrategiassa vuodelle 2030 indikaattorit ovat keskeinen väline tavoitteiden mittaamisessa ja jäsenvaltioiden edistymisen arvioinnissa (Euroopan komissio 2020). Suomessa Luonnonvarakeskus on kehittänyt indikaattoreita, jotka huomioivat niin lajiston kuin maisemarakenteenkin muutoksia maatalousympäristöissä (Luonnonvarakeskus 2021).

Indikaattorien kehittäminen on jatkuva prosessi, sillä ilmastonmuutoksen ja maatalouden murrosten seurauksena tarvitaan uusia mittareita, jotka kykenevät havaitsemaan monimuotoisuuden muutoksia entistä herkemmin (Balmford ym. 2018). Tulevaisuudessa monimuotoisuusindikaattoreiden rooli tulee korostumaan entisestään, sillä ne mahdollistavat tutkimuksen, politiikan ja käytännön viljelyn välisen sillanrakentamisen. Suomen monimuotoisuusindikaattoreiden seuranta perustuu myös kansainvälisiin velvoitteisiin, kuten

YK:n biodiversiteettisopimukseen (CBD), EU:n luonto- ja lintudirektiiveihin, sekä Kunming–Montrealin maailmanlaajuiseen biodiversiteettikehykseen. Näiden sopimusten ja strategioiden tavoitteiden toteutumista arvioidaan indikaattorien avulla, ja jäsenvaltioita veloitetaan raportoimaan edistymisestään. Suomessa keskeisiä seurantatyökaluja ovat muun muassa Luonnontila.fi -järjestelmä, joka kokoaa yhteen tietoa luonnon tilasta ja sen kehityssuunnista, sekä HNV-maat (High Nature Value Farmland), joita käytetään EU-tason indikaattorina osoittamaan maatalousympäristöjen ekologista arvoa ja lajiston monimuotoisuutta. Näiden lisäksi seurataan maatalousympäristöjen lajiston kehitystä, uhanalaisten luontotyyppien tilaa sekä maaperän hiilensitomiskykyä, jotka yhdessä auttavat arvioimaan maatalouden kestävyyttä sekä poliittisten ohjauskeinojen vaikuttavuutta (Luke 2021, Luonnontila.fi 2023, EEA 2020).

6 Tulevaisuuden visio: luontoystävällinen ja myrkytön maatalous

Tulevaisuuden kestävä maatalous ei voi nojautua kemikaaleihin, yksipuolisiin viljelymalleihin tai luonnonvarojen ylikulutukseen. Sen sijaan tarvitaan kokonaisvaltainen muutos, jossa luonnon monimuotoisuus nähdään tuotannon voimavarana eikä sen vastavoimana. Luontoystävällinen ja myrkytön maatalous rakentuu periaatteelle, että maatalous ja ekosysteemit ovat keskinäisessä riippuvuussuhteessa, kumpikaan ei voi menestyä ilman toista.

Klaus Hahlbrock esittää teoksessaan, että maatalouden tulevaisuus edellyttää strategista muutosta, ei riitä, että tuotanto lisääntyy, sen on tapahduttava tavalla, joka palauttaa luonnon kantokykyä. Viisasta on korostaa erityisesti sitä, että ekologiset rajat, kuten maaperän heikkeneminen, vesivarojen kestävyys ja lajiston suojelu, muodostavat tiukat puitteet, joiden sisällä ruoantuotannon on voitava kehittyä ilman luonnon kestäättömiä kuormituksia. (Hahlbrock 2010.)

Maatalouden tulevaisuus kytketty erottamattomasti luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemien elinvoimaisuuden säilyttämiseen. Nykyiset tuotantotavat ovat monin paikoin aiheuttaneet maaperän köyhtymistä, vesistöjen rehevöitymistä sekä lajiston hupenemista, mikä on nostanut esiin tarpeen uudistaa maatalousjärjestelmiä kokonaisvaltaisesti.

Tulevaisuuden maatalouden visio pohjautuu ajatukseen luontoystävällisestä ja myrkyttömästä viljelystä, jossa tuotanto ja ekologinen kestävyys kulkevat käsi kädessä. Tässä visiossa torjunta-aineiden ja keinolannoitteiden käyttö minimoidaan tai poistetaan kokonaan, ja niiden sijaan hyödynnetään luonnon omia prosesseja, kuten biologista torjuntaa, viljelykiertoa, monimuotoisia viljelykasveja ja laidunnuksen tuottamia ekosysteemihyötyjä. Tavoitteena on rakentaa maatalousjärjestelmä, jossa tuotannon lisäksi turvataan pölyttäjien elinympäristöt, maaperän pieneliöstön toiminta ja vesistöjen puhtaus.

Visio ei ole pelkkä ympäristötavoite, vaan myös sosioekonominen mahdollisuus, luonnonvaroja kestävästi hyödyntävä maatalous parantaa viljelijöiden sopeutumiskykyä ilmastonmuutoksen vaikutuksiin, vahvistaa ruokaturvaa sekä tukee maaseudun elinvoimaa. Näin maatalous voi muuttua luonnon köyhdyttäjäksi sen liittolaiseksi ja uudistajaksi.

6.1 Luonnon ja viljelyn symbioottinen suhde

Luontoystävällinen viljely perustuu symbioosiin, jossa peltoekosysteemit, laidunnus ja monimuotoinen maisema tukevat sekä biodiversiteettiä että ruoantuotantoa. Lehmien ja hevosten laidunnus voi ylläpitää perinnebiotooppeja, joissa monet uhanalaiset lajit viihtyvät. Samalla eläimet hyötyvät luonnonlaitumien ravinnosta ja elinolosuhteista. Viljelyssä symbioottinen suhde näkyy monipuolisina viljelykiertoina, viherlannoituksena ja torjunta-aineettomina menetelminä, jotka vahvistavat maaperän elinvoimaa ja ekosysteemipalveluja. Näin viljely ei kuluta luontoa, vaan elvyttää ja ylläpitää sitä.

Luonto ja maatalous voidaan nähdä symbioottisena järjestelmänä, jossa molemmat hyötyvät toisistaan. Maatalous tarvitsee luonnon monimuotoisuutta pölytyksen, ravinteiden kierron ja maaperän elinvoiman turvaamiseksi, kun taas oikein toteutetut viljelykäytännöt voivat vahvistaa ekosysteemien toimintaa ja suojella uhanalaisia lajeja (Tschardt ym. 2021).

Symbioosi perustuu monimuotoisuutta tukeviin käytäntöihin, kuten viljelykiertoon, monivuotisten kasvien käyttöön, torjunta-aineiden vähentämiseen sekä laidunnukseen. Perinteiset maatalousmaisemat ovat hyvä esimerkki tästä suhteesta: niityt, kedot ja hakamaat ovat syntyneet ihmistoiminnan ja luonnon vuorovaikutuksessa, mutta samalla ne ovat muodostuneet lajistoltaan rikkaiksi elinympäristöiksi (Helldán ym. 2020).

Luonnon ja viljelyn välinen vastavuoroisuus on myös taloudellisesti merkittävä. Esimerkiksi pölyttäjäien tarjoamat ekosysteemipalvelut arvioidaan globaalisti satojen miljardien eurojen arvoiseksi vuosittain, ja ilman niitä ruuantuotannon jatkuvuus vaarantuisi (IPBES 2019). Symbioottinen suhde tuo siis sekä ekologisia että taloudellisia hyötyjä, mikä tekee siitä kestäväen maatalouden perustan.

6.2 Maatalouden sopeutuminen ilmastomuutoksen ja biodiversiteettikadon haasteisiin

Ilmastomuutos ja biodiversiteettikato ovat maatalouden suurimmat tulevaisuuden haasteet. Kuivuus, sään ääri-ilmiöt ja uudet tuholaiset pakottavat etsimään ratkaisuja, jotka lisäävät maatalouden joustavuutta ja kestävyyttä. Biodiversiteetin tukeminen on keskeinen osa tätä sopeutumista: monimuotoinen maisema kestää paremmin häiriöitä ja turvaa viljelykasvien pölytyksen sekä maaperän hedelmällisyyden.

Sopeutuminen tarkoittaa myös sitä, että kemikaalien käyttöä on vähennettävä ja

luonnonmukaisia ratkaisuja, kuten hiiliviljelyä ja agroekologisia malleja, on otettava laajemmin käyttöön. Näin maataloudesta tulee osa ratkaisua, ei osa ongelmaa.

Ilmastonmuutos ja biodiversiteettikato muodostavat kaksoiskriisin, joka haastaa maatalouden kestävyyttä. Nousevat lämpötilat, lisääntyvät sään ääri-ilmiöt ja muuttuvat sadantamallit vaikuttavat suoraan satotasoihin ja maaperän hyvinvointiin (IPCC 2022). Samaan aikaan luonnon monimuotoisuuden köyhtyminen heikentää ekosysteemipalveluja, kuten pölytystä ja ravinteiden kiertoa, mikä lisää maatalouden haavoittuvuutta (Cardinale ym. 2012).

Sopeutuminen edellyttää monitasoisia ratkaisuja. Viljelykäytäntöjen monipuolistaminen, kuten viljelykierto, monivuotisten kasvien käyttö ja peltometsäviljely, parantaa ekosysteemien resilienssiä ja tukee sekä hiilensidontaa että biodiversiteettiä (Altieri ym. 2015). Torjunta-aineiden ja keinolannoitteiden käytön vähentäminen vahvistaa luonnon omia säätelymekanismeja ja tukee maaperän elinvoimaisuutta. David R. Montgomery korostaa, että maaperän elinvoiman palauttaminen edellyttää viljelykäytäntöjen radikaalia muutosta: kyntäminen on vähennettävä, aluskasvit on otettava jatkuvasti käyttöön ja satovaihtelua lisättävä siten, että pelto muuttuu jälleen elävien mikrobiyhteisöjen ja orgaanisen aineksen hiilinieluksi. (Montgomery 2018).

Lisäksi laiduneläimillä, lehmillä ja hevosilla, on tärkeä rooli sopeutumisen tukena. Perinnebiotooppien ja avoimien niittyjen ylläpito parantaa maisemien monimuotoisuutta, mikä luo ekologisia verkostoja lajien siirtymiselle ja selviytymiselle muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa (Heldán ym. 2020).

Sopeutumistoimet eivät ole pelkästään ekologinen välttämättömyys, vaan myös sosioekonominen investointi. Biodiversiteettiä ja ilmastokestävyyttä tukevat käytännöt lisäävät pitkän aikavälin tuottavuutta ja vähentävät riippuvuutta ulkoisista panoksista, kuten torjunta-aineista ja keinolannoitteista (FAO 2019).

7 Johtopäätökset

Tämän tutkielman perusteella maatalouden roolia ei voida nähdä pelkästään luonnon monimuotoisuuden uhkana, vaan myös sen merkittävänä mahdollistajana. Analyysi osoitti, että laidunnuseläimet, kuten lehmät ja hevoset, ovat keskeisiä perinnebiotooppien ylläpidossa, maisemien avoimuuden turvaamisessa sekä monien harvinaisten kasvi- ja hyönteislajien elinympäristöjen säilyttämisessä. Laidunnus tarjoaa luonnon monimuotoisuudelle arvokkaan hoitomuodon, joka perustuu eläinten luontaiseen käyttäytymiseen. Laiduntaminen lehmien ja hevosten avulla ylläpitää perinnebiotooppeja, tukee pölyttäjien elinympäristöjä ja rikastaa maiseman monimuotoisuutta.

Samalla luontoystävälliset viljelymenetelmät, kuten monipuolinen viljelykierto, monivuotiset kasvit, luomuviljely, suojavyöhykkeet ja peltometsäviljely, vahvistavat maaperän elinvoimaa ja turvaavat ekosysteemipalveluja. Viljelykäytännöillä on näin ollen suuri merkitys biodiversiteetin tukemisessa. Torjunta-aineiden ja keinolannoitteiden käytön vähentäminen ja lopettaminen sekä luonnonmukaisten menetelmien hyödyntäminen voivat kääntää maatalouden suuntaa kohti ekologista kestävyyttä. Lisäksi pientareet, suojavyöhykkeet ja monimuotoisuutta lisäävät viljelymenetelmät tukevat maaperän hyvinvointia ja ekosysteemipalveluiden, kuten pölytyksen ja vedenpidätyskyvyn, toimintaa. Kailan (2023) tutkimus osoittaa, että torjunta-ainejäämät eivät ainoastaan vähennä pölyttäjäkantojen elinvoimaisuutta, vaan ne voivat pitkällä aikavälillä uhata koko maatalouden tuotantopohjaa, sillä pölyttäjät ovat välttämättömiä satovarmuuden turvaamisessa.

Strategioiden ja toimenpiteiden tasolla tutkielma korostaa tarvetta siirtyä kohti kokonaisvaltaista maatalouspolitiikkaa, jossa tuotanto ja luonnon monimuotoisuuden turvaaminen eivät ole toisiaan poissulkevia, vaan toisiaan tukevia tavoitteita. Tämä edellyttää sekä poliittista tahtoa että viljelijöiden käytännönläheistä tukemista, jotta ympäristöystävälliset ratkaisut olisivat taloudellisesti kannattavia ja sosiaalisesti hyväksyttäviä.

Keskeinen johtopäätös on, että maatalous ja luonto eivät ole väistämättä vastakkain, vaan oikein suunniteltujen toimintatapojen myötä ne voivat muodostaa symbioottisen suhteen ja järjestelmän yhteistä polkua kulkien. Maatalous ei ole yksiselitteisesti luonnon monimuotoisuuden uhka, vaan se voi myös toimia sen tukipilarina, jos käytännöt suunnataan oikein. Tämä suhde ei ainoastaan turvaa monimuotoisuutta, vaan myös vahvistaa maaseudun

elinvoimaisuutta ja kestävyyttä pitkällä aikavälillä sekä turvaa elämän monimuotoisuuden aidosti kestävine tulevaisuuksineen. Kestävät tuotantokäytännöt ja ekosysteemien elinvoimaisuus vahvistavat sekä ympäristön että maaseudun tulevaisuuden kestävyyttä.

Kun maatalous ja luonto nähdään toisiaan tukevin liittolaisina, voidaan rakentaa järjestelmä, joka turvaa sekä ruokaturvan että luonnon monimuotoisuuden, ei vain nykyhetkelle, vaan myös tuleville sukupolville.

7.1 Vastaukset tutkimuskysymyksiin

Tutkimuskysymyksiin voidaan vastata seuraavasti:

1. Laidunnuseläinten rooli: Lehmät ja hevoset voivat tukea luonnon monimuotoisuutta ylläpitämällä avoimia niittyjä, ketoja ja hakamaita, mikä on välttämätöntä monien uhanalaisten kasvi- ja hyönteislajien selviytymiselle.
2. Luontoystävälliset viljelykäytännöt: Viljely voidaan suunnata biodiversiteettiä tukevaksi viljelykierrolla, torjunta-aineettomuudella, monimuotoisilla maisemarakenteilla ja maaperän monimuotoisuutta vahvistavilla ratkaisuilla. Nämä vähentävät kemikaalien haittoja ja vahvistavat ekosysteemipalveluja.
3. Strategiat ja toimenpiteet: Biodiversiteettiä vahvistava maatalous edellyttää EU:n ja kansallisen tason ohjelmia, viljelijöiden koulutusta, innovatiivisia menetelmiä (hiiliviljely, agroekologia, monimuotoisuusindikaattorit) sekä paikallisia käytäntöjä, joissa viljely ja luonto tukevat toisiaan.

7.2 Kehitysehdotukset ja jatkotutkimusmahdollisuudet

Tutkimuksen perusteella voidaan esittää useita kehitysehdotuksia ja jatkotutkimusmahdollisuudet ovat myöskin hyvin laajat ja erittäin merkitykselliset. Tarvitaan pitkäaikaisia seurantatutkimuksia laidunnuksen ja luontoystävällisen viljelyn vaikutuksista biodiversiteettiin, vertailevia tutkimuksia eri viljelyjärjestelmien ja eläinlajien rooleista, monitieteistä tutkimusta, joka yhdistää ekologian, talouden ja sosiaalisen näkökulman sekä kokeiluja ja pilottihankkeita, joissa viljely- ja laidunnusmenetelmät kytketään suoraan biodiversiteetti-indikaattoreihin.

Lisäksi torjunta-aineiden käytön vähentäminen sekä lopettaminen kokonaisuudessaan ja vaihtoehtoisten viljelymenetelmien kehittäminen nousevat keskeisiksi maatalouden

tulevaisuudessa. Tämä vahvistaa tarvetta kehittää maatalousjärjestelmää, jossa torjunta-aineettomuus ja luomuviljelyn periaatteet saavat nykyistä keskeisemmän roolin. Näiden avulla voidaan luoda entistä tarkempaa tietoa siitä, miten maataloudesta voidaan kehittää ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestävä kokonaisuus, joka turvaa luonnon monimuotoisuuden ja ihmisen hyvinvoinnin rinnakkain.

Politiikan tasolla tukijärjestelmiä tulisi suunnata vahvemmin luontoystävällisiin viljelymenetelmiin ja laidunnuksen tukemiseen perinnebiotoopeilla sekä monipuoliseen kasvi tuotantoon keskittymiseen. Viljelijöiden arjessa tarvitaan lisää koulutusta, neuvontaa ja esimerkkituloja, jotka näyttävät käytännössä, miten monimuotoisuutta tukevaa viljelyä voidaan toteuttaa. Innovaatioiden hyödyntämisessä tarvitaan uusia ratkaisuja, kuten peltometsäviljelyä ja monimuotoisuusindikaattoreita, ja näitä tulisi edistää tutkimuksen ja käytännön yhteistyöllä.

Katse tulevaisuuteen osoittaa, että oikein suunnattuja käytäntöjä ja strategioita on kehitettävä, ja maataloudella on kaikki mahdollisuudet ratkaisevaksi liittolaiseksi luonnon monimuotoisuuden turvaamisessa. Lehmät ja hevoset sekä viljelytavat yhdessä viisaiden strategioiden kanssa voivat kääntää kehityksen kohti elävää ja kestävää maaseutua. Luonnon ja ympäristön monimuotoisuuden säilyttäminen, ennallistaminen ja ylläpitäminen maaseutu- ja maatalousympäristöissä tarvitsee jatkossa paljon monialaista lisätutkimusta. Lehmät ja hevoset tarvitaan mukaan strategioihin ja toimenpiteisiin entistä vahvemmin ja syvemmin tuomaan aitoa ja alkuperäistä viisautta sekä olemaan mukana luonnollisina apureina sekä kaiken tutkimuksen vahvana peruskalliona. Luontoystävällinen ja myrkytön maatalous ei ole vain visio, vaan välttämätön tie kohti kestävää tulevaisuutta, jossa ihminen, eläimet ja ekosysteemit kukoistavat rinnakkain.

Lähteet

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. 2017. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*, 140(1), 33–45. VAI 44(1), 1-25. DOI: 10.1007/s10584-013-0909-y. (econpapers.repec.org) Saatavilla: https://ideas.repec.org/a/spr/climat/v140y2017i1d10.1007_s10584-013-0909-y.html
- Altieri, M. A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 19–31.
- Altieri, M. A. 2018. *Agroecology: The science of sustainable agriculture*. CRC Press.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A., Lana, M. A. 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 869–890.
Saatavilla:https://www.researchgate.net/publication/276291228_Agroecology_and_the_design_of_climate_change-resilient_farming_systems
- Balmford, A., ym. 2018. The Convention on Biological Diversity’s post-2020 target: A global goal for nature. *Science*, 360(6390), 145–147.
- Bengtsson, J., Ahnström, J., & Weibull, A. C. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42(2), 261–269.
- Berg, Å., Öckinger, E., & Svensson, R. 2012. Grassland restoration and management: benefits for biodiversity and ecosystem services. *Biodiversity and Conservation*, 21(3), 765–781.
- Bianchi, F. J. J. A., Booij, C. J. H., & Tschamtker, T. 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: A review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1595), 1715–1727.
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., ym. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59–67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>.
- EEA (2020). *State of Nature in the EU*. European Environment Agency. Euroopan komissio. 2021. Carbon farming initiative. Saatavilla: https://ec.europa.eu/clima/policies/land_en
- EU. 2020. *EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives*. European Commission. Saatavilla: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0380> ja <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:52020DC0380>

- FAO. 2019. Carbon sequestration in agricultural soils. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. 2019. The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Filazzola, A., Brown, C., Dettlaff, M. A., Batbaatar, A., Grenke, J., Bao, T., Heida, I. P., Cahill, J. F. 2020. The effects of livestock grazing on biodiversity are multi-trophic: a meta-analysis. *Ecology Letters*, 23(8), 1298-1309. (PubMed)
- Galpern P, Vickruck J, Devries JH, Gavin MP. 2020. Landscape complexity is associated with crop yields across a large temperate grassland region. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 290:106724.
- Galpern, P., Mitchell, S., & Johnson, S. 2020. Landscape connectivity and biodiversity in agricultural ecosystems. *Ecology Letters*, 23(10), 1501–1516.
- Gregory, R. D., ym. 2005. Developing indicators for European birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1454), 269–288.
- Hahlbrock, Klaus. Feeding the Planet -Environmental protection through Sustainable Agriculture. 2010. Haus publishing. s. 270.
- Hanski, I., & Cambefort, Y. 1991. *The Dung Beetle Ecology*. Princeton University Press.
- Heikkinen, R. K., Pykälä, J., & Kuussaari, M. 2015. Perinnebiotooppien tila ja uhanalaiset lajit Suomessa. Luonnonvarakeskus (Luke).
- Helldán, A., Heliölä, J., Hyvärinen, E., ym. 2020. Suomen perinnebiotooppien tila ja hoito. Suomen ympäristökeskus (SYKE).
- Helm, A., Hanski, I., & Pärtel, M. 2006. Slow response of plant species richness to habitat loss and fragmentation. *Ecology Letters*, 9(1), 72–77.
- Hiron, M., Berg, Å., Eggers, S., Josefsson, J., & Pärt, T. 2013. Bird diversity relates to agri-environment schemes at local and landscape level in intensive farmland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 176, 9–16. Saatavilla:
https://www.researchgate.net/publication/278025677_The_relationship_of_bird_diversity_to_crop_and_non-crop_heterogeneity_in_agricultural_landscapes
- Iivonen, S., Ekroos, J., Hagner, M., Hyvönen, T., Järvinen, A., Palojärvi, A. & Toivonen, M. 2023. Luomutuotannon vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen pohjoisessa maatalousympäristössä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 5/2023. Luonnonvarakeskus (Luke).
- IPCC. 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change.

- IPES-Food. 2016. From Uniformity to Diversity: A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems.
- IPBES. 2019. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- IPBES. 2019. Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat.
- Jose, S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*, 76(1), 1–10.
- Kaila, L. 2023. Pesticide residues in the environment and their effects on bees. Väitöskirja. *Dissertationes Universitatis Helsingiensis* 49/2023. Helsingin yliopisto.
- Kangas, J., Majasalmi, T., Juva, K., Kotiaho, JS., Ahlvik, L. 2023. Suomen luonnon tila ja tulevaisuus -skenaariotarkastelu luontokadon pysäyttämiseksi vaadittavista toimista. Suomen Luontopaneelin julkaisuja 4B/2023. Suomen Luontopaneeli.
- Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), 303–313.
- Kontula, T., & Raunio, A. (toim.). 2018. Suomen luontotyyppeiden uhanalaisuus 2018. Suomen ympäristökeskus. Saatavilla: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161234>;
- Kremen, C., & Miles, A. 2012. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: Benefits, externalities, and trade-offs. *Ecology and Society*, 17(4), 40. <https://doi.org/10.5751/ES-05035-170440>
- Kull, K., & Zobel, M. 1991. High species richness in an Estonian wooded meadow. *Journal of Vegetation Science*, 2(5), 711–714.
- Kunming–Montreal Global Biodiversity Framework. 2022. Convention on Biological Diversity (CBD). Hyväksytty YK:n biodiversiteettikokouksessa (COP15), Montréal, Kanada.
- Kuussaari, M., Hyvönen, T., Koskiaho, J., Lemola, R., Tattari, S., (toim.) Ratkaisuja ja kehitysehdotuksia maatalouden ympäristöhaasteisiin MATO-tutkimusohjelman perusteella Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2021:17, Maa- ja metsätalousministeriö Helsinki 2021. Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto. 62-63. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163434/MMM_2021_17.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Lal, R. 2020. Regenerative agriculture for food and climate. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(5), 123A–124A.
- Lehikoinen, A., Aalto, J., Boström, C., Ekroos, J., Herzon I, Hyytiäinen, K., Häyrynen, S., Jarva, J., Jokimäki, J., Kotiaho, JS., Kuussaari, M., Kosenius, A-K., Laine, I., Mykrä, H., Onkila, T., Paloniitty, T., Pappila, M., Silfverberg, O., Sääksjärvi, I., Wolff, L-A., Rytteri, S. 2024. Maatalousalueiden luonnon monimuotoisuuden edistämisen keinot ja hyödyt Suomessa. Luontopaneelin yhteenveto ja suositukset luontopolitiikan suunnittelun ja päätöksenteon tueksi. Suomen Luontopaneelin julkaisuja 2A/2024. Saatavilla: <https://luontopaneeli.fi/wp-content/uploads/2024/06/suomen-luontopaneelin-julkaisuja-2b-2024-maatalousluonnon-monimuotoisuus.pdf>
- Mattila, T., Saarinen, P. Laidunnusopas: Hiiltä maksimaalisesti sitova laidunnus -löydä lohkojesi hiilensidontapotentiaali. 2020. Nurmiprint Oy. Saatavilla: https://www.bsag.fi/wp-content/uploads/2022/07/Laidunnusopas_2020.pdf
- McDonald, Sarah E. ym. 2023. Grazing management for soil carbon in Australia. *Journal of Environmental Management*. Volume 347. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479723019345>
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. World Resources Institute. Island Press, Washington, DC. Saatavilla: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Montgomery R. David. 2018. *Growing a revolution -Bringing our soil back to life*. WW Norton Co s. 320.
- Paustian, K., et al. 2016. Climate-smart soils. *Nature*, 532(7597), 49–57.
- Potts, S. G., ym. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345–353.
- Power, A. G. 2010. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365(1554), 2959–2971. Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/45659710_Ecosystem_services_and_agriculture_tradeoffs_and_synergies_Philos_Trans_R_Soc_B_Biol_Sci
- Punainen kirja. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus: Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Saatavilla: <https://helda.helsinki.fi/items/2ec69a48-d943-488c-927f-19bbf9f92cb5> <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:EU:e156fc08-6d10-47b4-a132-ab3f078bd496>

- Pykälä, J., Alanen, A., Alanen, J., & Kuitunen, M. 2005. Plant species richness and persistence of rare plants in abandoned semi-natural grasslands in northern Europe. *Basic and Applied Ecology*, 6(1), 25–33.
- Pykälä, J. 2001. Perinnebiotooppien hoidon vaikutukset uhanalaisten lajien säilymiseen. Suomen ympäristö 495. Suomen ympäristökeskus.
- Pykälä, J., Alanen, A., & Luoto, M. 2005. Perinnebiotooppien hoito ja monimuotoisuus. Suomen ympäristö 771. SYKE.
- Smith, P., et al. 2020. Land-based options for mitigating climate change: comparing biophysical suitability and costs. *Nature Climate Change*, 10, 102–110.
- Smith, P., ym. 2020. How can agriculture contribute to climate change mitigation? *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375(1794), 20190108.
- Suomen ympäristökeskus (SYKE). (2023). Luonnontila.fi -Suomen luonnon monimuotoisuuden seuranta. Saatavilla: <https://www.luonnontila.fi>
- Tallowin, J. R. B., Rook, A. J., & Rutter, S. M. 2005. Impact of grazing management on biodiversity of grasslands. *Animal Science*, 81(2), 193–198.
- Tiainen, J., Hyvönen, T., Hagner, M., Huusela-Veistola, E., Louhi, P., Miettinen, A., Nieminen, T., Palojärvi, A., Seimola, T., Taimisto, P., & Virkajärvi, P. 2020. Biodiversity in intensive and extensive grasslands in Finland: the impacts of spatial and temporal changes of agricultural land use. *Agricultural and Food Science*, 29(2), 68-97. (Journal.fi)
- Tilman, D., Isbell, F., & Cowles, J. M. 2014. Biodiversity and ecosystem functioning. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 471–493. Saatavilla:https://www.researchgate.net/publication/280760357_Biodiversity_and_Ecosystem_Functioning
- Tscharntke, T., et al. 2012. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation*, 151(1), 53–59.
- Tscharntke, T., Grass, I., Wanger, T. C., Westphal, C., Batáry, P. 2021. Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes. *Trends in Ecology & Evolution*, 36(10), 919–930. Saatavilla: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.06.010>.
- Vainio, M., Kekäläinen, H., & Alanen, A. 2001. Perinnemaisemien hoidon vaikutukset kasvilajistoon Suomessa. Suomen ympäristö 495. Suomen ympäristökeskus.
- Wezel, A., ym. 2020. Agroecology, ecosystem services and land use policy. *Sustainability*, 12(7), 2990.

Ympäristöministeriö. 2021-2030. Helmi-elinympäristöohjelma. Saatavilla:

https://ym.fi/documents/1410903/33891758/Helmielinymp%C3%A4rist%C3%B6ohjelma+2021%E2%80%932030_Valtioneuvoston+periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s.pdf/091a7376-4a20-60e6-8821-a063a10b5324/

[Helmielinymp%C3%A4rist%C3%B6ohjelma+2021%E2%80%932030_Valtioneuvoston+periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s.pdf?t=1633600246140](https://ym.fi/documents/1410903/33891758/Helmielinymp%C3%A4rist%C3%B6ohjelma+2021%E2%80%932030_Valtioneuvoston+periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s.pdf?t=1633600246140)

<https://valtioneuvosto.fi/documents/1410903/0/Periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+Helmi-elinymp%C3%A4rist%C3%B6ohjelma+2021-2030.pdf/d59d46f3-3cbccc8e-9394-42bcf440c02f/>

[Periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+Helmielinymp%C3%A4rist%C3%B6ohjelma+2021-2030.pdf?t=1622093707005](https://valtioneuvosto.fi/documents/1410903/0/Periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+Helmielinymp%C3%A4rist%C3%B6ohjelma+2021-2030.pdf?t=1622093707005)

Öckinger, E., Eriksson, A. K., & Smith, H. G. 2006. Effects of grassland abandonment, restoration and management on butterflies and vascular plants. *Biological Conservation*, 133(3), 291–300. Saatavilla:

https://www.researchgate.net/publication/248200322_Effects_of_grassland_abandonment_restoration_and_management_on_butterflies_and_vascular_plants

Liitteet

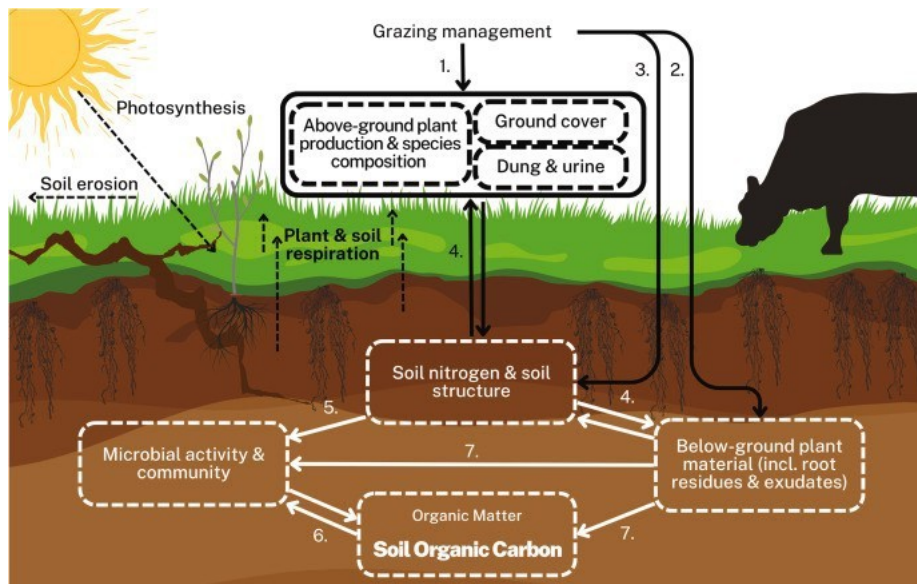
Liite 1. Viljelyn, laidunnuksen ja strategisten toimien vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen

Maatalouden ja luonnon monimuotoisuuden yhteensovittaminen tapahtuu monella tasolla. Yksittäiset viljelykäytännöt vaikuttavat suoraan maaperän, lajiston ja ekosysteemipalvelujen tilaan. Laidunnus puolestaan on keskeinen tekijä perinnebiotooppien ylläpidossa ja maisemien avoimuuden turvaamisessa. Strategisella ja poliittisella tasolla EU:n ja kansalliset ohjelmat luovat kannustimia sekä sääntelyä, jotka ohjaavat viljelijöitä kohti luontoystävällisempiä ratkaisuja. Seuraava taulukko kokoaa keskeiset käytännöt, vaikutukset ja haasteet yhteen.

Toimintatyyppi	Keskeiset käytännöt	Vaikutukset biodiversiteettiin	Huomioita ja haasteita
Viljelytoimenpiteet	- Viljelykierto - Monivuotiset kasvit - Luomuviljely - Torjunta-aineettomuus - Peltometsäviljely	+ Lisää kasvi- ja hyönteislajiston monimuotoisuutta + Parantaa maaperän pieneliöstön elinvoimaa + Tukee pölyttäjiä ja ekosysteemipalveluja	- Vaatii osaamista ja pitkäjänteisyyttä - Lyhyellä aikavälillä voi vähentää satotasoja
Laidunnus	- Lehmien ja hevosten laidunnus - Perinnebiotooppien hoito - Kohtuullinen eläintiheys	+ Pitää niityt, kedot ja hakamaat avoimina + Lisää kasvilajiston kirjoa + Tukee pölyttäjiä ja maisemallista arvoa	- Tehotuotanto kuluttaa maaperää ja rehevöittää - Liian vähäinen laidunnus johtaa umpeenkasvuun
Strategiat ja politiikka	- EU:n biodiversiteettistrategia 2030 - CAP-tukijärjestelmät - Kansalliset ohjelmat ja neuvonta	+ Tarjoavat taloudellisia kannustimia ja ohjausta + Luovat puitteet kestäväälle maataloudelle + Vahvistavat yhteiskunnallista tukea biodiversiteetille	- Tukipolitiikan monimutkaisuus - Taloudelliset ristiriidat viljelijöiden arjessa

Tästä koosteesta käy ilmi, että maatalouden biodiversiteettivaikutukset ovat kaksijakoisia. Viljelytoimenpiteet ja laidunnus voivat parhaimmillaan tukea monimuotoisuutta ja ekosysteemipalveluja, mutta vaativat viljelijöiltä tietoa ja sitoutumista. Strategiset ja poliittiset keinot tarjoavat puitteet sekä taloudellisia kannustimia, mutta niiden monimutkaisuus voi vaikeuttaa käytännön toteutusta. Biodiversiteetin turvaaminen edellyttääkin näiden kolmen tason -viljelyn, laidunnuksen ja politiikan- tasapainoista ja toisiaan täydentävää käyttöä.

Liite 2. Maaperän orgaanisen hiilen kertymisen keskeiset ajurit ja prosessit laiduntamisjärjestelmässä



1. Intensity, frequency, timing and duration of stocking impacts above-ground biomass, plant growth rate and species composition (incl. Legumes, C3/C4 grasses, annual/perennial), as well as dung and urine (carbon and nitrogen) contribution to soil and ground cover. 2. Grazing changes carbon allocation to roots and root growth rate 3. Management of grazing impacts soil structure, infiltration and potential erodibility. Dung, urine, root carbon allocation and legume composition affect soil nitrogen. 4. Nitrogen increases above-ground plant and root production, and legumes and their symbionts fix atmospheric N. Soil structure impacts above and below ground plant production. 5. Soil compaction and loss of ground cover reduces soil porosity and infiltration and increases soil temperature fluctuations, leading to changes in microbial activity and communities. N availability impacts stability of OM in soil and soil respiration. 6. Microbes and microbial detritus are a component of soil organic matter with various stability. 7. Root residues and exudates are significant drivers of microbial activity, and contribute directly to soil OM.

1. Laidunnuksen intensiteetti, tiheys, ajoitus ja kesto vaikuttavat maanpäälliseen biomassaan, kasvien kasvunopeuteen ja lajikoostumukseen (ml. palkokasvit, C3/C4-heinät, yksi- ja monivuotiset kasvit) sekä lannan ja virtsan (hiili ja typpi) osuuteen maaperässä ja maanpeitteessä. 2. Laiduntaminen muuttaa hiilen allokaatiota juurille ja juurien kasvuvauhtia. 3. Laidunnuksen hallinta vaikuttaa maaperän rakenteeseen, imeytymiseen ja mahdolliseen eroosioalttiuteen. Lanta, virtsa, juurien hiilen allokaatio ja palkokasvien koostumus vaikuttavat maaperän tyypeen. 4. Typpi lisää maanpäällisten kasvien ja juurien tuotantoa, ja palkokasvit ja niiden symbiontit sitovat ilmakehän typpeä. Maaperän rakenne vaikuttaa maanpäällisten ja -alaisten kasvien tuotantoon. 5. Maaperän tiivistyminen ja maanpeitteen häviäminen vähentää maaperän huokoisuutta ja imeytymistä ja lisää maaperän lämpötilan vaihteluita, mikä johtaa muutoksiin mikrobien toiminnassa ja yhteisöissä. Typen saatavuus vaikuttaa typen pysyvyyteen maaperässä ja maaperän hengityksessä. 6. Mikrobit ja mikrobien detriitti ovat osa maaperän orgaanista ainesta, jonka stabiilius vaihtelee. 7. Juurijäämät ja eritteet ovat merkittäviä mikrobitoiminnan ajureita ja vaikuttavat suoraan maaperän orgaaniseen aineeseen.

Lähde: McDonald, Sarah E. ym. 2023. Grazing management for soil carbon in Australia.