

## **Agrometsätalous**

**Mitä se on ja kuinka sen menetelmillä voidaan vaikuttaa biodiversiteettiin.**

Parviainen Jenni

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2020  
Maaseutuelinkeinot  
Agrologi amk

Tekijä(t) Parviainen, Jenni	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Marraskuu 2020
	Sivumäärä 73	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Agrometsätalous</b> <b>Mitä se on ja kuinka sen menetelmillä voidaan vaikuttaa biodiversiteettiin</b>		
Tutkinto-ohjelma Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Ulla, Heinonen		
Toimeksiantaja(t)		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisena katsauksena, jossa etsittiin tietoa agrometsätaloudesta ja sen menetelmistä sekä siitä, kuinka agrometsätalouden menetelmillä voidaan vaikuttaa biodiversiteettiin sekä ilmaston lämpenemiseen. Tietoa haettiin ulkomaalaisista ja suomalaisista julkaisuista, kirjoista, lehdistä sekä seminaareista, jotka käsittelevät agrometsätaloutta, maataloutta, ilmaston muutosta sekä muita alaan liittyviä aiheita. Näistä koottiin selvitys, joka vastaa tutkimuskysymyksiin sekä selvittää agrometsätalouden mahdollisuuksia nimenomaan Suomessa.</p> <p>Tarkoituksena oli saada aikaan yleiskäsitys agrometsätaloudesta, sen eri menetelmistä sekä siitä miten biodiversiteetin katoon sekä ilmaston lämpenemiseen saataisiin keinoja agrometsätaloudesta. Samalla tarkasteltiin menneitä, nykyisiä ja tulevia ilmasto malleja ja raportteja biodiversiteetin tilasta yleisesti sekä paikallisesti Suomessa. Hiilen sidonnasta ja kasvien toiminnasta käytiin myös toimintoja läpi sillä ne liittyvät oleellisesti myös agrometsätalouteen.</p> <p>Tuloksina saatiin selvitys, jossa kerrottiin mitä agrometsätalous on yleisesti, millaisia erilaisia menetelmiä siihen liittyy ja kuinka nämä eri menetelmät voivat vaikuttaa biodiversiteettiin ja ilmaston lämpenemiseen. Johtopäätöksinä todettiin, että luonto on monimutkainen ja sen ekosysteemien selittäminen yhteen opinnäytetyöhön oli haastavaa. Kuitenkin löydettiin kohtia, joissa agrometsätalous pystyisi vaikuttamaan positiivisesti niin ilmaston lämpenemiseen kuin biodiversiteettiinkin. Todettiin myös, että maaperän hyvinvointi on yksi hyvin tärkeä osa-alue johon agrometsätaloudellakin voitaisiin vaikuttaa. Biodiversiteetin väheneminen todettiin myös yhdeksi tärkeäksi osaksi, jolla on paljon vaikutusta ekosysteemipalveluihin.</p>		
Avainsanat (asiasanat)		
Agrometsätalous, peltometsäviljely, kujanneviljely, biodiversiteetti, hiilen sidonta		
Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Parviainen Jenni	Type of publication Bachelor's thesis	Date November 2020 Language of publication: Finnish
	Number of pages 73	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Title</b> Agroforestry, What it is and how it's systems can be used to affect the biodiversity		
Degree programme Bachelor of Natural Resources, Agricultural and Rural Industries		
Supervisor(s) Heinonen, Ulla		
Assigned by		
Abstract  <p>The thesis was performed as a literature review in order to find information about agroforestry. Information was also collected about methods used in agroforestry and how it is possible to affect the biodiversity and global warming by the methods of agroforestry. Information was searched from national and international publications, books, papers and seminars which handled agroforestry, agriculture, climate change and other related topics. From this information a report was put together which answers to the research questions and clarifies the possibilities of agroforestry specifically in Finland.</p> <p>The meaning was to create an understanding about agroforestry and it's different methods and how it would be possible to find ways to restrict the loss of biodiversity and global warming from agroforestry. Past, present and future climate models and reports about the state of biodiversity in general and locally in Finland were viewed. Carbon sequestration and plant function was also reviewed because they are essentially related to agroforestry.</p> <p>As a result, a report was made which said what agroforestry is in general, what different kinds of methods are related to it and how these methods can affect the biodiversity and global warming. As a conclusion it was stated that nature is complicated and explaining all of it's ecosystems in one thesis was challenging. Even though, some points were found where agroforestry could have a positive impact in global warming and biodiversity. It was also stated that soil health is one very important sector which could be affected by agroforestry. The loss of biodiversity was also stated as one important factor that has a lot of impact in the ecosystem services.</p>		
Keywords/tags (subjects) Agroforestry, agrisilviculture, alley cropping, biodiversity, carbon sequestration		
Miscellaneous (Confidential information)		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Agrometsätalous</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Opinnäytetyön tavoite</b> .....	<b>11</b>
2.1	Tutkimus kysymykset .....	11
2.2	Termistöä ja termien menetelmiä .....	11
2.3	Luotettavuus .....	15
<b>3</b>	<b>Agrometsätalous käytännössä Suomessa ja muissa maissa</b> .....	<b>16</b>
3.1	Agrometsätalouden historiaa .....	18
3.2	Suomen maatalouden historiaa .....	18
<b>4</b>	<b>Agrometsätalouden menetelmien esittely</b> .....	<b>21</b>
4.1	Puustoinen laidun (silvopasture) .....	24
4.2	Vesistöjen suojavyöhykkeet, pensasaidat ja tuulensuojapuut/istutus .....	27
4.2.1	Pensasaidat (hedgerow).....	27
4.2.2	Vesistöjen suojavyöhykkeet (riparian buffer zone).....	29
4.2.3	Tuulensuojapuut/istutus (windbreak).....	30
4.3	Puustoinen viljely/peltometsäviljely (silvoarable) .....	31
4.3.1	Kujanne/käytävä viljely (alley cropping) .....	34
4.4	Metsämaan viljely (forest farming).....	35
4.5	Hedelmätarhat (Orchard) .....	36
4.6	Mehiläistalous, (apiculture with trees) .....	37
4.7	Puustoiset laitumet (agrosilvopasture).....	38
4.8	Kotipuutarhat (homegardens) .....	38
<b>5</b>	<b>Ruuan tuotanto ja sen tulevaisuuden haasteet</b> .....	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>Ilmastonmuutos ja biodiverseetti</b> .....	<b>42</b>
6.1	Lämpösumma ja ennusteet .....	43

	5
6.2 Hiilen sidonta .....	47
6.2.1 Fotosynteesi .....	49
6.3 Biodiversiteetti.....	50
<b>7 Agrometsätalouden keinot vaikuttaa biodiversiteettiin ja ilmaston muutoksen hillintään. ....</b>	<b>54</b>
<b>8 Johtopäätökset .....</b>	<b>59</b>
<b>9 Pohdinta .....</b>	<b>63</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>66</b>

## **Kuviot**

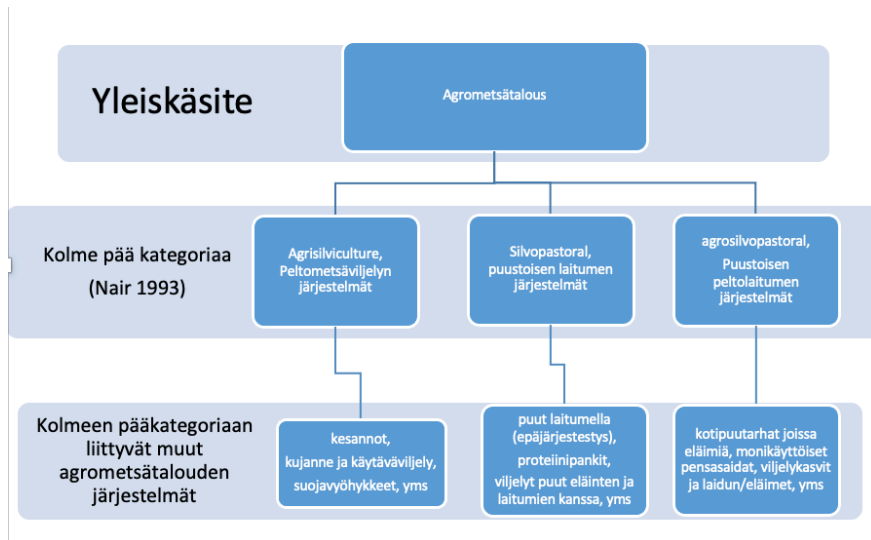
Kuvio 1. Kaavio agrometsätalouden menetelmien jaosta.....	8
Kuvio 2. Maailman maankäyttö ruuan tuotannossa .....	9
Kuvio 3. Agrometsätalouden sisällys karkeasti .....	10
Kuvio 4. kujanne viljelyä.....	13
Kuvio 5. Puiden ja viljelykasvien juuristo .....	22
Kuvio 6. Peltoekvivalenttisuhteen kaava. ....	22
Kuvio 7. Peltoekvivalenttisuhte.....	23
Kuvio 8. Perinnebiotoopi.....	25
Kuvio 9. Eläintiheys (eläimiä/ha) eri eläinlajeilla ja erilaisilla laiduntyypeillä. ....	26
Kuvio 10. Malli yhdenlaisesta suojavyyhykkeestä ja sen vaikutuksista. ....	29
Kuvio 11. Vesistöjen suojavyyhyke. ....	30
Kuvio 12. Tuulen suojauiden moninaiset hyödyt.....	31
Kuvio 13. Valunta ja eroosio pienentyä puiden lisäyksen jälkeen.....	32
Kuvio 14. Kujanne/käytäviviljelyä. ....	34
Kuvio 15. Sienten kasvatusta, ympättyjä halkoja .....	36

Kuvio 16. Laidunnettu hedelmätarha Iso-Britaniassa. ....	36
Kuvio 17. Kaavio ravinnesuhteista ja eduista kun verrataan agrometsätalouden menetelmiä, puuntuotantoa ja perinteistä viljelyä.....	41
Kuvio 18. Kasvihuonekaasujen kehitys.....	43
Kuvio 19. Ruosteenoja ym. Terminen kasvukausi lämpenevässä ilmastossa.....	44
Kuvio 20. Viljelykasvien ennustetut muutokset vuosisadan puoleen väliin ja loppuun mennessä.....	46
Kuvio 21. Vuoden keskilämpötilan muutos Suomessa vuosina 2000-2085 vertailtaessa jaksoon 1981-2010. ....	47
Kuvio 22. hiilensidonta kasvibiomassaan ja hiilen kierto .....	48
Kuvio 24. Monimuotoinen peltoekosysteemi versus monokulttuuri.....	52
Kuvio 25. Puiden mahdollisuus parantaa maaperää.....	56
Kuvio 26. Mikrobihiilipumppu.....	57

# 1 Agrometsätalous

Agrometsätalous tulee englannin kielestä, sanasta Agroforestry. Agrometsätaloudella tarkoitetaan puuvartisten kasvien tietoista lisäämistä peltoekosysteemiin. Lyhyesti voitaisiin sanoa agrometsätalouden olevan viljelyä puiden kanssa. Tällöin samalla pelolla voidaan esimerkiksi viljellä perinteisiä viljelykasveja ja hedelmäpuita tai eläimet voivat laiduntaa puuston seassa. (Nair 1993, 14.)

Agrometsätalouden muotoja on tiedossa satoja. Monet niistä ovat hyvin toistensa kaltaisia ja niiden menetelmät sisältävät joko samoja tai samankaltaisia muotoja. 20 agrometsätalouden menetelmää on kuitenkin eriteltävissä. Suurin osa on tropiikkiin soveltuvia menetelmiä. Kuitenkin pääkategorioita on kolme, agrisilviculture systems eli peltometsäviljelyn järjestelmät, silvopastoral systems eli puustoisien laitumen järjestelmät, sekä agrosilvopastoral systems eli puustoisien peltolaitumen järjestelmät. Peltometsäviljelyn järjestelmät sisältävät viljelykasveja ja puita/pensaita/köynnöksiä samalla alueella. Puustoisien laitumen järjestelmät sisältävät puita ja laitumen sekä/tai eläimiä. Puustoinen peltolaidun sisältää puita, viljelykasveja sekä laitumen/eläimiä. Näiden kolmen pääkategorian alle sijoittuvat lähes kaikki muut agrometsätalouden muodot. (Nair 1993, 33-34.)



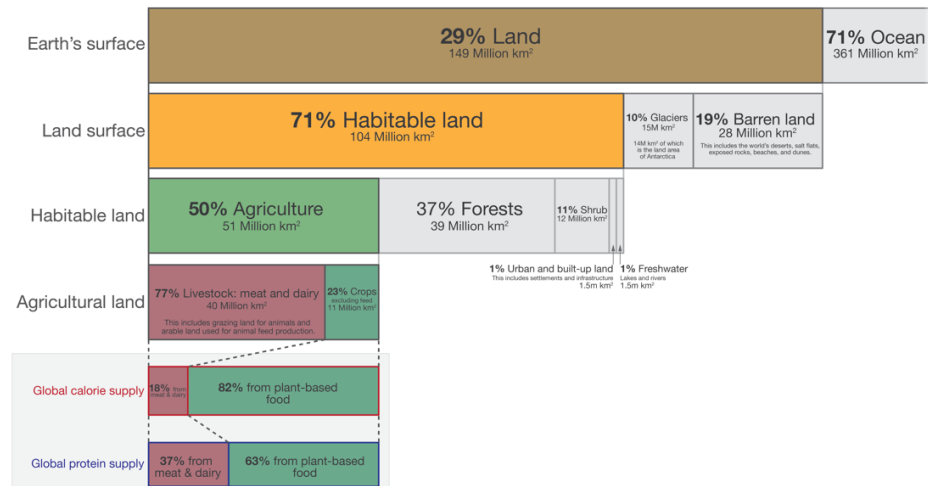
Kuvio 1. Kaavio agrometsätalouden menetelmien jaosta (Tehty Nair 1993, pohjalta).

Agrometsätaloutta on maailmalla paljonkin ja sen eri muotoja käytetään useissa Euroopan maissa. Varsinkin trooppisissa maissa agrometsätalouden menetelmät ovat hyvin yleisiä maankäytön välineitä. Vanhimmat agrometsätalouden muodot ulottuvat jopa 13 000 vuoden taa. Modernimmat agrometsätalouden muodot ovat alkaneet kehittyä 1970-luvulla ja 1980-luvulla. Silloin ne vastasivat ruoka- ja ympäristökriiseihin. Maailmalla agrometsätalouden systeemejä on käytössä arviolta 1 miljardilla hehtaarella. Maailmassa viljellyn maan määrä on 51 miljoonaa neliökilometriä, eli 51 miljardia hehtaaria, siitä agrometsätalouden osuus on siis 1,96 %. (Toensmeir 2016.)



# Global land use for food production

Our World  
in Data



Data source: UN Food and Agriculture Organization (FAO)  
OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser in 2019.

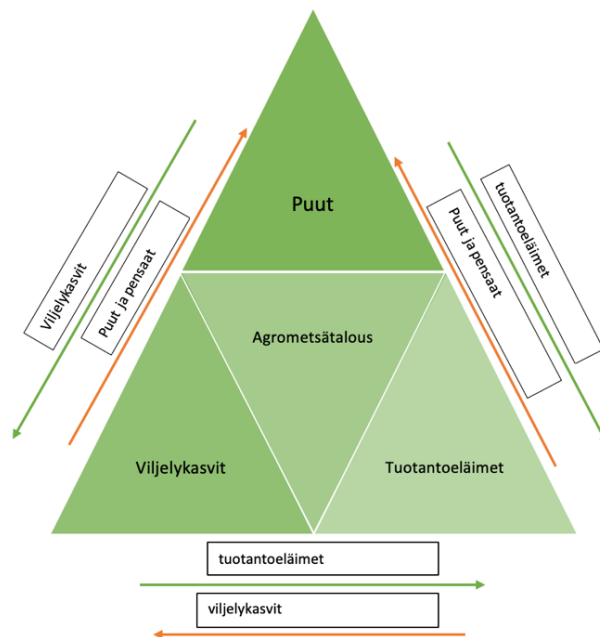
Kuvio 2. Maailman maankäyttö ruuantuotannossa (Ritchie & Roser 2019).

Suomessa agrometsätalous on vielä suhteellisen tuntematon viljelymuoto. Suomessa tunnetuimmat agrometsätalouden muodot ovat perinnebiotoopit ja maisemalaidunus. Kuitenkin ilmastonmuutoksen ja varsinkin lämpösommien kasvaessa sekä säiden ääri ilmiöiden lisääntyessä agrometsätalouden toimille tulee enemmän tarvetta myös täällä pohjoisella pallonpuoliskolla.

Agrometsätalous antaa erilaisia keinoja viljellä sekä varautua tuleviin ilmastonmuutoksen aiheuttamiin sääilmiöihin sekä lämpötilamuutoksiin. Agrometsätalous on myös yksi vaihtoehtoista hiilen sidonnassa, sillä puiden kyky sitoa hiiltä maaperään on hyvä. Puiden ja viljelykasvien yhdistelmällä on runsaasti hyviä vaikutuksia maaperään sekä sen kykyyn pidättää ravinteita (Toensmeir 2016.) Tämän pohjalta on hyvä miettiä, millaisilla menetelmillä näillä leveysasteilla voitaisiin hyödyntää puiden ja viljelykasvien sekä eläinten yhdistelmiä maataloudessa tulevaisuudessa.

Tässä työssä käydään läpi agrometsätalouden eri versioita, pohditaan niiden soveltuvuutta tänne Suomeen ja tuotetaan suomenkielistä materiaalia aiheesta sekä mietitään miten agrometsätalous voisi auttaa monimuotoisuuden vähenemisen estämisessä ja kuinka hiiltä voitaisiin saada sidottua enemmän maaperään tämän avulla. Tarkastelussa on alan tutkimustuloksia ja kirjallisuutta, sekä apuna vertailtaessa eri vaihtoehtoja ilmastomallit ja lämpösummaennusteet. Työssä käydään läpi paljon alan kirjallisuutta, jonka tietoa hyödynnetään kokoamalla niistä tärkeimpiä ja merkityksellisiä kohtia tähän työhön. Työn etenee historiasta tulevaan aikaan. Työ on kirjallisuus katsaus, jossa yritetään löytää vastauksia esitettyihin tutkimuskysymyksiin.

Alla olevassa kuviossa 1 esitetään miten agrometsätalous koostuu puuvartisten kasvien sekä viljelykasvien tai tuotantoeläinten yhdistelmästä, tai se voi olla yhdistelmä kaikkia näitä kolmea.



Kuvio 3. Agrometsätalouden sisällys karkeasti

## 2 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on kerätä tietoa agrometsätaloudesta ja sen soveltuvista menetelmistä Suomen oloihin. Työssä kerrotaan mitä agrometsätalous on ja mitä sen eri menetelmät tarkoittavat. Opinnäytetyössä käsitellään ajankohtaisia aiheita kuten hiilensidontaa, ilmaston muutosta sekä biodiversiteetin heikentymistä. Nämä linkittyvät vahvasti agrometsätalouteen ja sen menetelmiin. Monet agrometsätalouden menetelmistä kertovat teokset, artikkelit ja kirjat kertovat tropiikkiin soveltuvista menetelmistä, mutta työhön pyritään löytämään myös sellaista materiaalia, joka on lauhkealle vyöhykkeelle soveltuvaa. Työn rajauksena on kustannuksiin liittyvät aiheet, sillä niistä pystyy tekemään täysin itsenäisen työn sekä metsätaloutta ei varsinaisesti käsitellä vain sivutaan, sillä sekin on täysin oma aiheensa. Opinnäytetyössä ei myöskään paljolti tulla käsittelemään tropiikin menetelmiä.

### 2.1 Tutkimus kysymykset

Tässä opinnäytetyössä pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Mitä agrometsätalous on?
2. Mitkä sen menetelmistä olisivat sellaisia, joita voitaisiin hyödyntää Suomen maataloudessa?
3. Mitä positiivisia vaikutuksia agrometsätaloudella on?
4. Mihin ongelmiin agrometsätaloudella voidaan vaikuttaa?

### 2.2 Termistöä ja termien menetelmiä

Agrometsätalouteen kuuluu monia erilaisia versioita yhdistää puita, kasveja ja eläimiä. Nämä erilaiset menetelmät soveltuvat kukin erilaisiin tilanteisiin ja niitä käytetään erityyppisissä ympäristöissä. Termistön osalta näitä eri menetelmiä kuvataan useilla eri termeillä riippuen lähteistä. Tässä työssä pyritään käyttämään Suomessa

vakiintuneita termejä. Apuna tässä käytetään metsätieteen aikakauskirjassa vuonna 2020 julkaistua puustoisen maatalouden termistöä Suomen ja Ruotsin kielellä. Tämä sanasto on kerätty yhdessä Suomessa toimivan agrometsätalouden verkoston kanssa. Hakutermit on käytetty alla olevia termejä, lisäksi myös agroforestry ja temperate agroforestry.

**Agrisilvicultural systems** tarkoittaa peltometsäviljelyjärjestelmiä, yksi pää kategoriasta. Tämän kategorian alle kuuluvat parannetut kesannot, taungya, kujanne/käytäväviljely, monitasoiset puutarhat, monikäyttöpuut pelloilla, kotipuutarhat, suoja- vyöhykkeet, tuulensuojat ja elävät pensasaidat sekä polttopuutuotanto. (Nair 1993. 33-34.)

**Silvoarable agroforestry** tarkoittaa peltometsäviljelyä tai puustoista viljelyä. Tässä muodossa yksi- ja monivuotisia kasveja viljellään puuston seassa. Tämä on kaikista laajimmin käytössä oleva termi ja sitä käytetään kuvaamaan hyvinkin erityyppisiä menetelmiä.

**Alley cropping** tarkoittaa käytävä/kujanne viljelyä ja on yksi puustoviljelyn muodoista, jossa puut ja viljelykasvit vuorottelevat riveissä.



Kuvio 4. kujanne viljelyä (USDA National Agroforestry center).

**Silvopastoral systems**, tarkoittaa puustoisien laitumien järjestelmiä. Yksi kolmesta pääkategoriasta. Tämä kategoria pitää sisällään puut laitumella (epäjärjestyksessä), proteiinipankit sekä viljellyt puut eläinten ja laitumen kanssa (lehmät ja kookospuut). (Nair 1993 33-34.)

**Silvopasture** tarkoittaa puustoista laidunta. Tässä muodossa kotieläimet laiduntavat esimerkiksi metsissä tai esimerkiksi hedelmätarhoissa.

**Agrosilvopastoral systems** tarkoittaa puustoisien peltolaitumen järjestelmiä. Tämä on yhdistelmä puita, viljelykasveja ja laidunta/eläimiä. Yksi kolmesta pää kategoriasta. Tämän kategorian muotoja on esimerkiksi kotipuutarhat, jotka sisältävät eläimiä, mehiläistalous, monikäyttöiset puiset pensasaidat, vesimetsätalous ja monikäyttöiset puualueet. (Nair 1993, 33-34.)

**Riparian buffer zone, Hedgerows, shelterbelts and windbreak** tarkoitetaan vesistöjen suojavyöhykkeitä, pensasaitoja, suojavyöhykkeitä sekä tuulensuojapuita/istutuksia.

**Homegardens, forest gardens, food forest** näillä tarkoitetaan kotipuutarhoja, metsäpuutarhoja ja ruokaa tuottavia metsiä. Kotipuutarhoissa on todettu olevan suurin biodiversiteetti kaikista ihmisen luomista ympäristöistä. (Toensmeir 2016, 53)

**Forest farming** tarkoittaa metsämaanviljelyä. Metsässä voidaan kasvattaa monia eri lajeja, kuten marjoja ja sieniä.

**Perinnebiotoopit**, niissä yhdistyy eläinten laidunnus, puu sekä kasvit. Perinnebiotoopit ovat monimuotoisuudessaan myös hyvin arvokkaita elinympäristöjä. Perinnebiotoopeihin kuuluvat karjatalouden muovaamat kedot, erilaiset niityt, hakamaat sekä metsälaitumet. Valitettavasti pienten karjatilojen hävitessä myös perinnebiotoopit ovat käyneet harvinaisemmiksi. Ne tarvitsisivat eläimiä laiduntamaan alueita, jolloin ne eivät kasvaisi umpeen. Pienten tilojen lopettaessa ja siirryttäessä aina vain isompiin tilakokoihin perinnebiotoopeille ei tahdo löytyä tarpeeksi laiduntavia eläimiä. Suurin syy pienten tilojen lopettamiseen on kannattavuus, sillä kun lihasta/maidosta saatava hinta on viljelijälle matala. Tämä johtaa tilakokojen kasvuun, sillä eläinmäärän lisäyksellä saadaan tuottoa kasvamaan. Myös tiukentuvat ehdot ja niistä tulevat investointien tarve saattaa muodostua pienelle tilalle kohtuuttomaksi. Tällä hetkellä Suomessa on käynnissä perinnebiotooppien inventointi, joka toteutetaan vuosina 2019-2021 ELY-keskuksien johdolla. (Valtakunnallinen perinnebiotooppien inventointi 2019-2021.N.d.)

**Biodiversiteti**, tarkoittaa biologisen elämän monimuotoisuutta. Tätä voidaan tarkastella kolmelta eri tasolta; lajin sisäinen eli geneettinen monimuotoisuus, lajimonimuotoisuus ja ekosysteemien monimuotoisuus. (Biodiversiteetti 2014.) Agrometsätalous vaikuttaa ehkä eniten ekosysteemien monimuotoisuuteen, jonka kautta se vaikuttaa myös lajimonimuotoisuuteen.

**Ekosysteemi** on kasveista, eläimistä, mikro-organismeista ja luonnonympäristöstä koostuva monimuotoinen ja dynaaminen järjestelmä, jonka osat ovat toisistaan riippuvaisia.

**Ekosysteemipalveluilla** tarkoitetaan luonnon tarjoamia palveluita ja tuotteita, jotka ovat tärkeitä ja osaltaan myös välttämättömiä ihmisen ja yhteiskuntien hyvinvoinnille. Ekosysteemipalvelut jaetaan kolmeen pääluokkaan, tuotantopalveluihin, sää-tely- ja ylläpitopalveluihin sekä kulttuuripalveluihin. Tuotantopalveluja ovat esimerkiksi maataloudesta ja metsätaloudesta saatava ruoka, puutavara, riista, marjat sekä sienet ja muut keräilytuotteet. Sää-tely- ja ylläpitopalveluihin luokitellaan muun muassa hiilen sidonta, veden kierron sää-tely, hyönteisten pölytyspalvelut ja maaperän tuottokyvyn ylläpito. Kulttuuripalveluihin kuuluvat luonnon virkistyskäyttö, esteettisyys ja kulttuuriperintö.

**Monokulttuurilla** tarkoitetaan tässä työssä yhden kasvilajin viljelyä pellolla. Ja varsinkin yhden kasvilajin viljelyä samalla lohkolla useita vuosia putkeen.

**Hiilisyöte** tarkoittaa kasvien yhteyttämisessä sitoman hiilidioksidin tai hiilipitoisten orgaanisten materiaalien kuten kasvintähteiden siirtymistä hiilenä maaperään.

**Säteilypakotteella** kuvataan ilmastojärjestelmän energiaepätasapainoa minkä luovat erilaiset ilmastoa muuttavat tekijät ilmastojärjestelmässä.

## 2.3 Luotettavuus

Tämä työ on yhden ihmisen tekemä katsaus kirjallisuuteen aiheesta agrometsätalous. Kirjallisuutta ja artikkeleita on pyritty etsimään laajasti niin ulkomaalaisista tutkimuksista kuin suomalaisistakin. Hakua on pyritty tarkentamaan niin, että hakutu-

loksiin saadaan lauhkealle vyöhykkeelle soveltuvia tekstejä. Näiden pohjalta on pyritty hahmottamaan agrometsätalouden mahdollisuuksia ilmaston muutoksen hillinnässä sekä biodiversiteetin lisäämisessä. Tässä työssä esitellään agrometsätalouden menetelmiä siitä näkökulmasta, että ne soveltuisivat käytettäväksi Suomessa. Rajaus siihen mitä tutkimuksia ja tekstejä tässä työssä on käytetty, on tapahtunut sen perusteella että, mihin vyöhykkeeseen kyseiset tekstit pohjaavat. Pääteoksina on käytetty esimerkiksi Nair (1993) An introduction to agroforestry ja Burgessin ym. teosta the agroforestry hand book (2019). Myös kirjoittajan mielenkiinto ja hakuosaaminen on ollut yhtenä tekijänä tekstien haussa. Tiettyihin kohtiin on myös haettu tarkennusta sillä pohjalla, että löytyykö aiheesta tutkimustietoa. Näin ollen tämä työ ei ole täydellinen ja puolueeton katsaus aihealueeseen ja sen mahdollisuuksiin.

### **3 Agrometsätalous käytännössä Suomessa ja muissa maissa**

Agrometsätalous on hyvin yleinen maankäytön keino monissa maissa. Ilmaston muuttumisen tuomat haasteet kuten kuivuus ja toisaalla runsaat sateet sekä peltojen köyhtyminen luovat tarpeen erilaisille menetelmille. Eroosio sekä kuumat/kuivat kesät että märät/kylmät kesät ovat niitä ongelmia joihin agrometsätalouden menetelmillä voidaan saada helpotusta. (Briggs 2019.)

Trooppisissa maissa agrometsätalouden menetelmät ovat hyvin yleisiä. Siellä niiden käyttöä puoltaa hyvät kasvuolosuhteet ja pienet kylät, joissa on pienviljelijöitä paljon ja tilaa sekä maata missä viljellä on vähän. Kasvuolosuhteet kuitenkin mahdollistavat monien eri kasvien viljelyn ja niitä on tehokasta viljellä samalla alalla. Siellä on myös kysyntää tuotteille ihan paikallisesti. Harvoin pientilalliset saavat satoa niin paljon, että sitä voisi myydä isoille toimijoille. Usein tilat tuottavat viljelijöille hänen perheensä tarpeisiin ruokaa ja ylijäänyt sato pystytään myymään toreilla muille. Kehittyneimmissä maissa agrometsätalouden käyttö on suunnitellumpaa ja tila koot ovat



isompia. (Nair 1993.) Viljelymaan käyttö on ympäri maailmaa muuttunut viimeisen 50 vuoden aikana merkittävästi. Monokulttuuri ja suuret tuotantopanokset ovat osa tämän päivän maataloutta. Kuitenkin nykyisin alkaa olemaan viitteitä siitä, että viljelymaat voivat huonosti ja niistä poistuu eroosion mukana paljon pintamaata eli sitä mikä on hedelmällisintä viljellä. Paljas maa on kaikista herkintä eroosiolle ja hiilen karkaamiselle maasta. Luonnossa maa on harvoin paljaana eli ilman kasvillisuutta. Ainaat luonnolliset tilanteet, jolloin maa on paljaana ovat yleensä seurausta jonkinasteisesta häiriöstä kuten metsäpalosta.

Agrometsätaloudessa kasvien kerroksellisuus on osa monia menetelmiä. Esimerkiksi pensasaidoissa käytetään monia eri kasveja, jotka kasvavat kaikki eri korkuisiksi. Tämä luo kerroksia, joissa elää monia eri hyönteisiä, eläimiä ja lintuja. Monipuolisuuden lisääminen peltoekosysteemeihin olisi todella tärkeää myös tulevaisuudessa. Tähän agrometsätaloudella voidaan vaikuttaa.

Suomessa on useilla tiloilla kokeiluja agrometsätalouteen liittyen, esimerkiksi Kilpiän tilalla Lohjan Pusulassa ja Qvidjassa, Paraisilla. Qvidjassa on vanha tryfelitarha sekä heillä on aloitettu erinäisten metsälaitumien aitaaminen niin, että tulevaisuudessa tilan eläimet pääsisivät laiduntamaan osaa metsistä. Kilpiässä on hedelmätarha ja tuulensuojana sekä eroosion estäjänä toimiva puukujanne. Agrometsätaloudesta järjestettiin kaksi erillistä seminaaria vuonna 2019 ja näiden pohjalta voidaan todeta, että kysyntää tiedolle ja varsinkin suomenkieliselle tiedolle aiheesta on paljon. Näiden seminaarien järjestelyissä syntyi myös agrometsätalousverkosto, jossa on mukana toimijoita Baltic Sea Action Groupista, ammattikorkeakoulu Noviasta, Luomuliitosta, Luomuinstituutista, Valoniasta, Livian ammattiopistosta, Suomen agrometsästä, AFINET projektista, Lukesta ja monista muista järjestöistä ja yrityksistä.

### 3.1 Agrometsätalouden historiaa

Agrometsätalouden menetelmiä on ollut käytössä ympäri maailmaa useina eri ajanjaksoina pitkin historiaa. Agrometsätalous on ollut yleistä Euroopassa. Aikaisimmat muodot ovat 4500 vuoden takaa Espanjasta. Tuolloin kotieläimet ruokittiin metsissä, ja terminä eläinten laidunnus puiden alla tuli tutuksi. Kasken poltto on laskettu yhdeksi aikaisemmista agrometsätalouden muodoista. Suomessa kaskea poltettiin 1800-luvun lopulle osittain 1900-luvun alkuun saakka ja tämä muoto on ollut käytössä Saksassa vielä 1920 luvulla. Aasiassa on ollut pitkään paljon kotipuutarhoja. Lauhkealla vyöhykkeellä agrometsätalouden menetelmien leviäminen on ollut hitaampaa kuin trooppisissa maissa. Trooppisissa maissa on pitkä historia, jossa yritettiin luoda mahdollisimman trooppisia metsiä muistuttavia olosuhteita, joissa monet kasvit kasvavat yhdessä. Maiden ja kansojen kehittyessä agrometsätalouden menetelmät ovat jääneet vähemmälle ja osin jopa unohtuneet. Nykyisin agrometsätalous on kuitenkin yleistä trooppisissa maissa. (Traditional agroforestry 2015; Stepler & Nair 1987, 3-11.)

Luonnon kanssa yhteistyössä eläminen on ollut aikaisemmin normaalia ja on ymmärretty, kuinka luontoa voidaan hyödyntää niin ettei sitä tuhota. Luonto on ollut osana arkipäivää ja esimerkiksi metsien hyödyntäminen ruuan saamisessa on ollut yleistä. Luonnosta on saatu paljon raaka-aineita, kuten esimerkiksi puutavaraa ja lääkekasveja. Teollistumisen ja ihmispopulaation kasvun myötä luonnon hyödyntäminen on ylittänyt monin paikoin kestävän käytön rajat.

### 3.2 Suomen maatalouden historiaa

Suomessa agrometsätalous on terminä hyvin uusi ja täällä agrometsätalouden harjoittaminen on vielä pienimuotoista. Täällä agrometsätaloutta ovat porotalous, perinnebiotoopit ja hedelmätarhat sekä mehiläisten kasvatusta. Monia näistä ei osata

vielä mieltää agrometsätalouteen kuuluviksi. Kun tarkastellaan Suomen maatalouden historiaa, niin on olemassa viitteitä siitä, että Suomessa on ollut agrometsätaloutta käytössä jo 1800-luvulla, (Nair 1993, 14.) Termeinä historiassa tulee esiin muun muassa metsälaidunnus, puutarhat sekä kotitarveviljely.

Suomen maatalouden historiassa eläimet ovat olleet osana maataloutta siitä saakka, kun maataloutta on harjoitettu. Eläimet ovat tuottaneet lantaa, joka on ollut tärkeä osa peltojen viljelyä jo 1400-luvulla. Peltojen viljely oli mahdollista vain, jos niitä saatiin lannoitettua. Kasket olivat hedelmällisiä viljelyyn, mutta raivatut pellot tarvitsivat lannoitusta tuottaakseen satoa. Lannan määrä vaikutti merkittävästi viljeltävien peltojen määrään. Mikäli haluttiin saada enemmän peltoa viljelyyn, täytyi eläinmäärää kasvattaa. (Orrman 2003, 103-104.)

Eläinten talviruokinta on ollut todella haastavaa tuohon aikaan, sillä heinää ei kasvatettu pelloilla, vaan kaikki kerättiin niityiltä. Eläinmäärät pysyivät maltillisina pitkään, sillä niiden talvirehun saaminen oli työlästä ja saadut rehumäärät pieniä. Eläinten ruokaan kuului vahvasti myös puista saatavat lehdekset, jotka olivat iso osa talvikauden ruokintaa. Lehdeksiä kerättiin lehdesmetsistä eli lehtipuuvaltaisista metsistä, lehdekseksi kelpasi kaikki yleisimmät lehtipuut. Nuoret puut latvottiin, jolloin ne alkoivat haarautua ja tuottaa enemmän lehdeksiä. Lehdesmetsissäkin oli olemassa kierto, niitä kerättiin 8-10 vuoden välein. Metsät ovat siis olleet osana maataloutta muussakin kuin kaskeamisen muodossa jo aikaisessa vaiheessa. (Orrman 2003,103; Korhonen 2003,429.)

1800-luvulla metsät suurempien kylien lähistöillä olivat vähissä. Tämä aiheutti rakennuspuista pulaa ja samaan aikaan kaskiviljely alkoi saamaan kielteistä mielikuvaa uuden metsänkäyttömuodon, metsätalouden saralla. Kaskeaminen jatkui 1900-luvulle saakka kuitenkin huomattavasti vähäisempänä kuin siihen saakka. Pellot olivat vaatineet paljon työtä, joten niitä pidettiin arvossa ja niistä ei hevillä luovuttu. Peltoja ei

kuitenkaan ollut varaa käyttää karjan rehujen kasvatukseen vaan niillä kasvatettiin viljaa, pellavaa, hamppua ja juureksia. Niittyjen ja muiden aukeiden alueiden heinät tehtiin eläimille talvirehuksi. Ongelmaksi alkoi muodostua laitumien riittävyys. Tähän ratkaisuksi löytyi metsälaidunnus. Metsässä laiduntaessaan karja piti metsät avoimina, ne söivät lehdeksiä, nuoria puun vesoja. Lehdestäminen kasvoi myös ja muuttui järjestelmälliseksi. Rehevillä paikoilla lehdestäminen ja laidunnus sai aikaan lehdesniittyjä, joissa on niittymäisiä osia sekä puita kasvavia osia. Näillä alueilla eliölaajisto on poikkeuksellisen monipuolista. Näiden alueiden linnusto on myös hyvin runsasta ja monipuolista. Lehdesniityt ovat suojeltuja perinnebiotoopeja nykyisin. (Björn 2003, 610-612; Lehdesniityt 2013.)

Suomessa on ollut puutarhoja 1400-luvulta asti. Niissä on kasvanut omenapuita, kirsikkapuita, luumupuita, marjapensaita, kaaleja ja maustekasveja. Puutarhat ovat olleet osa yläluokkien perustamaa kartano- ja puistokulttuuria. Puutarhoissa kasvoi omena-, luumu- ja kirsikkapuita, marjapensaita, kaaleja ja maustekasveja. Näitä oli säätyläisillä tiloilla. Turun kasvitieteellinen puutarha on perustettu 1751, sen perustamisen innoittamana Suomen pappiloihin perustettiin puutarhoja. Turun seudulla myös torpparit ja mäkitupalaiset ovat pystyneet pitämään omena ja kirsikkapuita, sillä ilmastollisesti se on ollut siellä mahdollista. Pohjoisempänä hedelmäpuiden viljely oli mahdollista vain säätyläisillä. (Björn 2003, 602.)

Metsälaidunnus loppui, kun kuusen arvo alkoi nousta. Laiduntaminen esti kuusen uudistumisen, joten kun kuusta haluttiin kasvattaa ei karjaa enää päästetty metsiin. Tämä muutti radikaalisti maisemakuvaa. Metsät alkoivat tihentyä ja 1900-luvun alun jälkeen maisemasta katosi peltoaukeiden ja varsinaisen metsän väliset laitumien muodostamat valoisat metsävyöhykkeet. Maisema on ollut tärkeä kautta aikain ja 1900-luvun jälkipuoliskollakin vanha maatalouden kulttuurimaisema on ollut suomalaisille turvallisuutta uhkuvaa. (Björn 2003, 610-612, 618.)

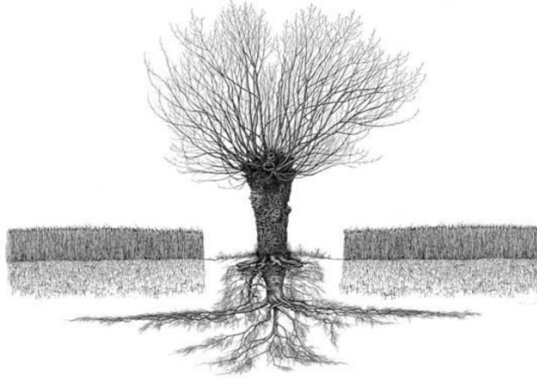
Ennen monilla tiloilla on ollut kotipuutarhat, jotka ovat tuottaneet tilan väen vuoden ruuat. Peltoja reunustivat pajukot ja muut pusikot. Sarkaojien aikaan ojien reunat kasvoivat erilaisia kasveja, jotka toimivat kotina monille hyönteisille ja linnuille. Monet muutkin ennen yleiset elinympäristöt, kuten niityt ja perinnebiotoopit ovat vähentyneet ja niiden myötä myös monien lajien elinympäristöt ovat kadonneet tai pirstoutuneet niin, että lukuisien sieni-, kasvi-, ja eläinlajien määrät ovat vähentyneet, paikoin ne ovat jopa hävinneet kokonaan. (Kuussaari, Hyvärinen & Luoto 2004, 234-235.)

## 4 Agrometsätalouden menetelmien esittely

Monet agrometsätalouden menetelmistä soveltuvat käytettäväksi lauhkealla vyöhykkeellä. Historiassa agrometsätalouden menetelmät ovat olleet yleisempiä ympäri Eurooppaa. Maatalouden tehostuminen ja tilakokojen kasvu on kuitenkin vähentänyt menetelmien käyttöä ympäri Euroopan. Nyt kuitenkin on huomattu, että maatalous kaipaa lisää vaihtoehtoja ja eroosio sekä maaperän köyhtyminen ja äärevät sääilmiöt rasittavat peltoja. Agrometsätalouden menetelmistä monet ratkaisevat näitä ongelmia, sekä parantavat tilojen kykyä selvitä haasteista. Agrometsätalouden menetelmät jäljentävät luonnon kerroksellisuutta ja monimuotoisuutta, jolloin jo kolmen eri lajin lisäys ekosysteemiin houkuttaa alueelle lisää monimuotoisuutta eläinten, eliöiden ja muiden kasvien muodossa. Luonto on suuri verkosto, joka vetää puoleensa uusia lajeja, joilla kaikilla on jokin tarkoitus siinä kyseisessä ekosysteemissä. (Briggs 2019.)

Viljelykasvit ja puut voivat olla samalla alueella kasvamassa, sillä ne käyttävät vettä, valoa ja ravinteita eri tasoilta kasvukauden eri vaiheissa. Puiden ja viljelykasvien yhteisviljelyssä kasvien juuristo ulottuu huomattavasti suuremmalle alueelle kuin perinteisessä yhden kasvin viljelyssä. Puiden juuristo nostaa ravinteita ja vettä syvemältä

kuin viljelykasvit. Juuristoa voidaan myös muokata ja opettaa niin, että puiden juuret oppivat kasvamaan syvemmälle, jolloin viljelykasvien juurille jää tilaa lähempänä maan pintaa. (Briggs 2019.)



Kuvio 5. Puiden ja viljelykasvien juuristo (Briggs 2019).

Agrometsätaloudella on positiivisia vaikutuksia maan ja veden laatuun, sen menetelmien avulla voidaan vähentää tuulihaittoja sekä haihduntaa ja sen menetelmien avulla voidaan muokata alueen mikroilmastoa. Valumien ja eroosion estäminen ovat positiivisia puolia agrometsätaloudessa. Puiden ja viljelykasvien yhdistelmän tehokkuutta voidaan mitata peltoekvivalenttisuhteella (LER). Tällä voidaan verrata agrometsätalouden tehokkuutta suhteessa monokulttuuriin.

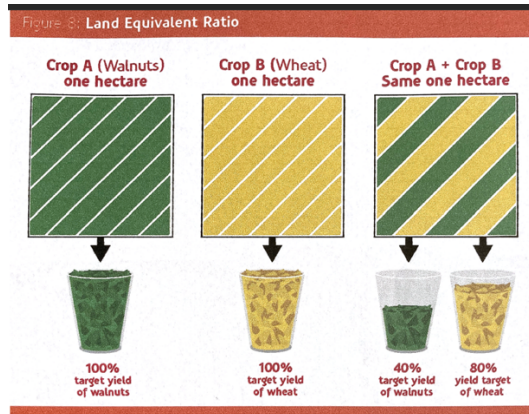
In formal terms this calculation is known as the *Land Equivalent Ratio (LER)*.

$$\text{LER} = \frac{\text{Combined Yield / Solo Yield crop A}}{100/100} + \frac{\text{Combined Yield / Solo Yield crop B}}{100/100} = 2$$

Kuvio 6. Peltoekvivalenttisuhteen kaava (Newman 2019, 25).

Tässä peltoekvivalentti suhteessa lasku tapahtuu niin, että agrometsätalouden peltoa verrataan monokulttuuripeltoihin molempia lajeja käyttäen. Eli jos tavoitteena olisi

monokulttuurissa kasvattaa peltohehtaarillinen pähkinää 100 % ja peltohehtaarillinen vehnää 100 % ja agrometsätaloudessa tavoite olisi samalta peltohehtaarilta saada pähkinää 40 % ja vehnää 80 % niin LER laskettaisiin  $40/100+80/100=1,2$ . Eli samalta hehtaarilta saadaan satoa 20 % enemmän kuin yksistään viljellyiltä monokulttuuripelloilta (vehnä ja pähkinä), tai toisin ilmaistuna tarvittaisiin 20 % enemmän peltoa, jos sama tulos haluttaisiin saada monokulttuurilla.



Kuvio 7. Peltoekvivalenttisuhte (Newman 2019, 25).

Puut aiheuttavat varjostusta, jota pyritään agrometsätaloudessa minimoimaan mahdollisimman vähäiseksi. Puiden pituus ja suuntaus vaikuttavat paljon siihen kuinka paljon puut varjotavat viljelykasveja. Puut suunnataa pohjois-etelä suuntaisesti, jolloin varjostus on vähäisempää. Myös latvuston muokkaus ilmavaksi vähentää varjostusta. Kasvivalinnalla on myös suuri vaikutus siihen, miten varjostus vaikuttaa kasvin satotasoon. Suomessa on totuttu, että metsän reunat tuottavat vähemmän satoa. Metsä on kuitenkin eri asia kuin puut pellolla. Metsän puut ovat tiheästi ja ne ovat pitkiä ja muodostavat huomattavan varjon. Oikein suunniteltu peltometsäviljely ei tuota samanlaista varjostusta pellolle. Puut istutetaan, jolloin ne eivät juurikaan tuota varjoa, puiden kasvaessa täytyy todennäköisesti niiden määrää vähentää, jotta varjostus pysyy aisoissa. Aiheesta on olemassa tutkimusta, esimerkiksi rehukasveja on tutkittu miten ne suhtautuvat varjostukseen. Tutkimuksessa esimerkiksi timotein,

ruokanadan ja raiheinän on havaittu soveltuvan puiden kanssa viljelyyn varsinkin, jos puut ovat harvassa ja latvukset ovat ilmavia. Osa kasveista on sellaisia, jotka sietävät varjostusta enemmän ja niiden käyttöä kannattaa suosia puiden kanssa. Lämpösummien kasvaessa ja ilmaston muuttuessa varjostukselle voi olla enemmän käyttöä. Mikäli kuumat ja kuivat kesät yleistyvät tulee tarve saada kasveja suojattua. Puiden lisääminen peltoekosysteemiin muuttaa alueen mikroilmastoa, vähentää kasvien haihduntaa. Varjostuksen hallinta täytyy ottaa huomioon puiden lisäämisessä, ja se vaatii myös kokeiluja sen suhteen mitä kasveja on kannattavaa viljellä puiden kanssa yhdessä (Lin, McGraw, George & Garrett 1999.) Eläinten laidunnuksessa varjostus tuottaa hyötyjä vähentämällä esimerkiksi eläinten kokemaa lämpöstressiä. (Pagella 2019, 45)

#### 4.1 Puustoinen laidun (silvopasture)

Puustoisella laitumella tarkoitetaan sitä, kun eläimet laiduntavat puuston seassa, eli se sisältää puita ja kotieläimiä. Laidunnuksessa voidaan käyttää lehmiä, lampaita tai jopa sikoja. Muualla Euroopassa kanat ovat olleet myös laiduntajia. Tätä voidaan toteuttaa joko perinteisessä metsässä, perinnebiotoopeilla tai peltoympäristössä. Metsälaidunnus on vanhimpia maan käytön muotoja Euroopassa. Pohjoisissa oloissa metsä on tuonut karjalle suojaa kylminä kuukausina. Eteläisemmässä Euroopassa metsät ovat tuoneet kesäisin varjoa ja rehua eläimille, ja laidunnus on myös suojannut metsäpaloilta. (Smith 2010.)





Kuvio 8. Perinnebiotoopi (Parviainen 2019).

Metsälaidunnuksessa karjan tarkoitus on pitää metsä avoinna ja estää sen umpeen kasvua. Metsälaitumet tarjoavat karjalle myös lisäravintoa ja suojaa. (Pagella 2019, 45-59.) Suomen maatalouden historiassa metsälaidunnus on ollut yleistä 1800-luvulla ja 1900-luvun alussa. Etelä- ja Keski-Suomen metsistä yli puolet olivat laidunnuksessa. Eläimet laidunsivat vapaasti luonnossa keväästä, kun lumet sulivat siihen asti, kun routa lähti maasta, tämän jälkeen karjan pääsy niityille ja pelloille estettiin. Karja pääsi niityille ja pelloille jälleen elonkorjuun jälkeen. (Pykälä & Alanen, 2004, 197.) Suomessa esimerkiksi saaristoissa, maisemakohteilla ja luonnonsuojelualueilla lampaita on käytetty tässä tarkoituksessa. Metsälaidunnuksessa pitää miettiä tarkoin oikea eläinmäärä alueelle, jotta puut eivät vaurioidu liiaksi. Kun alueella on tarpeeksi syötävää siellä laiduntavaan eläinmäärään nähden niin puut kuten kuusi ja mänty saavat olla rauhassa. Esimerkiksi kuviossa 9, sopiva eläintiheys lampanlailla on 0,2-4 uuhua hehtaarilla riippuen laiduntyyppistä. Metsänhoidossa lampanlaat voivat hyvinkin auttaa taimikonhoidossa ja harvennuksissa, sillä ne syövät mielellään pajua, pihlajaa, haapaa ja leppää. Laidunnus metsässä tuo lampanlailla myös luonnollista var-

joa kuumina päivinä. Kesien lämpeneminen on Suomessakin haasteena tulevaisuudessa, joten eläinten laidunnuksessa tulee olemaan todennäköisesti haasteita. (den Herder&Paulo n.d.)

	Hieho < 1 v	Hieho > 1 v	Lihanauta < 1 v	Emolehmä + vasikka	Uuhi + 2,5 karitsaa	Hevonen
Viljelty laidun	7,5	4,8	3,6	2,5	10	3,9
Tuore niitty	2,0 – 2,5	1,0 – 1,8	0,9 – 1,2	0,5 – 0,8	2,0 – 2,5	1,0 – 1,4
Kuiva niitty	1,0 – 1,2	0,5 – 0,8	0,4 – 0,6	0,2 – 0,4	1,5 – 2,0	0,4 – 0,8
Rantaniitty	1,5 – 3,0	1,0 – 1,8	0,7-1,4	0,5 -1,0	2,0-4,0	0,8 - 1,6
Hakamaa	1,2 – 2,0	0,7 – 1,3	0,5 – 1,0	0,4 – 0,8	1,5 – 2,5	0,6 – 1,2
Metsälaidun	0,2 – 0,8	0,05 – 0,5	0,05 – 0,4	0,04 – 0,3	0,2 – 1,0	0,05 – 0,4

Kuvio 9. Eläintiheys (eläimiä/ha) eri eläinlajeilla ja erilaisilla laiduntyypeillä (Söyrinki 2007).

Eläimiä voidaan myös käyttää hedelmätarhoissa laiduntamassa. Tässä oikean eläimen ja oikean ajankohdan löytäminen on myöskin hyvin tärkeää. Lampaille omenapuut ovat herkkua, joten puiden hyvä suojaaminen on tärkeää varsinkin puiden ollessa pieniä. Isompana omenapuut selviävät lampaista. Myöskään omenoiden kypsymisen aikaan ei ole hyvä pitää lampaita laiduntamassa sillä liiallinen omenan syönti voi aiheuttaa niille pötsivaivoja, pahimmillaan ne voivat puhaltua.

Porotalous Pohjois-Suomessa on myös yksi hyvä esimerkki puustoisesta laidunnuksesta. Euroopassa Suomi tunnetaan agrometsätalouden piirissä usein nimenomaan porotaloudesta (Rois-Díaz, Mosquera-Losada & Rigueiro-Rodríguez 2006.) Porotalous on Pohjois-Suomen perinteinen sekä moderni luontaiselinkeino. Porotaloudella on Suomen maatalouden historiassa pitkä juuret. Porotalous on alkanut muovautua jo 1400-luvulla ja kuljetuksissa poroja on käytetty jo 1300-luvulla. Poroista on myös lypsetty maitoa ja maidosta tehty juustoa. Talollisporonhoidon peruspiirteistä on paikalliskuvauksia vuosilta 1737–1834 (Kortesalmi 2003, 562-578.) Porot ja porotalous ovat sopeutuneet pohjoisen ääriolosuhteisiin ja vuodenaikojen vaihteluun. Porot hyödyn-

tävät ravinnokseen talvisin kuusikkojen ja männikköjen jäkäläkankaita ja luppometsiä. Ilmastonmuutos on vaikuttanut myös porojen elämään, kun kunnan lumiset talvet ovat muuttuneet vetisimmiksi. Veden jäätyessä ja hangen kovettuessa jäkälien kaivaminen muuttuu porolle työläämmäksi. Myös kesien lisääntyneet pistävien hyönteisten kuten hyttysten kannat vaikuttavat porojen kuntoon. (Porot ja ilmastonmuutos n.d.)

Muita esimerkkikohteita, joissa esimerkiksi lampaita voidaan hyödyntää, on laskettelurinteet kesäisin. Niiden hoitaminen koneilla on hankalaa, mutta lampaat hoitavat homman helposti. Tästä on kokemusta Suomessa muun muassa Tahkovuoren matkailukeskuksessa, jossa lampaat teurastetaan kesän jälkeen ja ne tulevat käyttöön heidän omaan ravintolaansa. Suomessa myös voimalinjojen kasvillisuuden kurissa pitämiseen on käytetty lampaita, tällöin maanviljelijä saa korvauksen. (Den Herder&Paulo n.d.)

## 4.2 Vesistöjen suojavyöhykkeet, pensasaidat ja tuulensuojapuut/istutus

### 4.2.1 Pensasaidat (hedgerow)

Pensasaidat ovat monissa maissa, kuten esimerkiksi Iso-Britanniassa tavallisia myös peltoekosysteemeissä. Ne ovat toimineet peltojen rajoina, suojanneet karjaa sekä olleet hyviä tuulensuojia. Nykyisin peltojen pensasaidat ovat vähentyneet ja ne on koettu hankalina. Kuitenkin niiden potentiaali varsinkin monimuotoisuuden kannalta on valtava. Iso-Britanniassa näitä on alettu vaalia ja kunnostaa uudelleen. (A history of hedgerows n.d.)

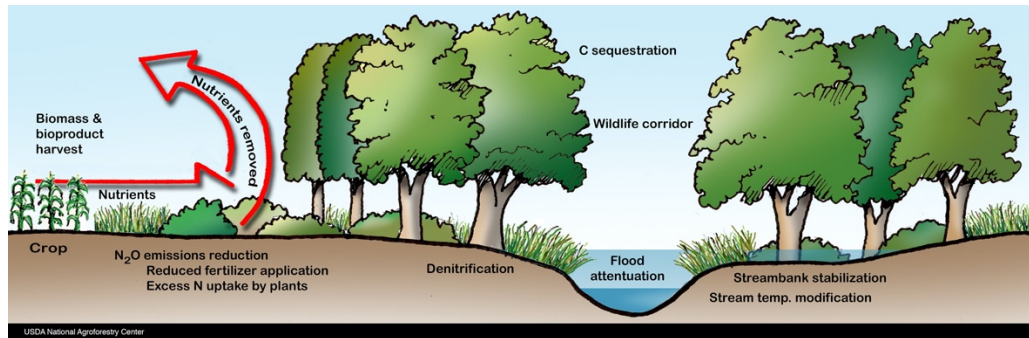
Suomessa pensasaidat mielletään usein talojen ympärillä oleviksi aidoiksi. Mutta pensasaitoja voidaan tarkoituksellisesti perustaa peltojen laidoille. Ne tarjoavat sil-

loin suojaa hyöty hyönteisille ja linnuille sekä muille eläimille. Monimuotoisuuden lisääminen on tärkeää, sillä monet peltoekosysteemeissä elävät hyönteislajit ovat vähentyneet monokulttuurin ja kasvinsuojeluaineiden käytön vuoksi. Pelloekosysteemeissä elää viljelijän näkökulmasta hyöty hyönteisiä ja haitallisia hyönteisiä. Hyötyhyönteiset pitävät usein kurissa haitallisia hyönteisiä. Tämä taas vähentää kasvinsuojeluaineiden käytön tarvetta. Monipuolinen peltoekosysteemi pystyy reagoimaan muutokseen paremmin kuin hyvin yksipuolinen ekosysteemi. Pensasaidat tarjoavat monia talvehtimis- ja lisääntymispaikkoja hyönteisille. Kasvinsuojeluaineiden vaikutukset ulottuvat usein myös näihin hyöty hyönteisiin ja näin ollen ne vähentävät pelton luontaista puolustuskykyä. Peltojen reunoilla esimerkiksi pajukko tarjoaa keväällä kimalaisille ensimmäisen aterian. Tietoisesti lisätyt pensaikot ja myös luontaisesti syntyneet pensaikot lisäävät tutkitusti hyönteisten määrää niin pensaikossa kuin vähintään 200 metrin etäisyydellä pellollakin. Pensaita voi myös tarkoituksellisesti lisätä myös keskelle peltoa, jolloin ne toimivat myös tuulensuojana tai katkona. (Huusela-Veistola, Helenius, Kinnunen, Tiainen & Tiira 2004, 112-126; Mattila. 2019a; Mattila 2019b.)

Pensasaidat voidaan perustaa pensaista ja puista yhdessä. Mikäli pensasaidan tarkoituksena on pitää laiduntavat eläimet sisällään, tulee sen olla tiivis ja monikerroksellinen. Eläimet todennäköisesti syövät osan aidan lehdistä, joten se on hyvä huomioida aita ja sen kasveja mietittäessä. Jos pensasaidan tarkoituksena on toimia tuulenkatkona tai suojana, voidaan sen perustamiseen käyttää erilaisia kasveja, myös syötävät pensaat ovat hyvä vaihtoehto, silloin pensaalla on monta käyttötarkoitusta, kun siitä saadaan myös satoa. Herukoitakin voi käyttää tähän tarkoitukseen. (Mattila 2019a; Mattila 2019b)

#### 4.2.2 Vesistöjen suojavyöhykkeet (riparian buffer zone)

Vesistöjen suojavyöhykkeiden päätarkoitus on estää maan eroosiota ja kiintoaineksen sekä ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin. Ne myös lisäävät luonnonmonimuotoisuutta jonkin verran.



Kuvio 10. Malli yhdenlaisesta suojavyöhykkeestä ja sen vaikutuksista (USDA National Agroforestry centre).

Vesistöjen suojavyöhykkeet ovat käytössä myös Suomessa. Täällä ne usein ovat sellaisia, joissa on pysyvä kasvillisuus. Ympäristötuen ehdoissa suojakaistaleen on oltava yli kolme metriä leveä, yleensä monivuotisella nurmella (Suojakaistat ja -vyöhykkeet. 2014.) Suojavyöhykkeet voisivat olla huomattavasti monipuolisempia ekosysteemejä myös meillä, mikäli niillä saisi peltoympäristössä kasvaa myös puita. Hyvin suunniteltu suojavyöhykkeellä voisi olla puita, pensaita ja ruohokasveja kerroksellisesti ja ne voisivat tarjota runsaasti elinympäristöä eliöstölle. Kuviossa 10 on eräänlainen malli, jota voitaisiin hyödyntää. Suomessa tukiehdot rajaavat merkittävästi suojavyöhykkeen mahdollisuuksia.



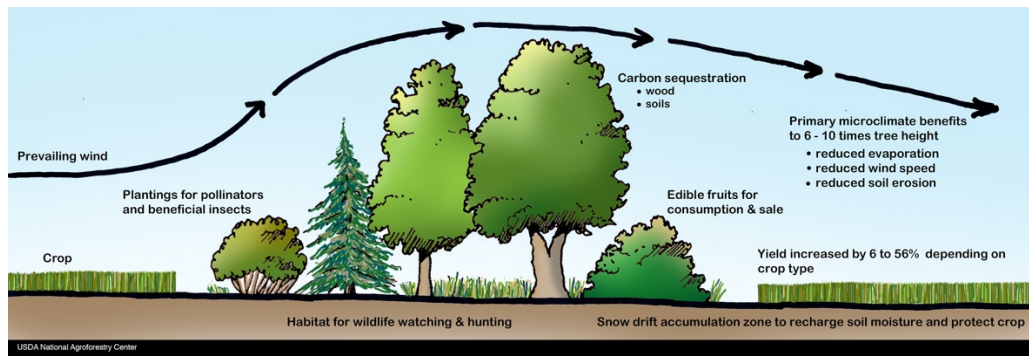
Kuvio 11. Vesistöjen suojavyöhyke (USDA National Agroforestry centre).

Metsätaloudessa sertifikaatit määrittelevät tarkimmin suojakaistan sisällön, esimerkiksi PEFC-metsäsertifioinnin vaatimuksena suojakaistan on oltava 5-10 metriä vesistöön ja sen on säilytettävä kerroksellisuus. (Suojavyöhykkeet n.d.)

#### 4.2.3 Tuulensuojapuut/istutus (windbreak)

Tuulensuojapuiden tarkoituksena on katkaista tuulen kulku ja vähentää tuulieroosiota. Monilla aukeilla ja isoilla pelloilla tuulieroosio voi olla suurikin ongelma. On arvioitu, että Euroopassa 42 miljoona hehtaaria peltomaata altistuu tuulieroosiolle. Suomessa tuulieroosion riski on pienempi kuin muualla Euroopassa. (Wind erosion 2016.)

Tuulensuojapuiden istuttamisessa on tärkeää huomioida pääasiallinen tuulen suunta ja suunnata puut sen mukaan. Tuulensuojapuut vähentävät tuulen kulkua ja näin ollen myös pystysuuntaista lämmön kulkua ja tämä lisää ilmakehän kosteutta puiden takana. Maasta sekä kasveista haihtuvan veden määrä pienenee suojatulla alueella verrattuna aukeaan alueeseen. Vähäinen haihdunta vaikuttaa positiivisesti kasvien fotosynteesin määrään. (Nair 1993.)



Kuvio 12. Tuulen suoja-puiden moninaiset hyödyt (USDA National Agroforestry centre).

Tuulensuojana voi myös toimia pensasaidat, jotka on tarkoituksellisesti lisätty pellon keskelle katkaisemaan tuulen kulkua. Pensaat voivat olla joko hyötykasveja kuten esimerkiksi herukkapensaita taikka tyrniä. Näin saadaan tuulenkatkosta myös hyötyä toisen sadon muodossa. Pensasaita voi olla myös vaikka pajua. Tällöin on muistettava huomioida pellon salaojat suhteessa aitaan, jotta vältetään mahdolliset juurten aiheuttamat tukkeumat. (Mattila 2019b.)

Tuulensuojapuiden korkeus määrittelee pitkälti sen, millaiselta alueelta tuulen kulkua häiritään. Puiden korkeus vaikuttaa yhden suhteessa kymmeneen, eli kolme metriset puut vaikuttavat 30 metrin alueella. Jos tilalla on puukujanteet, joiden väli on 27 metriä riittää puiden korkeudeksi kolme metriä, silloin puut häiritsevät tuulen kulkua, luovat väleihin paremman mikroilmaston kuitenkin niin että, ilma väleissä liikkuu eikä ole täysin tyyntä. (Briggs 2019.)

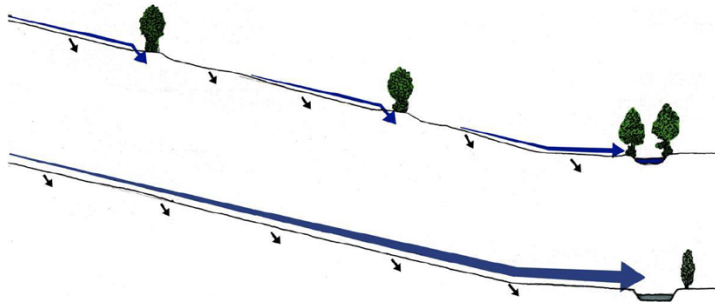
#### 4.3 Puustoinen viljely/peltometsäviljely (silvoarable)

Puustoisella viljelyllä/peltometsäviljelyllä tarkoitetaan puiden ja viljelykasvien viljelyä samalla pellolla. Tämän termin alle luokitellaan kujanne/käytävä viljely, hedelmätar-



hojen lomittaisviljelyä, yksittäiset puut pelloilla. Käytettävät kasvit voivat olla perinteisiä maanviljelykasveja, puutarhakasveja, puita joko lyhyen kierron kuten pajuja tai pitkän kierron lajeja kuten omenapuita. Puustoisien viljelyn/peltometsäviljelyn ala Euroopassa on noin 358 000 hehtaaria. Suurin osa peltometsäviljelystä on Italiassa, Espanjassa ja Portugalissa. (Burgees 2019, 15, 61-62.)

Peltometsäviljelyn positiivisia vaikutuksia ovat muun muassa maaperän parempi säilyminen, suuremmat satotasot ja eroosion sekä huuhtoutumien ehkäisy. Kun puurivit istutetaan korkeuskäyrien mukaan, saadaan pellon eroosiot tehokkaammin pysäytettyä. Puuriveillä pystytään myös vähentämään tuulen nopeutta sekä kasvien haihduntaa. Puukujanteet lisäävät myös peltoekosysteemin monimuotoisuutta ja elinympäristöjä. Puukujanteet tuottavat myös lisätuloa tilalle uuden sadon muodossa. Mikäli kujanteet ovat hedelmäpuista saadaan niistä hedelmät satoina. Kujanteissa voidaan käyttää myös puuntuotantoon soveltuvia puulajeja. (Burgess 2019, 61.)



Kuvio 13. Valunta ja eroosio pienentyy puiden lisäyksen jälkeen (Briggs 2019).



Puiden juuret sekä niistä putoavat lehdet lisäävät maaperän orgaanista ainesta, orgaanisen aineksen lisäys vähentää maaperän tiivistymistä ja samalla se lisää maaperän hiilivarastoa. Ylimääräinen hiili varastoituu puihin, niiden juuriin sekä maaperään. Orgaanisen aineksen lisäys maaperässä vaikuttaa myös positiivisesti mikrobiaktiivisuuteen. Parempi mikrobiaktiivisuus nopeuttaa ravinteiden kiertoa. Myöskin ravinteiden saanti viljelykasveille parantuu. Puiden lisääminen peltoekosysteemiin lisää luonnon monimuotoisuutta. Luonnollisten kasvillisuuden sekä puiden yhdistelmä tarjoaa elinympäristöjä pölyttäjäille ja muille hyönteisille, kuten tuholaisten luontaisille vihollisille. Luontaiset viholliset pitävät tuholaiset kurissa, jolloin kasvinsuojeluaineiden käyttöä voidaan vähentää tai parhaimmillaan lopettaa niiden käyttö kokonaan. Monimuotoisuuden lisääntyminen auttaa maatilaa selviämään sääilmiöiden aiheuttamasta riskistä. Kun tilan tuotanto ei ole kiinni vain yhdestä satokasvista myös tilan kyky sietää epävarmoja markkinoita paranee. (Rois, Den Herder, & Mattila 2018.)

Peltometsäviljely on monimutkaisempi viljelytapa kuin yhden kasvin viljelykset. Suomessa peltometsäviljelyn menetelmien käyttö on vielä kokeilun asteella. Tietoa toimivista menetelmistä ja kasveista on vielä vähän saatavilla. Peltometsäviljelyyn Suomessa soveltuvia puita on kuitenkin paljon. Alla esimerkkinä joitakin. (Rois, Den Herder, & Mattila 2018.)

1. Leppä ja koivu: huonekalujen valmistukseen, polttopuuksi, siirapin valmistukseen
2. Saarni ja mustajalopähkinä: arvokasta puutavaraa
3. Haapa: biomassaa, puutavaraa ja voidaan käyttää pilaantuneiden maiden puhdistukseen
4. Poppeli, paju, vaahtera tai koivu: biomassaa tuottavaa vesakkoa esimerkiksi biohiilen tuotantoon
5. Omenoita ja päärynöitä: syötiin tai tuotteiden kuten siiderin valmistukseen
6. Luumut ja kirsikkapuut: syötiin, arvokkaita hedelmiä

#### 4.3.1 Kujanne/käytävä viljely (alley cropping)

Peltolohkolle istutettavat puut istutetaan usein riveihin helpottamaan viljely/puutarhakasvien viljelyä. Puut istutetaan usein pohjois- etelä suunnassa, jolloin hyödynnetään mahdollisimman paljon auringon valoa. Rivien etäisyydet toisiinsa on hyvä mitoitaa tilan koneistuksen mukaan niin, että työskentely on helpompaa. Rivivälit voivat olla 18 metristä 48 metriin. Puukujanteita suunniteltaessa on hyvä huomioida pellon salaojat ja valita kujannepuiksi sellaisia, joiden juuret eivät leviä herkästi salaojiin. Pajun juuret esimerkiksi hakeutuvat hyvin herkästi salaojiin, varsinkin jos niissä on seisovaa vettä. Puiden alle on hyvä jättää nurmi/pensas/monimuotoisuus kaistale. Puiden hoito ja varsinkin hedelmäpuiden sadonkorjuu helpottuu huomattavasti. Hedelmäpuiden kanssa on hyvä muistaa pölytyksen tärkeys sadon muodostuksessa. Mehiläistarhaus voi olla vartenotettava lisäys systeemiin, jotta sadot pysyvät hyvinä. (Briggs 2019.)



Kuvio 14. Kujanne/käytäväviljelyä (AGROFORWARD project 2014)

#### 4.4 Metsämaan viljely (forest farming)

Metsissä voidaan kasvattaa paljon asioita. Perinteisesti metsät nähdään Suomessa vain mahdollisuutena kasvattaa puuta. Metsillä on kuitenkin suuri potentiaali olla kasvatusalustana esimerkiksi sienten viljelylle tai marjojen viljelylle.

Sieniä kuten siitaketta tai osterivinokkaita voidaan kasvattaa pölkyissä metsässä. Sienet ympätään metrisiin pölkyihin. Tietyn ajan kuluessa pölkyt alkavat tuottaa satoa, joka voidaan myydä ja saada näin lisätuottoa tilalle. Siitake ympätyt pölkyt tuottavat keskimäärin satoa noin 4 vuotta. Siitakkeelle on Suomessakin hyvät markkinat. (Lokki 2019.)

Kääpien kuten pakurikäävän viljely on mahdollista. Pakurin viljelyä voidaan harrastaa huonotuottoisissa koivikoissa, jolloin niistäkin saadaan lisätuottoa tilalle. Kääpien ja sienten viljely tukee myös monimuotoisuutta sillä useat hyönteiset kuten esimerkiksi mesipistiäiset käyttävät kääpiä ravinnokseen. Lahopuissa elää myös monia tuhohyönteisten vihollisia, jotka auttavat luontaisessa torjunnassa. Kääpien tuottamisella voidaan saada huonotuottoisista koivikoista lisää tuottoa. Kääpiä, kuten esimerkiksi lakkakääpiä voidaan myös ympätä kantoihin, jolloin ne pikkuhiljaa lahottavat ne osaksi kiertoa ja samalla saadaan lisätuottoa. (Lokki 2019.)

Suomessa metsät voitaisiin agrometsätalouden menetelmien avulla muuttaa monipuolisiksi ja monia hyödykkeitä tuottaviksi pelkän sellun tuottamisen sijaan. Metsissä voitaisiin tuottaa hyvälaatuista tukkipuuta, jalopuulajeja varsinkin ilmaston lämmetessä, sekä erilaisia biometsätalouden hyödykkeitä. Biometsätalouden hyödykkeitä ovat esimerkiksi metsähunaja, koivun mahla sekä lehtiä, männyn neulaisia ja siitepölyä, tervaa ja kuusen pihkaa. Arvosienet, kuten esimerkiksi pakuri, lakkakääpä ja silkkiyökääpä. Ne ovat kaikki sellaisia, että niistä on olemassa suomalainen luonnonkanta. Näiden kantojen lisäys tukisi metsäekosysteemejä. Käävät harvinaistuvat, kun

metsistä katoaa niille soveltuvia kasvualustoja. Osa arvostenistä on jo uhanalaisia. Metsät tulisi silloin siirtää jatkuvaan kasvatukseen. Jatkuvassa kasvatuksessa metsä pysyy koko ajan puustoisena. Suomessa metsät ovat maailman mittapuulla hyvin puhtaita ympäristöjä, joita myös arvostetaan maailmalla. Sienten jalostus lääkinneiksi aineiksi on Suomessa vielä hyvin haastavaa osin jopa kiellettyä. (Lokki 2019.)



Kuvio 15. Sienten kasvatusta, ympättyjä halkoja (Parviainen 2019).

#### 4.5 Hedelmätarhat (Orchard)



Kuvio 16. Laidunnettu hedelmätarha Iso-Britaniassa (AGROFORWARD project 2014).

Hedelmätarhat ovat hedelmää tuottavien puiden kasvatusta varten. Suomessa on hyvin vähän varsinaisia kaupallisia hedelmätarhoja. Suurin osa näistä sijaitsee Etelä- ja Lounais-Suomessa sekä Ahvenanmaalla. Hedelmätarhoille voi tulevaisuudessa aueta mahdollisuuksia, kun lämpösummat nousevat.

#### 4.6 Mehiläistalous, (apiculture with trees)

Mehiläistalous on hunajan tuottamista. Mehiläispesiä sijoitetaan esimerkiksi hedelmätarhaan, jolloin tarkoitus on parantaa hedelmäpuiden pölytystä ja tämän kautta myös tuotettavaa satoa. Pölytyksen arvo on korkeampi kuin varsinaisen sadon eli hunajan. Samalla saadaan tuotettua hunajaa. Pölytys on tärkeä osa ruuan tuotantoa ja pölyttäjien kato on merkittävä huolen aihe ympäri maailmaa. Pölytys on yksi ekosysteemipalveluista ja sillä on merkittäviä vaikutuksia ihmisen olemassaoloon nimenomaan ruuan tuotannon kautta. Mehiläisten osuus kaikesta pölytyksestä Euroopassa on 75-85%. Mehiläisten merkitys vaihtelee kasvikohtaisesti. Kasveilla on erilaisia pölytysmekanismeja. (Lehtonen 2012.)

Viljelykasveilla mehiläisten pölytys vaihtelee kasvilajin mukaan. Esimerkiksi rypsilä mehiläispölytyksen osuus sadosta on 24% kun taas puna-apilalla se on 30%. Hedelmillä mehiläisten pölytys on esimerkiksi, omenalla yli 50%, mansikalla 20% ja pensasmustikalla jopa 100% sadosta, mikäli mehiläisiä on läsnä. Pölyttäjien läsnä ollessa on tärkeää kiinnittää suurta huomiota kasvinsuojeluaineiden käyttöön ja jos mahdollista välttää niiden käyttöä kokonaan. (Lehtonen 2012.)

#### 4.7 Puustoiset laitumet (agrosilvopasture)

Puustoiset laitumet ovat yhdistelmä puita, eläimiä ja kasveja. Tämä muoto on hyvin monipuolinen ja siinä on paljon mahdollisuuksia. Puustoiset laitumet voivat olla kotipuutarhoja, joissa on laiduntavia eläimiä tai se voi olla kujanneviljelyä, jossa hyödynnetään myös mehiläistaloutta. (Nair 1993, 43.)

#### 4.8 Kotipuutarhat (homegardens)

Kotipuutarhoilla tarkoitetaan tilan omaa puutarhaa tai pienviljelmää. Ne ovat monikerroksellisia ja niiden tarkoituksena on usein tuottaa syötävää tilan omalle väelle. Suomessa vanhoissa omakotitaloissa on usein kotipuutarha, joka sisältää omenapuita, marjapensaita, mansikkamaan ja mahdollisesti myös pienen kasvimaan. Nämä ovat monimuotoisuudeltaan hyvin runsaita. On arvioitu, että Euroopassa kotipuutarhoja on 1,8 miljoona hehtaarilla. (Burgess 2019, 18.)

### 5 Ruuan tuotanto ja sen tulevaisuuden haasteet

Ruuan tuotantoon kohdistuu tulevaisuudessa paljon paineita lisääntyvän väestön kasvun myötä. Kuitenkin maanviljelyyn soveltuvia maa-alueita on maapallolla vähän, vain muutaman prosentin verran kaikesta maapallolla olevasta kuivasta maasta (maaperä- unohdettu voimavara 2016.) Tästä maa-alueesta on kilpailua maanviljelyn ja rakentamisen sekä muun ihmisen luoman infrastruktuurin välillä.

Maapallon pinta-alasta maatalouden käytössä on jo yli kolmannes koko käytettävästä maa alasta. On arvioitu, että viljelymaiden tuotantokyky laskee 10 % joillain paikoilla

jopa 50 % kun samaan aikaan kun väestö kasvaa 30 %. Ruokaa olisi kuitenkin tuotettava enemmän (Globaali arviointiraportti biodiversiteetistä ja ekosysteemipalveluista, yhteenveto päättäjille 2019, 4-9.) Tästä syntyy suuria haasteita ruuantuotannolle globaalisti. Tähän haasteeseen voitaisiin löytää vastauksia agrometsätalouden menetelmistä. Agrometsätalouden menetelmillä samalta peltoalalta voidaan saada useampi sato käyttämällä puita ja pensaita tavallisten peltokasvien rinnalla. Näin voitaisiin vähentää uuden peltoalan tarvetta, kun jo olemassa olevilta pelloilta saataisiin enemmän ruokaa.

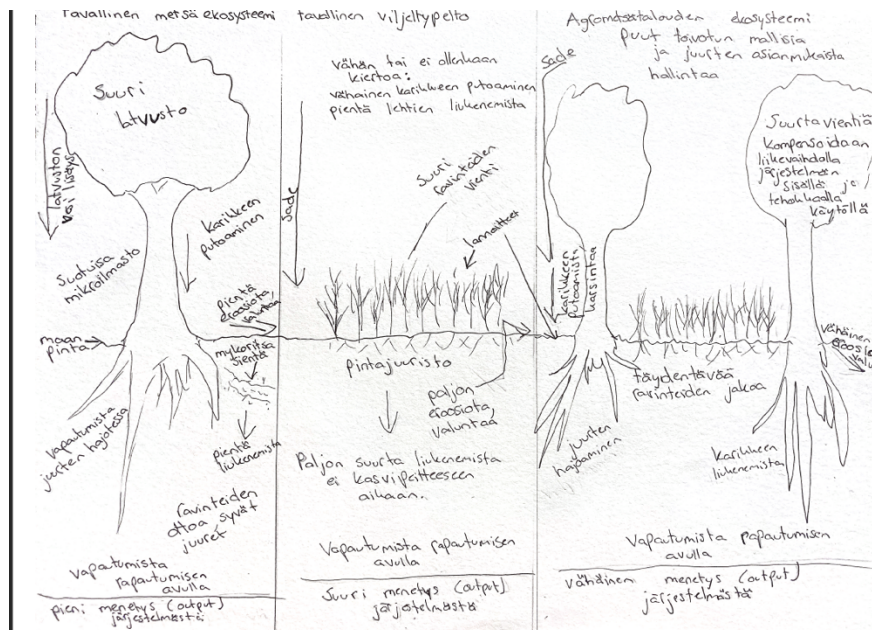
Maa viljelyssä kaikki lähtee maaperästä pellolla. Mikäli maaperä pellolla on köyhää, tiivistä tai muuten voi huonosti on ruuan tuottaminen siinä haastavaa. Tähän ongelmaan on Suomen maatalouden alkuhistoriassa ollut lääkkeenä uusien peltojen raijaaminen kaskeamisella, jolloin maa on ollut hedelmällistä ja tuottavaa. Kaskeaminen oli lyhytnäköinen ratkaisu viljavan maan saamiseen, sillä se menetti nopeasti ravinteensa, kun pelloilta saatiin hyviä satoja, mutta niitä ei lannoitettu. Lannoituksen ymmärtäminen peltojen viljelyssä on ollut merkittävä parannus ja nykyisin on saatavilla hyvin monen sorttisia teollisia lannoitteita ja orgaanisia lannoitteita. Orgaanisen aineksen lisääminen peltoihin on yksi hyvin tärkeä osa pellon kasvukuntoa. Orgaaninen aines yhdessä kasvien yhteyttämistuotteiden kanssa ruokkii maaperän ruokaverkon eliöitä. (Huurre 2003, 38.)

Maaperän ruokaverkko (soil foodweb) on yksi tärkeimmistä asioista viljelyssä. Koko maanviljely lähtee siitä, että saadaan fotosynteesin avulla kasvit kasvamaan ja imeämään hiilidioksidia maahan, jolloin maan alla olevat sienet, bakteerit, mikrobit, hyönteiset ja muut maasta elävät organismit saavat ravintoa. Kun maanalainen verkosto on kunnossa, eli kun jokaisella maan tasolla on runsaasti eri lajeja, sen ekosysteemi kestää todennäköisimmin ympäristön muutoksia kuin sellainen, jossa on köyhempi lajisto. Nykyisin korkeat tuotantopanokset, yksipuolinen viljely sekä kasvinsuojeluaikoneet ovat vaikuttaneet myös maan ruokaverkkoon negatiivisesti. Maaperä voi monin

paikoin todella huonosti, jolloin se vaatii suurempia tuotantopanoksia ja kasvinsuojeluaineiden lisääntyvää käyttöä, jotta saadaan tuotettua samansuuruisia satoja kuin ennen. Maaperän ruokaverkkoa voitaisiin nähdä maan alaisena karjana, jota täytyy myös ruokkia, jotta se tuottaa meille hyvää maata, jossa viljellä. (Briggs 2019; Mattila 2019a).

Peltoekosysteemi koostuu satokasveista, alus- ja kerääjäkasveista, monivuotisista viljelykasveista, puista ja pensaista, villeistä kasveista kasvustossa sekä kasvuston ympärillä sekä peltoja reunustavista metsistä. Peltoekosysteemit voivat olla hyvinkin monipuolisia niin kasveilta kuin eläin- ja eliöstö lajeiltaan. Nykymuotoinen maatalous kuitenkin kaventaa pitkälti kasvilajistoa peltojen sisällä ja ympärillä. Pelloilla kasvataan usein vain yhtä viljelykasvia per vuosi, sen rikkakasvustot myrkytetään kasvinsuojeluaineilla ja reunat niitetään useampaankin kertaan kesässä sekä käytetään runsaasti mineraalilannoitteita ja pellot kynnetään. Nämä kaikki toimet kaventavat monimuotoisuutta ja altistavat peltoja ja viljelykasveja erilaisilla ongelmille. Näitä ongelmia ovat pellon liettyminen, eroosio, kasvitautien ja tuhoeläinten lisääntyminen, ravinteiden huuhtoutuminen sekä pellon viljavuuden heikentyminen. (Mattila 2019a; Palojärvi 2019.)





Kuvio 17. Kaavio ravinnesuhteista ja eduista kun verrataan agrometsätalouden menetelmiä, puuntuotantoa ja perinteistä viljelyä (Parviainen, piirretty Nair 1993, 284 kuvan pohjalta).

Monokulttuuri on yleisin viljelymuoto nykyisin. Kuitenkaan luonnossa ei ole luonnostaan monokulttuuria vaan useat eri kasvit samassa kasvuympäristössä luovat monimuotoisuutta, jonka avulla alue selviää erilaisista ilmiöistä kuten rankkasateista, kuivuudesta, kasvintuhoajista ja taudeista (Briggs 2019). Nykyinen paine ruuan tuotannossa ajaa ihmistä kauemmas luonnon kanssa harmoniassa elämisestä. Luonnollisen luonnon alueet pienenevät ja maapallolla on enää vain harvoja alueita, joissa ei ole jälkiä ihmisestä.

Monipuoliset kasvit muodostavat erilaisia juuristoja, jotka muokkaavat maaperän koostumusta sekä kykyä pidättää ravinteita ja vettä. Maaperän hyvä mururakenne on keskeisessä roolissa peltojen kunnostuksessa. Tiivis ja köyhä maa pidättää todella heikosti vettä ja sateen myötä siitä huuhtoutuu ravinteita ja maata vesistöihin. Juuristojen ja monipuolisten kasvien avulla voidaan saada tiivistymiä rikottua ja mikäli muokkausta vähennetään ja lisätään orgaanisen aineksen määrää pelloilla, saadaan

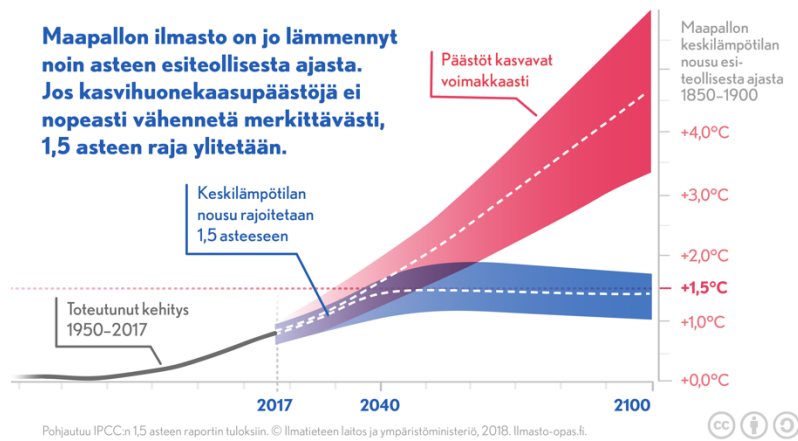
peltojen kuntoa paremmaksi. Monipuoliset kasvit tarjoavat myös monipuoliselle eliöstölle asuintilaa sekä ruokaa. Luonnossa kasvit kasvavat kerroksittain, on puita, pensaita, erilaisia ruohoja, nämä kaikki toimivat monimuotoisuuden tukemisessa. (Toensmeir 2016, 53-61.)

Agrometsätalous jäljittelee tätä luonnon kerroksellisuutta. Samalla pelto- tai metsä-alueella on montaa erilaista kasvia tai karkeimmillaan vähintään kahta eri kasvia. Näin alueelle saadaan luotua paremmat olosuhteet kuin pelkässä monokulttuurissa.

*Agrometsätaloutta ei tulisi katsoa maatalouden ja metsätalouden yhdistelmänä vaan ennemminkin maatalouden hybridinä, jossa molemmat täydentävät toisiaan (Briggs. 2019.)*

## 6 Ilmastonmuutos ja biodivesiteetti

Maapallon ilmasto on ollut muutoksen kourissa koko sen olemassaolon ajan. Historiaan kuuluu jääkausia sekä kuumia kausia. Nyt elämme maapallon kylmien jääkausien välistä leudompaa välivaihetta. Nämä vaiheet ovat normaalisti kymmeniä tuhansia vuosia kestäviä. Välivaiheen jälkeen ilmaston kuuluisi luonnostaan ruveta viilenemään. Nyt viilenemisen sijasta maapallo on alkanutkin lämpenemään, kun ilmakehän koostumus muuttuu nopeasti (Venäläinen 2019, 9.) Muuttumisen taustalla on pitkälti ihmisen toimet ja varsinkin teollinen ihmiskunta, jonka toimet ja niiden seuraamukset muuttavat ilmakehän koostumusta ja jotka muokkaavat biosfääriä sekä maaperää. Ihmisten toiminta on muuttanut viimeisen sadan vuoden aikana merkittävästi ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuutta. Esimerkiksi hiilidioksidia on nyt enemmän kuin kertaakaan edeltävän 650 000 vuoden aikana. Tämä vaikuttaa siihen, että ilmasto lämpenee nopeasti, eikä maa-ilmakehäjärjestelmän luonnolliset tekijät pysty sitä muuttamaan. (Karttunen, Koistinen, Saltikoff & Manner 2008.)



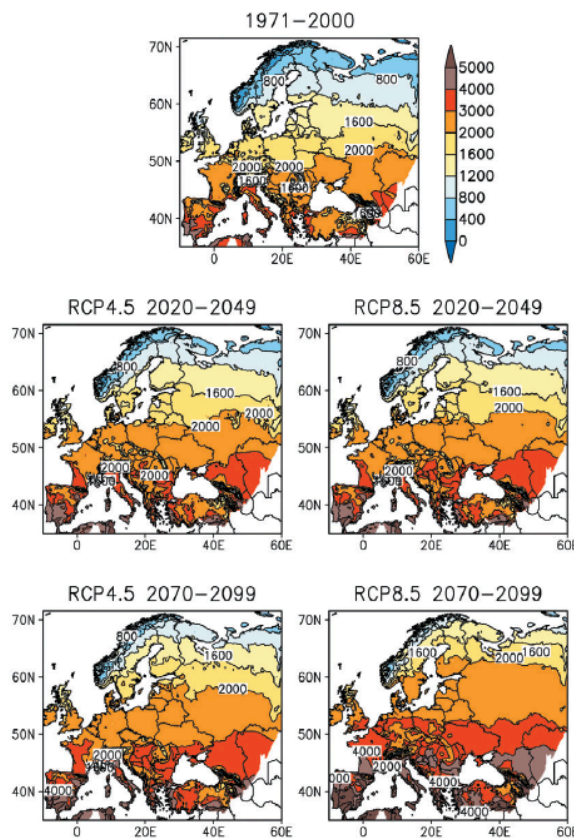
Kuvio 18. Kasvihuonekaasujen kehitys (IPCC:n 1,5 asteen raportin pohjalta tehdyt infografiikat 2019).

## 6.1 Lämpösumma ja ennusteet

Maapallon keskilämpötila on noussut vuodesta 1880 vuoteen 2010 noin 0,85 astetta. Suurin lämmön nousu on tapahtunut viimeisten 60 vuoden aikana. Maapallon keskilämpötilan nousun lisäksi on havaittu laajoilla alueilla muutoksia ääriämpötilojen esiintymisessä. Pohjoisella pallon puoliskolla lämpötilat olivat 1900-luvun ja 2000-luvun vaihteessa korkeimmillaan 1400 vuoteen. Pohjoisen alueen lämpötilojen nousu on noin kaksi kertaa niin nopeaa kuin maapallon keskimääräinen lämpeneminen. (Mittaukset kertovat ilmaston muuttuvan. 2017.)

Suomessa lämpötilojen nousu näkyy jo nyt. Lämpötila on noussut 1800-luvulta jo noin kaksi astetta. Voimakkainta lämpötilojen nousu on ollut talvella (Suomen ilmasto on lämmennyt. 2020.). Keväät ovat selkeimmin lämmenneet Suomen vuodenaajoista. Keväät ovat sadan vuoden tarkastelujaksolla lämmenneet 0,9 astetta. Muutosta on ollut myös kesien lämpötiloissa sekä vuorokautisen lämpötilanvaihtelun maksimi- ja minimilämpötilojen erotuksessa. Nyt jo on havaittavissa, että ilmasto Suomessa on muuttunut merellisemmäksi, tälle on ominaista mantereita vähäisempi

vuorokautisten lämpötilojen vaihtelu. (Karttunen, Koistinen, Saltikoff & Manner 2008.)

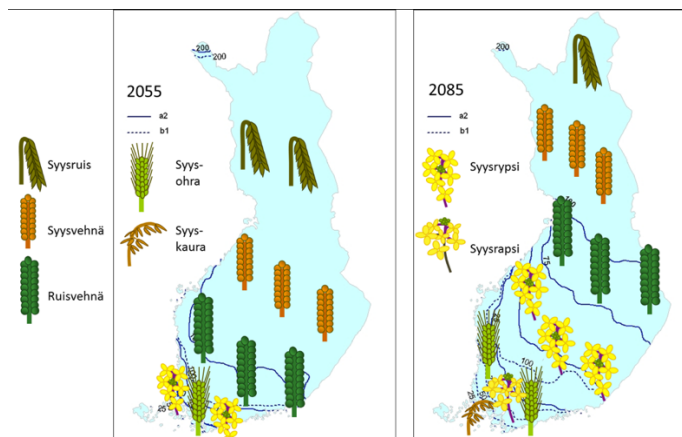


Kuvio 19. Terminen kasvukausi lämpenevässä ilmastossa (Ruosteenoja ym 2016)

Yllä olevassa kuviossa, joka on artikkelista Terminen kasvukausi lämpenevässä ilmastossa, nähdään, millainen lämpösumma on ollut, ja millainen se mahdollisten ennusteiden mukaan tulee olemaan eri skenaarioilla. Kuvion RCP- mallinnukset, eli pitouksien kehityskulun skenaariot ovat ilmastomuutospaneelin (IPCC) käyttämiä skenaarioita. Näitä skenaarioita on yhteensä neljä, RCP2,6, RCP4,5, RCP6,0, RCP8,5. Nämä RCP:t kuvaavat kuinka lämpötilan ja sademäärän sekä muiden säämuuttujien odotetaan muuttuvan tulevaisuudessa eri ennustemalleissa. Numero kuvaa säteilypakotteen suuruutta ( $W/m^2$ ). Tässä kuviossa akseleina ovat pituus sekä leveyspiirit.

Ylimpänä kuvassa nähdään, että 1900-luvun loppupuolella Etelä-Suomessa on lämpösummakertymä ollut 1300 astepäivää ja Pohjois-Suomessa 400-600 astepäivää. Tarkasteltaessa kuvion ennustetta, kun mallinnus on RCP4.5 2020-2049 vuoden osalta on Etelä-Suomen lämpösummakertymä jo 1600 astepäivää ja Pohjois-Suomessa 800-1000 astepäivää. 2070-2099 vuosien RCP4.5 ennusteessa lämpösummakertymä on Etelä-Suomessa yli 1800 astepäivää ja Pohjois-Suomessa päästäisiin nykyisiin Etelä-Suomen lämpösummakertymiin. Näissä mallinuksissa voi esiintyä heittoa sillä ne perustuvat keskiarvoihin. (Ruosteenoja. Räisänen. Venäläinen. Kämäräinen & Pirinen. 2016.)

Näiden mallien pohjalta saadaan kuitenkin tähän työhön riittävää pohjaa siihen millaiset kasvuolosuhteet Suomessa voisi tulevaisuudessa olla. Maltillisemmän ennusteenkin mukaan kasvuolosuhteet tulevat olemaan hyvin erilaiset verrattaessa nykyhetkeen. Lämpösummakertymän muutos tuo tullessaan paljon muutoksia, osa positiivisia osa negatiivisia. Positiivisena voidaan nähdä monipuolistuva kasvilajivalikoima ja pidentyvä kasvukausi. Mutta negatiivista on se, kuinka nyt viljelyssä olevat kasvit sopeutuvat muutokseen ja kuinka esimerkiksi metsät tulevat reagoimaan muutokseen. Kasvien jalostuksella tulee olemaan tulevaisuudessa suuri rooli, sillä nykyiset viljelykasvimme ovat tottuneet lyhyeen kasvukauteen ja leutoon ilmastoon. Ne eivät tulevaisuuden ilmastossa tule pärjäämään joko ollenkaan tai ainakin niiden sotapotentiaali tulee laskemaan merkittävästi. Leutojen talvien tuomat haitat näkyvät todennäköisesti peltojen kasvukunnossa ja rakenteessa. Eroosio ja huuhtoutumat todennäköisesti lisääntyvät. Sadannan lisääntyminen näkyy todennäköisesti keväisin ja syksyisin, ei niinkään keskellä kasvukautta. Lämpötilojen noustessa myös kasvien haihdunta tulee lisääntymään. Eli peltoja tulee jatkossakin vaivaamaan kuivuus kesken kasvukauden. (Peltonen-Sainio & Hakala 2014, 1-11.)

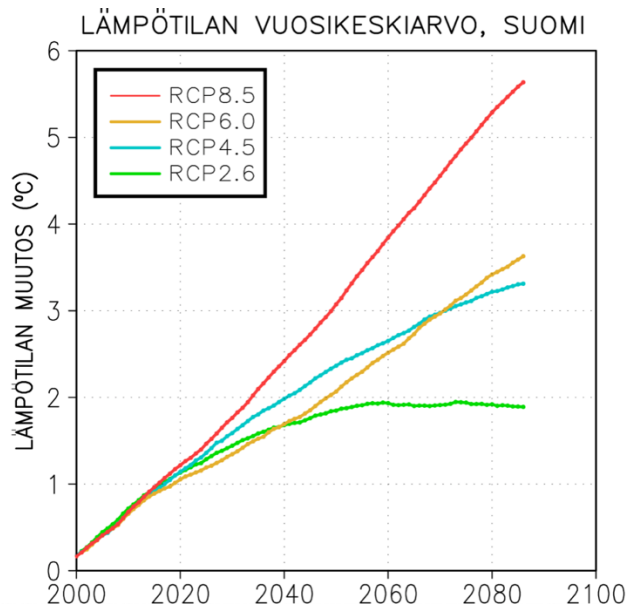


Kuvio 20. Viljelykasvien ennustetut muutokset vuosisadan puoleen väliin ja loppuun mennessä (Peltonen-Sainio & Hakala 2014, 7).

Kuviossa 20 siniset viivat kuvaavat termisen talven pituutta. A2 kuvaa tilannetta, jossa päästöjä ei rajoiteta ja lämpötila nousee 3-4 astetta, b1 kuvaa sitä, kun päästöjä rajoitetaan ja lämpötila nousee vain alle 2 astetta.

Tällä hetkellä lyhyt kasvukausi ja matalat lämpösummakertymät ovat rajoittavina tekijöinä Suomen kasvinviljelyssä. Ennusteiden mukaan kasvukausi tulee pitenemään ja lämpösummakertymät kasvamaan tulevaisuudessa. Tämä avaa uusia ovia viljelyyn Suomessa. Nykyisiä kasveja voidaan viljellä pohjoisempaan ja etelään voidaan viljelyyn ottaa myös uusia kasveja. Esimerkiksi hedelmien kasvatusta ei ole vielä ollut kovin tuottoisaa muualla kuin Ahvenanmaalla ja eteläisimmässä Suomessa. Lämpösummakertymän kasvaessa hedelmien viljelystä voidaan saada kannattavaa myös muualla. Myös uusien hedelmälaajien kokeilu alkaa olla mahdollista. Toinen hyötyjä lämpenemisestä on pähkinäpuut. Niiden kasvattaminen on todennäköisesti tulevaisuudessa kannattavaa. Viljelyn monipuolistaminen tulee olemaan tulevaisuudessa tärkeämpää, sillä viljojen monokulttuuri altistaa pellot sadannan muutosten aiheuttamille maan rakenteen muutoksille. Laajakirjoisempi viljelykierto tulee tuomaan tuotantovar-

muutta ja vähentämään tuotantopanosten käyttöä. Palkokasvien lisääminen vähentää typpilannoituksen tarvetta ja kerääjäkasvit auttavat vähentämään huuhtoutumia. (Peltonen-Sainio & Hakala 2014, 1-11.)



Kuvio 21. Vuoden keskilämpötilan muutos Suomessa vuosina 2000-2085 vertailtaessa jaksoon 1981-2010 (Lämpötilat kohoavat n.d).

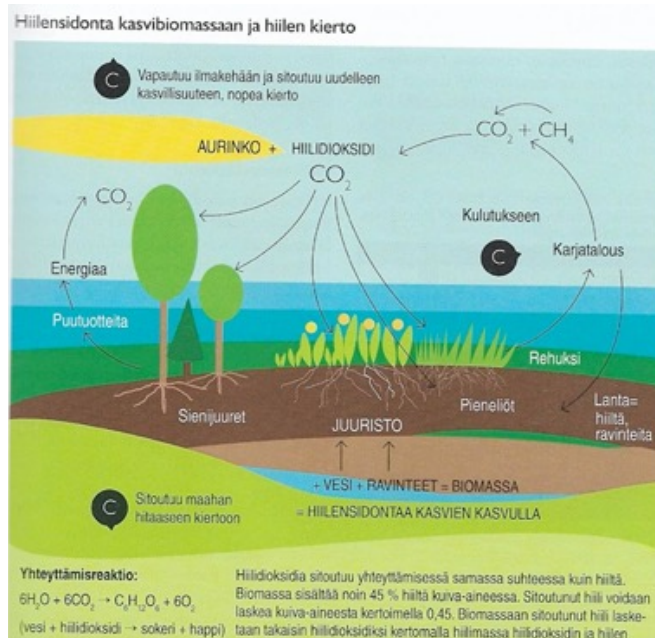
Kuviossa 21 käyrät esittävät 28 maailmalaajuisen ilmastonmuutosmallin tulosten keskiarvoa, kun käytössä ovat neljä eri RCP- mallinnusta. RCP8,5 ennusteessa päästöt ovat hyvin suuret ja RCP2,6 päästöt ovat hyvin pienet.

## 6.2 Hiilen sidonta

Suurin osa maaperän hiilivarastosta sijaitsee maatalousmaalla. Erilaisilla viljelymenetelmillä ja niillä tuotetun biomassan määrällä on suuri vaikutus peltomaan hiilivarastoon. Hiilivarasto voi joko pienentyä tai kasvaa. Hiilivarastoon vaikuttaa niin kasvit, maan muokkaustapa, lannoitus, kasvinsuojelu ja torjunta-aineet, maalaji, lämpötila, kosteus sekä mikrobiologia. (Heinonsalo. 2020.)



Kasvien yhteyttämisen kautta ilmakehän hiiltä eli hiilidioksidia päätyy maahan. Kasveissa hiili sitoutuu niiden lehtiin, kukkiin, varsiin ja siemeniin, juuristoon sekä juurieritteisiin. Näiden hajotessa hiiltä vapautuu jonkin verran takaisin ilmakehään, mutta osa siitä jää maaperään mikrobeihin sekä maaperään. (Pietola 2019, 21-23.)



Kuvio 22. hiilensidonta kasvibiomassaan ja hiilen kierto (Pietola 2019, 21).

Maaperän hiilivaraston kehittyminen riippuu paljon mikrobien tekemästä työstä. Kasveista vapautuu kasvintähteitä ja juurieritteitä, joita mikrobit käyttävät. Kasvintähteet ovat erilaisia hiilyhdisteitä, joista tärkeimpiä ligniini, selluloosa ja hemiselloosa. Juurieritteet taas ovat yksinkertaisia sokereita, aminohappoja ja orgaanisia happoja. Näitä maahan päätyviä yhdisteitä mikrobit hajottavat erittämiensä entsyymien avulla. Mikrobit myös muuntavat sisäänsä ottamia yksinkertaisia yhdisteitä vaikeammin hajoavaan muotoon sekä sellaisiksi yhdisteiksi, jotka sitoutuvat maaperän mineraaleihin ja muuttuvat näin osaksi maaperän pitkäaikaista hiilivarastoa. (Heinonsalo 2020, 29-30.)



Puut sitovat hiiltä itseensä. Yksi kolmas osa puiden hiilestä on maanpäällisessä osassa, kaksi kolmas osaa maan alla juuristossa. Agrometsätalouden muodoissa keskimäärin kolmas osa hiilestä sijaitsee maanpäällisessä biomassassa ja loput hiilestä on maaperässä, josta osa, 25-40 % maanpäällisestä biomassan kokonaispainosta, on elävissä juurissa. Tämä määrä riippuu paljon ekosysteemistä sekä harjoitetusta viljelyn muodosta. (Toensmeir 2016, 21-23.)

### 6.2.1 Fotosynteesi

Fotosynteesi on elämän välttämättömyys. Maapallon elämää ei olisi syntynyt ilman fotosynteesiä ja sen tuottamaa happea. Fotosynteesissä kasvit sitovat itseensä hiilidioksidia ilmasta, eli yhteyttävät. Tämä sitoutuminen tapahtuu valo- ja pimeäreaktion avulla. Valoreaktiossa auringon säteilyenergia muutetaan kemialliseksi energiaksi. Tätä seuraa hiilen yhteyttämisreaktio, eli yksi pimeäreaktioista, sitä kutsutaan Calvin-Benson-kiertoksi. Tämän kierron ansiosta hiilirunkojen määrä kasvisolussa kasvaa. Hiilen sidonta tapahtuu lehtien mesofyllisolujen viherhiukkasissa. Siellä kaasumaisen hiilidioksidin tulee kulkeutua lehtien sisään ja liueta solunesteeseen. Jotta hiilidioksidi pääsee kasviin sisälle, sen täytyy kulkea kasvin lehdissä olevien ilmarakojen kautta. Tutkimuksissa on huomattu, että lisääntyvä ilmakehän hiilidioksidi vaikuttaa kasvien ilmarakojen kokoon ja määrään. Kun ilmakehän hiilidioksidin määrä kasvaa, ilmaroot yleensä sulkeutuvat asteittain, jolloin hiilidioksidin imeytyminen ja vesihöyryn päästäminen vähentyy. Pitkäaikaisessa hiilidioksidin nousussa kasvit kehittyvät niin, että kasvin ilmarakojen koko suurenee ja niitä on vähemmän, kun taas hiilidioksidin määrä vähenee ilmaroot pienentyvät ja niitä on enemmän. Kuitenkin kasvien selviytyminen ilmaston muutoksesta on monen asian summa ja niiden lopullista kykyä selvitä muuttuvassa ilmastossa on vaikea ennustaa. On arvioitu, että suurin ongelma kasveilla tulee olemaan hiilidioksiditason nopea nousu. Kasvit ovat kehittyneet miljardien vuosien kuluessa ja nykyinen hiilidioksidipitoisuuksien nousu on tähän aika-jänteeseen nähden todella nopeaa. (Sarvikas, Suorsa, Rintamäki, Vapaavuori, Aro & Tyystjärvi 2017, 200-215, 97-106, 167-169.)

Yhteyttämisen avulla voidaan sitoa ilmakehän hiilidioksidia merkittäviä määriä. Kasvi-  
peitteisyys on yksi avain tulevaisuuden maataloudessa ja sen mahdollisuuksissa il-  
mastomuutoksen hillinnässä. Uusimpien arvioiden mukaan kasvillisuuteen on mah-  
dollista sitoa hiiltä globaalisti 150 gigatonnia ja maaperään 180 gigatonnia tämän  
vuosisadan loppuun mennessä. (Pietola 2019,23.)

### 6.3 Biodiversiteetti

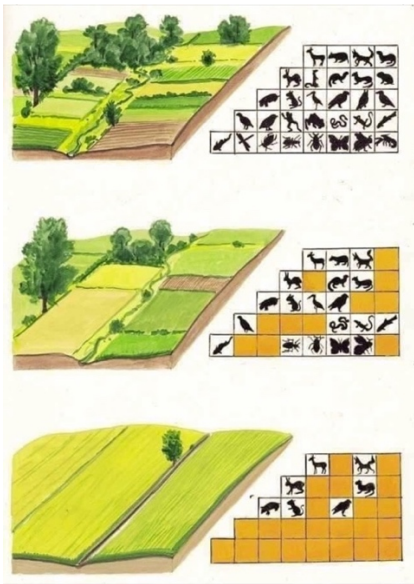
Kansainvälinen luontopaneeli, IPBES, tuottaa arviointeja luonnon monimuotoisuuden  
ja ekosysteemipalveluiden tilasta niin globaalisti kuin myös Pohjois-Euroopan osalta.  
Vuonna 2019 IPBES julkaisi kattavan arvioinnin biodiversiteetin ja ekosysteemipalve-  
luiden tilasta. Raportin tuloksissa on todettu, että luonnontila, monimuotoisuus,  
ekosysteemien tila ja niiden tuottamat palvelut ovat heikentyneet ihmiskunnan his-  
torian ajan nopeinta vauhtia. Tämä tilanne on ihmisen toiminnan aiheuttamaa ja se  
asettaa miljoonia lajeja sukupuutonuhan alle, myös meidän ihmisten tulevaisuus on  
vaarassa. Ihminen on vahvasti riippuvainen luonnon tuottamista ekosysteemipalve-  
luista. Puhdas vesi, ilma ja ruoka ovat elämän edellytyksiä. Biodiversiteetti vaikuttaa  
monilla tavoilla ekosysteemipalveluihin ja esimerkiksi pölyttäjien vähentyminen on  
suuri uhka ruuan tuotannolle. On arvioitu, että globaalisti noin 90 % luonnonvarai-  
sista kukkivista kasvislajeista on riippuvaisia ainakin osaltaan eläinpölytyksestä. Vilje-  
lykasveista n. 75 % nojaa joiltain osilta pölyttäjien läsnäoloon tai pölytykseen pel-  
loilla. (Globaali arviointiraportti biodiversiteetistä ja ekosysteemipalveluista, yhteen-  
veto päättäjille 2019; Potts, Imperatriz-Fonseca. & Ngo.2016.)

Vaikka monia toimenpiteitä tehdäänkin jo, niin totuus on, että maailman monimuo-  
toisuus laskee hälyttävästi. Ilmastomuutos, merien lämpeneminen sekä muut ihmis-  
ja ympäristölähtöiset toimet vähentävät lisää kasvien ja eläimistön monimuotoi-  
suutta sekä elinympäristöjä. Maataloudessa yhden tai kahden saman viljelykasvin jat-  
kuva viljely samalla pellolla rapauttaa peltoekosysteemien monimuotoisuutta ja näin

ollen siitä syntyy uhka ruokaturvalle sekä muille ekosysteemipalveluille. Ekosysteemipalveluiden on todettu tutkimuksissa olevan vahvasti liitoksissa monimuotoisuuteen. Ekosysteemipalvelut tuottavat ihmisille fyysistä ja henkistä hyvinvointia, positiivisia panoksia maatalouteen pölytyspalveluiden ja tuhoeläinten hallinnan muodossa sekä niiden avulla voidaan selvitä luonnonmullistuksista ja häiriöistä. Nykymuotoinen maatalous on pyrkinyt tuottamaan vain yhtä ekosysteemipalveluista, ruokaturvaa. Tähän on päästy vähentämällä luonnon monimutkaisuutta ja viljelemällä monokulttuurilla isoja peltoalueita. Näin on saatu aikaan isompia satoja ja sitä kautta tiloille voittoa. Tämä lajien vähäisyys johtaa vähitellen vähäisempiin ekosysteemipalveluihin. (Udawatta, Rankoth & Jose 2019, 1-4.)

Maatalous ekosysteemeissä on nykyisin suosittu tukiehtojen mukaisia suojakaistoita. Nämä turvaavat osaltaan monimuotoisuuden säilymistä. Osa lajeista kaipaisi kuitenkin maatalousympäristöön lisää ekologisia käytäviä, eli sellaisia kapeita käytäviä, joissa olisi lähelle samanlaista kasvistoa kuin niiden varsinaisessa elinympäristössäkin. Nämä ekologiset käytävät ovat tärkeitä reittejä ruokailu- ja lisääntymispaikoille. Niiden määrä on vähentynyt ja nekin ovat yksipuolistuneet. Vaateliaammat lajit eivät välttämättä löydä enää reittejä, joilla siirtyä turvallisesti ruokailu ja lisääntymispaikoille. Tulevaisuudessa olisi hyvä lisätä arvokkaita luontotyyppien verkostoja. Agrometsätalouden puukujanteet, suojakaistat, pensasaidat ja muut menetelmät auttaisivat lisäämään vaihtelevia ympäristöjä ja ne tarjoaisivat uusia reittejä. (Luoto, Kuussaari & Toivonen 2004, 187.)

Alla olevassa kuviossa näkyy hyvin se, kuinka monimuotoisempi peltoekosysteemi pitää sisällään myös monipuolisemman eliöstön.



Kuvio 23. Monimuotoinen peltoekosysteemi versus monokulttuuri (Fischesser & Dupuis-Tate 1996).

Suomessa elinympäristöjen tila on myös heikentynyt. Luonnontilaan verrattuna heikennystä elinympäristöissä on keskimäärin 60 %. Suomen luontotyypeistä lähes 50 % on uhanalaisia ja lajien uhanalaisuus on lisääntynyt viimeisten 10 vuoden aikana. Luonnon monimuotoisuuden häviäminen on liitoksissa ilmastonmuutokseen. Ilmaston lämpeneminen kiihdyttää monimuotoisuuden katoa luonnossa. Äärevät sääolot lisääntyvät, joiden mukana maastopalot, tulvat ja kuivuusjaksot lisääntyvät. Nämä kaikki vaikuttavat myös luonnon monimuotoisuuteen.

Hyötykasvien sekä hyötyeläinten paikallislajit ja rodut ovat vaarassa kadota monilla alueilla. Tämä vaikuttaa pitkälti perinnölliseen monimuotoisuuteen ja sen vähentyminen vaikuttaa isolta osalta maapallon ruokaturvaan, kun maatalousympäristöt altistuvat tuholaisille ja taudeille sekä ilmaston muuttumiselle. Alkuperäisrodut ja kasvit ovat kehittyneet selviämään tietyn alueen ilmastossa ja ympäristössä. Maailmanlaajuisesti 9 % hyötynisäkäsroduista on kuollut sukupuuttoon. Keskittyminen vain tiet-

tyihin rotuihin ja tiettyihin kasveihin aiheuttaa sen, että mikäli jokin tauti iskee kyseiseen lajiin voi se aiheuttaa todella suuren kadon esimerkiksi satoihin laajallakin alueella. Monimuotoisuus suojaa kasvitaudeilta ja eläintaudeilta, sillä eri lajit, lajikkeet ja rodut sietävät eri tavalla esimerkiksi tauteja ja osalla voi olla kyky suojautua tiettyiltä muilta ongelmilta, kuten esimerkiksi kuivuudelta. Ihmisen toiminta muuttaa myös biologista evoluutiota. Esimerkiksi metsästys sekä kalastus voivat muuttaa nopeastikin jonkin alueen eliölajin perinnöllisiä ominaisuuksia. (Globaali arviointiraportti biodiversiteetistä ja ekosysteemipalveluista, yhteenveto päättäjille 2019, 4-10.)

Maatalousekosysteemissä ihmisen toimet vaikuttavat merkittävästi monimuotoisuuteen. Kasvinsuojeluaineiden käyttö esimerkiksi muuttaa kasvitautien aiheuttajien perimää niin, että ajansaotossa niistä on tullut resistenssejä monille kasvinsuojeluaineille. Kasvinsuojeluaineiden on myös todettu vaikuttavan esimerkiksi maaperäeliöihin ja myös pölyttäjiin. Yksipuolinen kasvilajisto lisää kasvitautien riskiä varsinkin, jos niitä viljellään pitkään samalla alueella. Tämä taas johtaa lisääntyvään kasvitautien torjuntaan, jolla on pidemmällä aikavälillä vaikutusta resistenssin kasvuun. Näihin ongelmiin on jo herätty ja niihin pyritään vaikuttamaan monipuolistamalla viljelykiertoa ja erilaisten kasvinsuojeluaineiden käytöllä. (Helenius, Hyvönen & Tiainen 2004, 62-74.)

Kuitenkin maatalousympäristö on köyhtynyt ja muokkaantunut suuresti. Esimerkiksi pientareiden katoaminen yhdessä muuttuvan maalaismaiseman kanssa vaikuttaa eliöiden kasvupaikkoihin. Kun kasvupaikkoja sekä talvehtimispaikkoja on vähemmän, alkavat lajit kadota. (Helenius, Hyvönen & Tiainen 2004, 62-74.)

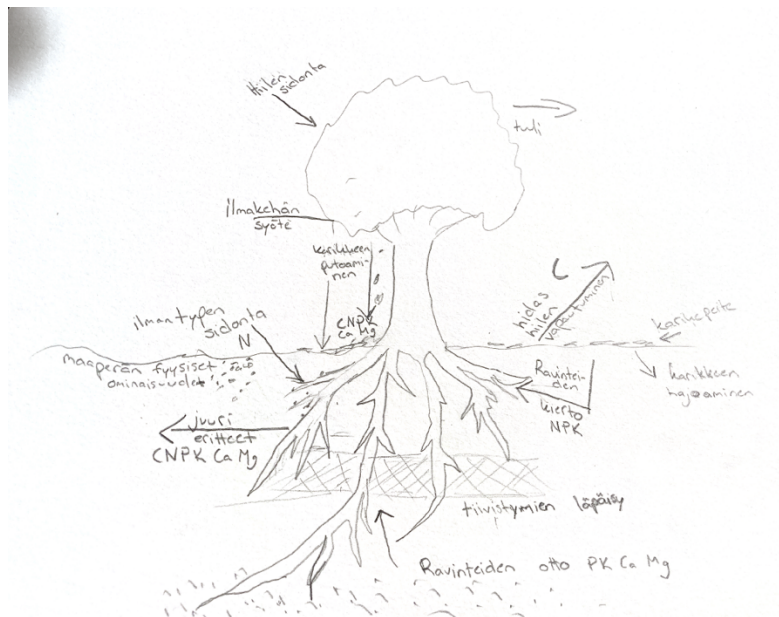
## 7 Agrometsätalouden keinot vaikuttaa biodiversiteettiin ja ilmaston muutoksen hillintään.

Agrometsätalouden menetelmillä on mahdollista vaikuttaa biodiversiteetin heikentymiseen. Tutkimuksissa on huomattu, että kasviston, eläimistön sekä maan mikrobiston monimuotoisuus on suurempaa agrometsätaloudessa kuin monokulttuurissa. Keräsienijuurten, bakteerien ja entsyymien toiminta on myös aktiivisempaa agrometsätalouden menetelmissä kuin tavanomaisessa kasvinviljelyssä ja kotieläintaloudessa. (Udawatta, Rankoth & Jose. 2019.)

Keräsienet ovat luonnossa todella yleisiä, niitä on kaikkialla. Luonnossa keräsienet vaikuttavat kasvupaikallaan yksittäiseen kasviin, kasvilajiin, kasviyhteisöön ja koko ekosysteemiin. Peltomaassa keräsieniä tavataan myös. Viljelykierto ja viljelyjärjestelmä, lannoitus sekä maan muokkaus vaikuttavat hyvin paljon keräsienisymbioosin toimintaan agroekosysteemissä. Peltojen ja vesistöjen rehevöitymistä voidaan vähentää silloin kun pellolla on toimiva keräsienisymbioosi. Toimiva keräsienisymbioosi auttaa viljelykasvia tehostamaan fosforin ottoa maasta, jolloin lannoitustarve vähentyy. Suomalaisessa tutkimuksessa on saatu tuloksia, jossa havaittiin keräsienen käytämisen korvaavan runsaankin vuotuisen fosforilannoituksen sekä se vähentää huuhtoutumista alle viidennekseen, kun verrataan lannoitettuun maahan. Keräsienet eivät toimi kaikilla kasveilla samalla tavalla. Sienijuurisymbioosit auttavat myös hiilen kertymisessä peltomaahan. Runsa biodiversiteetti auttaa keräsienien muodostumista ja hyvinvointia. Kanadassa on tutkimuksessa havaittu, että keräsieniä esiintyy enemmän sellaisissa viljelymuodoissa, joissa on puita mukana. Tutkimuksessa havaittiin, että keräsienen koostumus oli merkittävästi erilainen monokulttuurin ja puita sisältävien menetelmien välillä. (Vestberg & Timonen 2018, 277-278, 310; Udawatta, Rankoth & Jose 2019, 11.)

Agrometsätalouden muotojen lisääminen tavalliseen peltoekosysteemiin parantaa peltoalueiden monimuotoisuutta. Alueelle oikein valittuina puiden, pensaiden ja ruohokasvien yhdistelmillä voidaan parantaa maanravinnepuutoksia silloin kun ravintetta on saatavilla sekä ympäristön tilaa. Lintujen ja lierojen sekä hyönteisten isompi määrä auttaa vähentämään parasiittien määrää, parantaa maan tuottavuutta sekä viljavuutta. Niillä agrometsätalouden menetelmillä, joissa on enemmän kukkivia kasveja ja jotka ovat rakenteiltaan monimuotoisempia, on suurempi eliöstö verrattuna monokulttuurin menetelmiin. Agrometsätalouden menetelmät vaikuttavat eliöstön monimuotoisuuteen niin pienellä tilalla kuin suurellakin, ja myös siitä huolimatta oliko tila lauhkealla taikka trooppisella vyöhykkeellä. Menetelmät lisäävät esimerkiksi pölyttäjien monimuotoisuutta. Tämä vaikuttaa merkittävästi ruuantuotantoon sekä luonnonkasvien määrään. Puiden esiintyminen peltoekosysteemissä lisää eläimille liikkuvuutta, pesintä ja lisääntymispaikkoja, suojaa pedoilta ja ruuanlähteitä. Agrometsätalous lisää myös hyönteisten monimuotoisuutta. Tällä on suotuisia vaikutuksia tuhohyönteisten ja tautien esiintymiseen pelloilla. (Udawatta, Rankoth & Jose 2019, 1-13.)

Puiden lisääminen peltoekosysteemiin parantaa maaperän kuntoa. Puut tuottavat orgaanista biomassaa lehtien ja juurien muodossa. Ne puut, jotka kykenevät, parantavat typen sidontaa juurinyströiden kautta. Puut vaikuttavat myös maan eroosioherkkyyteen ja sateiden aiheuttamaan pintamaan huuhtoutumiseen niin että ne vähentyvät. Tuulen kulku häiriytyy eikä se saa nostettua maata mukaansa niin paljoa, veden kulku myös pysähtyy puiden kohtaan. Puiden juuret ulottuvat tiivistymien läpi syvempiin kerroksiin, joista ne saavat paremmin ravinteita. Ravinteita saadaan myös maatuviin lehtien kautta. Puut myös pidättävät paremmin ravinteita. (Nair 1993, 269-274.)

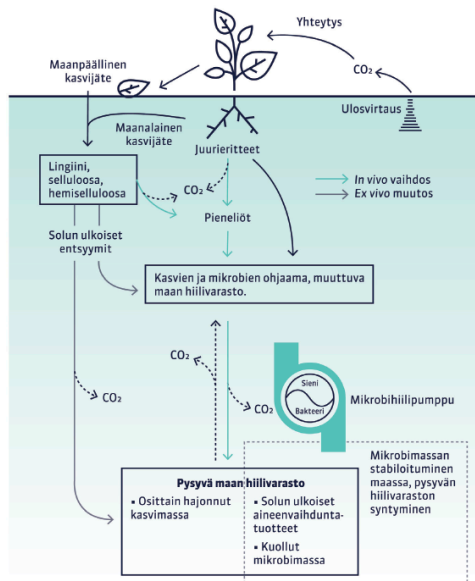


Kuvio 24. Puiden mahdollisuus parantaa maaperää (Parviainen, piirretty Nair 1993, 271 pohjalta).

Suurin osa maapallon monimuotoisuudesta sijaitsee maan alla. Neliö maata sisältää noin 20000 lajia sieniä, bakteereja, viruksia, alkueläimiä, sukkulamatoja ja monia muita lajeja. Maaperän eliöstöyhteisöt ovat merkittävässä roolissa suurimmassa osassa biokemikaalisia prosesseja ja ne ovat tärkeitä biokemikaalisissa kieroissa, ravinteiden kieroissa, mineralisaatiossa ja ravinteiden saannissa. Ne vaikuttavat myös kemikaalien hajoamiseen, maanpäälliseen monimuotoisuuteen sekä maaperän terveyteen. Maaperän mikrobiyhteisöt elävät maan sisällä ritosfäärissä ja muissa materiaaleissa. Ne suorittavat monia prosesseja, joiden kautta ne voivat esimerkiksi puhdistaa saastuneita maa-aineksia ja kontrolloida kasvien, eläinten ja ihmisten tuhohyönteisiä ja tauteja. Niiden toiminnot myös auttavat pitämään veden laadukkaana sekä ne vaikuttavat maaperän ja ilmaston säätelyyn. Maaperän mikrobeilla on siis hyvin merkittävä rooli monessa ihmisen elämälle tärkeässä asiassa. On huomattu, että runsas maanpäällinen kasvillisuus ja niiden välinen dynamiikka niin maanpäällä kuin alla, vaikuttaa merkittävästi monimuotoisuuteen ja siihen millainen maanalainen eliöyhteisö on. Esimerkiksi kujanne/käytävä viljely sekä puustoiset laitumet omaavat



paremmat maan ominaisuudet, jotka vaikuttavat parantavasti maaperän huokoisuuteen, veden dynamiikkaan ja ravinteiden kierron tehokkuuteen, jotka taas vaikuttavat parantavasti kasvin kasvuun sekä pienentää huuhtoutumista, kun verrataan monokulttuurin riviviljelyyn tai pelkään laidunnukseen. Monimuotoisuus kasvillisuudessa siis lisää monimuotoisuutta maan allakin. (Udawatta, Rankoth & Jose. 2019. 1-11.)



Kuvio 25. Mikrobihiilipumppu (Heinonsalo 2020).

Viime vuosina on maaperän hiilivaraston tutkimuksissa esitetty uutena teoriana, että mikrobien oman biomassan jäänteet olisivatkin iso osa maaperässä olevista pitkäikäisistä ja pysyvistä hiiliyhdisteistä. Mikrobien biomassa päätty maahan myöhemmin ja kemiallisesti erilaisena kuin alkuperäinen hajotettava kasvimateriaali. Kuviossa 20 selitetään mikrobihiilipumpun toimintaa. Siinä kuollut kasviaines hajoaa mikrobien tuottamien entsyymien vaikutuksesta joko takaisin hiilidioksidiksi tai mikrobien ravinnoksi. Hajoamaton osa tästä kasvimassasta päätty maaperään pysyväksi orgaaniseksi aineeksi. Mikrobihiilipumppu muokkaa osan mikrobibiomassasta pysyväksi hiilivarastoksi maahan. (Heinonsalo 2020, 18.)

Ilmastonmuutoksen torjunnassa on tärkeää, että ilmakehässä olevaa hiilidioksidia saataisiin sidottua maaperään. Kun samaan aikaan saataisiin vähennettyä ilmakehään päätyvän hiilidioksidin määrää, voitaisiin ilmaston lämpenemistä saada hillittyä. Maataloudella sekä metsätaloudella on tässä kohdassa suuri rooli. Maatalousmaa koko maailmassa on hyvin merkittävä hiilivarasto. Sen hiilivaraston pienilläkin muutoksilla on iso merkitys ilmastolle. Ranskalaisten aloittamassa aloitteessa 4/1000 lasketaan, että jo 4 promillen vuosittainen hiilen lisäys peltomaahan riittäisi vähentämään merkittävästi ihmistoiminnasta aiheutunutta hiilidioksidia ilmakehästä, ehkä jopa pysäyttäisi hiilidioksidipitoisuuksien nousun. Tuossa aloitteessa, johon Suomikin on sitoutunut, korostetaan hiilen sitomista maaperään. Siinä keinoina on mainittu minimuokkaus, peltometsäviljely, maan kasvukunto, kerääjäkasvit, optimoitu laidunus sekä lannoitus ja kastelu osana keinoja, joilla hiilen kertymiseen voidaan vaikuttaa. Maaperään hiiltä saadaan kasvien yhteyttämisen seurauksena. Kasvien ja orgaanisen aineksen lisäys auttaa kasvattamaan peltojen hiilisyötettä. Maan hiilivarasto kasvaa silloin kun orgaanista ainetta tulee enemmän kuin sitä ehtii hajota. Siihen pystytään vaikuttamaan orgaanisen aineen määrällä ja hajotuksen hidastumisella. Kivennäismaapelloilla hiilivarastoja voidaan lisätä ottamalla kevätiljojen rinnalle syysviljoja, aluskasveja ja nurmiviljelyä. Silloin kun halutaan hyödyntää peltomaiden hiilensidontapotentiaali maksimaalisesti, täytyy käyttöön ottaa Suomessa vielä vähän tunnettuja menetelmiä. Näitä ovat kosteikkoviljely (paludiculture) jota harjoitetaan turvemaidella sekä peltometsäviljely kivennäismailla. Myös paremmat laidunnuskäytännöt sekä ulkopuoliset maanparannusaineet ovat tärkeitä osia. (Mattila, Joonas & Regina.2020.)

## 8 Johtopäätökset

Agrometsätaloudella voidaan vaikuttaa biodiversiteetin vähentymisen estämiseen sekä ilmaston lämpenemisen estämiseen. Lisäämällä puuvartisia kasveja peltoekosysteemeihin voidaan luoda monimuotoisempia kasvualueita niin kasveille kuin eliöstöllekin. Puut eivät ole ainoa ratkaisu, mutta ne ovat osa sitä. Puita tärkeämpänä näytetään maaperä ja sen kyky sitoa hiiltä itseensä. Maaperän hoito on ajan saatossa unohtunut ja on keskitytty enemmän kasvin kasvatukseen ja sadon muodostukseen. Kuitenkin maaperän hyvinvointi vaikuttaa ratkaisevasti kasvin kasvuun ja sadon muodostamiseen.

Biodiversiteetin lisääminen on yksi tärkeimmistä asioista, joihin tulevaisuudessa täytyy koko ajan enenevässä määrin kiinnittää huomiota. Luonnon ekosysteemien toiminta on hyvin riippuvainen biodiversiteetistä kokonaisuudessaan. Mitä enemmän lajeja katoaa, sitä epävakammaksi järjestelmät muuttuvat. Kukaan ei tiedä mikä on se kriittinen palanen, jonka katoaminen murtaa koko systeemin.

Vuoden 2020 Covid-19 virus on hyvä osoitus siitä, kuinka luonto saa ihmiskunnan polvilleen hyvin nopeasti. Yksi pieni virus on levinnyt maailmalla todella nopeasti ja saanut suuretkin valtiot sulkemaan koko yhteiskunnan. Ihmispopulaatio on kasvanut hurjaa vauhtia jo pitkään. Luonnossa populaation kasvu on aina rajallista, sillä ympäristöllä on olemassa tietty kantokyky joka määrittää sen, kuinka paljon se pystyy ylläpitämään tiettyä lajia (Kokkonen, Nowak, Sipura, Veistola & Vilkki 2012, 38-43). Voisiko mieltä yrittääkö luonto kertoa meille jotain sen kantokyvyn olevan rajoilla ihmisen kanssa?

Agrometsätalous ei toimi jokaisella pellolla eikä jokaisessa tilanteessa. Suomessa on kuitenkin paljon pieniä peltolohkoja, joiden keskipinta-ala on noin 0,3 hehtaaria.

Nämä pienet lohkot ovat yleensä ongelmallisia ja haastavia viljellä. Niissä on hyvä potentiaali agrometsätaloudelle. Agrometsätalouden keinoilla voitaisiin saada tehostetua näiden lohkojen viljelyä ja vähentää niiden haittoja kuten eroosiota ja huuhtoutumisia (Keskitalo 2019.) Suurilla pelloilla ja peltolohkoilla, joilla on ongelmia tuulierosion tai huuhtoutumien kanssa agrometsätalouden muodot voivat myös tarjota koikeilun arvoisia ratkaisuja varsinkin tulevaisuudessa.

Agrometsätalous tarjoaa lisää vaihtoehtoja tulevaisuuden viljelyyn. Väistämättä viljely tulee muuttumaan ja viljelijöiden on omaksuttava uusia tapoja viljellä maata. Tässä kohdin agrometsätalous ja sen eri menetelmät on hyvä pitää mielessä ja miettiä viljelyä hieman sen normaalin laatikon ulkopuolelta. Maanviljelijä kuitenkin haluaa loppujen lopuksi tuottaa ruokaa ihmisille, jos sitä pystytään tehostamaan niin että pellot voivat paremmin ja tuottavat isompia satoja niin tuskin monikaan viljelijä on sitä vastaan. Agrometsätalouden menetelmien omaksumisessa menee aikaa ja ne vaativat panostusta alussa. Se kuinka paljon rahaa menee alussa, on riippuvainen valittavista menetelmistä.

Biodiversiteetin ja hiilensidonnan näkökulmasta agrometsätalous on parempi kuin monokulttuuri. Agrometsätalouden kerroksellisuus ja monikasvisuus on parhaimmillaan hyvin lähellä luonnontilaa, jolloin sen merkitys biodiversiteetille on suuri ja kasvien yhteytsaika on pitkä. Kun kasveja on monipuolisesti niin, niiden peltoon päätyvä biomassakin on suurempi. Monokulttuurissa varsinkin viljanviljelyssä, jossa oljetkin kerätään eikä alla kasva nurmea, on peltoon päätyvän biomassan määrä hyvin vähäinen. Maan mikrobit ja maaperä hyötyvät orgaanisen aineksen lisäyksestä. Puiden ja pensaiden avulla voitaisiin saada orgaanista ainesta paljonkin lisää. Siihen kun yhdistetään vielä eläimet ja niiden tuottama lanta, saadaan aikaan jo hyvä orgaanisen aineksen lisäys. Lanta on ollut kautta aikain hyvin tärkeä osa viljelyä. Se on sivutuote lihan kasvatuksessa ja sillä on todella suuri merkitys kasvien lannoitteena. Eläimet

ovat myös tehokkaita maiseman hoitajia, samalla kun ne saavat alueilta ravintoa ne vähentävät koneilla tehtävien töiden, kuten raivauksien, tarvetta.

Useat agrometsätalouden menetelmät ovat jo jossain määrin käytössä Suomessa. Porotalous on todella tärkeää Pohjois-Suomessa, sen historia on myös pitkä. Samoin mehiläistentarhaus on yleistä Suomessa. Kumpaakaan ei ensikuulemalta mieltäisi osaksi agrometsätaloutta, vaikka ne voidaan siihen laskea kuuluvaksi. Myös eläinten metsien laidunnus on vanha menetelmä, joka on jäänyt hieman unholaan tilakokojen kasvaessa. Agrometsätalous saattaa sanana hämmentää, vaikka sen taustalla on kuitenkin aivan tavallisia, tuttujakin menetelmiä. Kujanneviljely on Suomessa vieraampi, mutta ei ollenkaan mahdoton vaihtoehto, varsinkin pienille pelloille, joista halutaan saada parempia satoja. Vesistöjen suojavyöhykkeet, tuulensuojat/katkot sekä pensaidat ovat osaltaan tuttuja menetelmiä. Niitä kuitenkin voitaisiin parantaa ja kehittää niin, että ne palvelisivat monessa tarkoituksessa. Niihin voitaisiin istuttaa monimuotoisempia kasveja ja pensaita. Biodiversiteettiin olisi näillä helppo vaikuttaa.

Haasteena tulevaisuudessa tulee olemaan kasvava lämpösummakertymä ja sateisuuden lisääntyminen. Täällä kasvavat kasvit ovat kehittyneet niin, että ne pärjäävät näissä olosuhteissa mitkä Suomessa on. Kun talvet lyhenevät ja lämpenevät ovat monet kasvit ihmeissään. Runsaat sateet lisäävät huuhtoutumia. Pellot ovat koetuksella ja kasvipeitteisyys on yksi tapa estää maan huuhtoutumista. Mahdollisesti tulee tarvetta miettiä puuston lisäämistä ojien, sarkaojien ja muiden vesistöjen läheisyyteen, mikäli peltojen valumia ei saada kasvipeitteisyydellä vähennettyä tarpeeksi.

Kasvat lämpösummat kuitenkin mahdollistavat myös uusien kasvien kasvattamisen ja vanhoja kasveja voidaan kasvattaa pohjoisempana. Tämä luo uusia mahdollisuuksia tiloille kehittyä. Perinteisen maatalouden toimin on haastavaa saada toimeentuloa turvattua haastavissa sää olosuhteissa ja markkinahintojen ollessa todella alhai-

set. Usein tilat pyrkivät kasvattamaan viljeltävää peltoalaa, jotta ne saisivat enemmän tuloja. Agrometsätalouden menetelmillä voitaisiin osalta peltoja saada useampi sato, jolloin lisää peltoalan tarve vähenee.

Suomessa ongelmaksi agrometsätalouden menetelmien laajempaan käyttöön muodostaa maataloustukiehdossa oleva puita rajoittava ehto sekä reunaojien ja sarkaojien perkausvelvoite.

***Pysyvillä nurmilla*** saa kasvaa hajanaisesti puita enintään 50 kappaletta hehtaarilla. Puuksi katsotaan yli kahden metrin korkuiset puuvartiset kasvit, joilla on yksi runko tai tyvestä yhteen liittyneenä useampi runko. Puita ovat myös tuotantoeläinten ravinnoksi soveltumattomat puuvartiset kasvit, jotka ovat 0,5–2 metrin korkuisia. Alalla saa kasvaa tuotantoeläinten ravinnoksi soveltuvia lehtipensaita ja lehtipuiden taimia, jos niitä on alle 50 prosenttia tukikelpoisen kasvulohkon pinta-alasta. Heinä- ja nurmirehukasvien osuuden on oltava yli 50 prosenttia kasvulohkon tukikelpoisesta alasta myös sellaisilla pysyvän nurmen lohkoilla, jolla on joko puita tai lehtipensaita taikka näitä molempia. (Tuenhakijan perusopas 2020.)

*Tukikelpoisen lohkon raja on pensaikon tai puuston reunassa. Poista lohkon alaan laskettavissa alle 3 metrin reunaojissa tai sarkaojissa kasvavat vesakot esimerkiksi niittämällä vähintään kahden vuoden välein siten, että reunaojaan tai sarkaojaan ei muodostu yli 1,5 metrin korkuisia vesakkoja. Jos ojissa kasvaa yli kahden vuoden vanhaa tai yli 1,5 metrin korkuisia vesakkoja, ojan pinta-ala vähennetään peruslohkon digitoidusta pinta-alasta. Huomioi vesakoiden poistossa täydentävien ehtojen vaatimukset. (Tuenhakijan perusopas 2020.)*

Tukiehdot määrittelevät hyvin pitkälti sen, miten maata Suomessa viljellään. Mikäli tukiehdot sallisivat erilaisten menetelmien käytön laajemmin, mahdollistaisi se paremmin myös agrometsätalouden käyttämisen pelloilla. Monet EU maat ovat sallineet puiden laaja-alaisemman käytön maataloudessa, sillä perusteella, että se parantaa biodiversiteettiä ja vähentää eroosiota. Suomessakin tämä olisi siis mahdollista. Myös suojakaistojen monipuolisemman käytön salliminen olisi monimuotoisuudelle hyvästä.

Kaiken kaikkiaan agrometsätaloudessa on valtava potentiaali niin biodiversiteetin kannalta kuin ilmaston muutoksen hillinnässäkin. Seuraava tukikausi määrittelee pitkälti sen, miten maata viljellään jatkossa Suomessa ja muuallakin Euroopassa.

## 9 Pohdinta

Agrometsätalouden menetelmillä olisi paikkansa nykyisessä viljelyekosysteemissä. Ne eivät tule sopimaan joka paikkaan eivätkä ne tule yksin ratkaisemaan kaikkia ongelmia. Niillä voitaisiin kuitenkin ratkaista monia peltojen ongelmia sekä auttaa biodiversiteetin vähentymisen estämisessä. Suomessa tarvittaisiin herätystä siihen kapeaan katsontaan kantaan mikä täällä on koskien peltoviljelyä. Monissa Euroopan maissa on poistettu rajoitteet siitä paljonko puita saa pelloille laittaa. Puut nähdään osana ratkaisua eikä vain ongelmina. Monet suojakaistat voisivat olla hyvinkin monipuolisia ja kauniita jos niihin suunniteltaisiin järkevät suojavyöhykkeet, jotka sisältäisivät muutakin kuin vain nurmea. Nurmi on tyhjää parempi vaihtoehto, mutta näitä alueita pystyttäisiin hyödyntämään todella paljon paremmin varsinkin biodiversiteetin näkökulmasta. Tässä työssä käydään läpi niitä syitä minkä takia agrometsätalouden menetelmätkin tulisi huomioida peltoviljelyssä. Koko ajan paheneva biodiversiteetti kato, luonnon köyhtyminen ja ilmaston lämpeneminen ovat asioita, jotka koskettavat kaikkia, vähintään ekosysteemipalveluiden kautta. Luonto on mahtava ekosysteemi ja sen toimintojen ymmärtäminen on tärkeää.

Tietoa on nykyisin saatavilla paljon ja sitä tulee koko ajan lisää. Suomella on paljon isoja tutkimushankkeita käynnissä, yksi niistä on Carbon Action, ja sen alustat. Näissä tutkimuksissa pyritään saamaan vastauksia siihen mikä on peltojen mahdollisuus ilmaston muutoksen torjunnassa, mitkä asiat vaikuttavat hiilen sitouttamiseen maaperään ja kuinka sitä voitaisiin lisätä sekä kuinka voitaisiin vähentää sen poistumista

maaperästä. Usein kuulee puhuttavan, että ei Suomessa pystytä vaikuttamaan ilmastollisiin asioihin. Kuitenkin monet täällä tälläkin hetkellä käynnissä olevilla hankkeilla ja niiden tuloksilla tulee olemaan merkitystä ihan maailmankin mittaluokassa. Tutkimukset ovat tärkeitä ja niiden tuottaman tiedon avulla viljelijöillä on mahdollisuus muuttaa viljelyään paremmaksi luonnon kannalta ja jos tutkimus on huomionut myös taloudelliset lähtökohdat, niin tilan talouteenkin voidaan vaikuttaa positiivisesti parantuvien olosuhteiden avulla.

Suomessa karsastetaan usein kaikkea uutta. Agrometsätalous ei kuitenkaan ole täällä niin vierasta kuin ensi kuulemalta ajattelee. Meillä on pitkä historia eläinten laidunnuksesta metsissä ja metsien käytöstä muuhunkin kuin puuntuotantoon. Täällä on hienoja ja arvokkaita perinnebiotoopeja, joiden arvoa ollaan hitaasti ymmärtämässä. Perinnebiotoopit ovat kadonneet tehostetun viljelyn paineen alla, nekin alueet on tarvittu tehokkaaseen tuotantoon, jotta tilat ovat selvinneet. Tulevaisuudessa olisi hyvä, jos näistä luonnolle arvokkaista alueista saataisiin kunnon korvaus, jolloin niiden pito olisi mielekästä. Toki tässä on vaarana se, että niitä käytettäisiin väärin eikä niistä huolehdittaisi kunnolla, vaan vain tukien noston vuoksi olisi näennäistä toimintaa.

Meidän metsämme ovat puhtaita ja niissä voitaisiin tuottaa paljon muutakin kuin vain puuta. Monet tuotteet ja raaka-aineet olisivat paljon arvokkaampia kuin se sellu, josta Suomi on maailmalla tunnettu. Se, että tuotettaisiin muutakin kuin vain puuta ei tarkoita sitä, että puuta ei saisi tuottaa. Näitä kaikkia voitaisiin tehdä samaan aikaan. Metsissä harvat puut ovat arvokkaita metsäteollisuuden näkökulmasta. Niistä, joista ei makseta, esimerkiksi huonot koivut soveltuvat hyvin pakurin kasvatukseen. Pakuri tuottaa monta vuotta uutta satoa ja siitä saadaan myytäessä tuloa, joka on varmasti huomattavasti suurempi kuin jos se puu olisi laitettu nurin ja haketettu.



Kapeakatseisuus on yksi nykyihmisen ongelmista. Ajatellaan mustavalkoisesti kuten ettei metsästä voi saada muuta kuin puuta tai pellolta voidaan saada vain yhtä sato-kasvia. Kaiken pitäisi myös olla helppoa, yksinkertaista ja tuottaa hirvittävät voitot. Luonto ei kuitenkaan toimi yksinkertaisesti, helposti se voi toimia, jos sen antaa tehdä työnsä eikä sekaannu liiaksi. Ihminen on historian saatossa unohtanut luonnon kunnioittamisen ja sen kanssa harmoniassa elämisen. Vaikka luonto tuottaakin ekosysteemipalveluiden avulla hyvin pitkälti kaiken mitä elämään tarvitsee, hapen, puhtaan veden ja ruuan.

Tätä työtä tehdessä on hyvin käynyt selväksi se, että on hankala selittää agrometsä-taloutta koska se muistuttaa paljon luonnontilaa, siinä on niin monta osa aluetta mi-hin sillä voidaan vaikuttaa, että yhteen työhön sen kaiken saaminen on hankalaa. Alussa esitettyihin tutkimuskysymyksiin saatiin vastauksia. Paljon laajemminkin ai-hetta ja kysymyksiä voitaisiin käydä läpi, mutta opinnäytetyöhön laajuus paisuisi to-della paljon. Tämä työ lähti liikkeelle puista ja päättyy maamikrobeihin, siinä niiden välissä on aika paljon asioita, joita ei kaikkea ole tässä työssä käyty läpi. Työn ede-tessä on käynyt selväksi se kuinka monimutkaisia systeemejä kaikki ovat, sillä jokai-nen vaikuttaa useaan muuhunkin kohtaan. Rajauksien tekeminen on ollut todella haastavaa. Työ ei muutenkaan vastaa täysin käsitystä perinteisestä opinnäytetyöstä. Aihepiiri ei kirjoittajan käsissä vain taipunut jäykkiin raameihin, aivan kuten aihealue itsessäänkään ei oikein istu mihinkään suppeaan muottiin. Tästä työstä voi jatkaa moniin eri suuntiin, rahallisen puolen läpikäymiseen, siihen miten perustetaan kujan-neviljely tai jokin muu agrometsätalouden muoto käytännössä. Myös maatalouspoli-tiikan sekä tukipolitiikan vaikutukset aihe alueeseen voisi hyvin olla yksi varteenotet-tavista jatko töistä. Vaihtoehtoja on paljon. Tämä toimikoon alkusysäyksenä, josta joku muu voi jatkaa. Kaikista agrometsätalouden muodoista itsessään saa aikaan opinnäytetyön, joten aiheet tuskin heti loppuvat kesken hetkeen.

## Lähteet

A history of hedgerows. N.d. The royal society for the protection of birds (RSPB). Viitattu 21.11.2020. <https://www.rspb.org.uk/our-work/conservation/conservation-and-sustainability/advice/conservation-land-management-advice/farm-hedges/history-of-hedgerows/>

Agforward project. 2014. Kuvia, flickr. Viitattu 22.11.2020. <https://www.flickr.com/photos/agforward/albums>.

Biodiversiteetti. 2014. Luonnontila. Viitattu 20.11.2020. <https://www.luonnontila.fi/fi/biodiversiteetti>

Björn, I. 2003. Suomen maatalouden historiaa osa 1, Muuttuva maalaismaisema. Helsinki: SKS.

Briggs, S. 2019. Advantages of agroforestry in norther climate. Seminaariesitys 16.9.2019 Tuorlassa.

Burgess, P., Briggs, S., Knight, I., Newman, S., Pagella, T., Smith, J., Thomas, C. & Whistance, L. 2019. The Agroforestry handbook. Soil Association.

Den Herder, M. & Paulo, J.M. N.d. Lampaat metsänhoitajina: laiduntavat lampaat nuorena metsässä. Afinet newsletter 4. Tekniset artikkelit.

Fischesser, B. & Dupuis-Tate, M-F. 1996. Le guide illustré de l'écologie. Viitattu 24.11.2020. [https://www.researchgate.net/publication/341425370\\_Le\\_guide\\_illustré\\_de\\_l%27ecologie](https://www.researchgate.net/publication/341425370_Le_guide_illustré_de_l%27ecologie) .

Globaali arviointiraportti biodiversiteetistä ja ekosysteemipalveluista, yhteenveto päättäjille. 2019. Luontopaneeli- Suomen kansallinen IBPES-Paneeli. Viitattu 18.11.2020. <https://www.luontopaneeli.fi/download/noname/%7BD0D32B80-6356-44D3-B3BB-467102F5123F%7D/147036> .

Heinonsalo, J. 2020. Hiiliopas- katsaus maaperän hiileen ja hiiliviljelyn perusteisiin. Kaarina: Paino-kaarina.

Helenius, J., Hyvönen, T & Tiainen, J. 2004. Maatalousekosysteemi. Elämää pellossa, Suomen maatalousympäristön monimuotoisuus, kirja. Helsinki; Edita.

Hurre, M. 2003. Suomen maatalouden historiaa osa 1, maatalouden alku Suomessa. Helsinki: SKS.

Huusela-Veistola, E., Helenius, J., Kinnunen, H., Tiainen, J. & Tiira, M. 2004. Viljelykasvustojen selkärangattomat eläimet. Elämää pellossa, Suomen maatalousympäristön monimuotoisuus, kirja. Helsinki; Edita.

IPCC:n 1,5 asteen raportin pohjalta tehdyt infografiikat. 2019. Ilmasto-opas. Viitattu 13.9.2020. [https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/videot-ja-visualisoinnit/-/artikkeli/404aab9f-7b8a-4e6c-a14a-0199af721c00/ipcc-1-5-infografiikat.html#h\\_Kaikki\\_infografiikat\\_yhten\\_PDF-tiedostona](https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/videot-ja-visualisoinnit/-/artikkeli/404aab9f-7b8a-4e6c-a14a-0199af721c00/ipcc-1-5-infografiikat.html#h_Kaikki_infografiikat_yhten_PDF-tiedostona).

Jutikka, E. 2003. Suomen maatalouden historiaa osa 1, tilalliset ja tilattomat. Helsinki: SKS.

Karttunen, H., Koistinen, J., Saltikoff, E. & Manner, O. 2008. Ursan julkaisu 107. Ilmakehä, sää ja ilmasto. Helsinki; tähtitieteellinen yhdistys Urso.

Keskitalo, M. Mitä hyvää peltometsätalous voi tuoda yksipuoliseen kasvintuotantoon. Seminaariesitys 17.6.2019 Qvidjassa.

Korhonen, T. 2003. Suomen maatalouden historiaa osa 1, Perinne hallitsee maataloustekniikkaa. Helsinki: SKS.

Korhonen, T. 2003. Suomen maatalouden historiaa osa 1, Rehun keruu ja laiduntaminen. Helsinki: SKS.

Kortesalmi, J.J. 2003. Suomen maatalouden historiaa osa 1, Poronhoito. Helsinki: SKS.

Kuussaari, M., Hyvärinen, M. & Luoto, M. 2004. Ympäristön laatu ja populaatioiden elinvoimaisuus. Elämää pellossa, Suomen maatalousympäristön monimuotoisuus, kirja. Helsinki; Edita.

Lehdesniityt. 2013. ympäristöministeriö. Viitattu 22.11.2020. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Luontotyytit/Luonnonsuojelulain\\_luontotyytit/Lehdesniityt](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Luontotyytit/Luonnonsuojelulain_luontotyytit/Lehdesniityt) .

Lehtonen, T. 2012. Mehiläispölytyksen ja pölytyspalveluiden merkitys Suomessa. Seminaariesitys. Viitattu 24.11.2020. <https://www.slideshare.net/hunajanet/tuula-lehtonen-mehilisplytyksen-arvo-suomessa-2012>.

Lin, C, H., McGraw, R, L., George, M, F. & Garrett, H, E. 1999. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. Netherlands; Kluwer Academic Publisher.

Lokki, H. 2019. Agrometsätalousalueiden esittelyä. Seminaariesitys 16.9.2019 Tuorlassa.

Luoto, M., Kuussaari, M. & Toivonen, T. 2004. Maisemarakenteen merkitys luonnon monimuotoisuudelle. Elämää pellossa, Suomen maatalousympäristön monimuotoisuus, kirja. Helsinki; Edita.

Maanviljelyn satomahdollisuudet kasvanevat Suomessa ilmaston muuttuessa. N.d. Ilmasto-opas. Viitattu 23.11.2020. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaikutukset/-/artikkeli/328b539b-a12c-4e64-9755-1ae822ec98e1/maanviljelyn-satomahdollisuudet-kasvanevat-suomessa-ilmaston-muuttuessa.html>.

Mattila, I. 2019a. Pellolla on vilkasta elämää. Käytännön maamies 22.3.2019.40-45.

Mattila, I. 2019b. Monimuotoisuus lisää hyötyhyönteisiä. Käytännön maamies 22.2.2019. 40-45.

Mattila, T.J., Joonas, J. & Regina, K. 2020. Maatalousmaan hiilivaraston hoito vaatii viljelymenetelmien päivittämistä. STN Multa policy brief 1. Bsag.

Mittaukset kertovat ilmaston muuttuvan. 2017. Ilmasto-opas, artikkeli. Viitattu 12.11.2020. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/60d35ca2-9874-406e-bb9f-608e5b60746d/mittaukset-kertovat-ilmaston-muuttuvan.html> .

Nair. P.K.R. 1993. An Introduction to Agroforestry. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 3-11, 21-35, 85-96, 123, 141-155, 161-170, 277-303, 325-343, 429-438, 443-465. Viitattu 19.11.2020. [http://apps.worldagroforestry.org/Units/Library/Books/PDFs/32\\_An\\_introduction\\_to\\_agroforestry.pdf?n=161](http://apps.worldagroforestry.org/Units/Library/Books/PDFs/32_An_introduction_to_agroforestry.pdf?n=161) .

National Agroforestry centre. 2016. Kuvia, flickr. Viitattu 11.11.2020. <https://www.flickr.com/photos/139938511@N02>.

- Newman, S, M. 2019. Agroforestry systems design. The agroforestry hand a book, agroforestry for the UK. UK; Soil Association.
- Orrman, E. 2003. Suomen maatalouden historiaa osa 1, keskiajan maatalous. Helsinki: SKS.
- Pagella, T. 2019. Silvopasture. The agroforestry hand a book, agroforestry for the UK. UK; Soil Association.
- Palojärvi. A. 2019. Maaperän mikrobiologiaa. Seminaariesitys 6.2.2019 Hauholla.
- Parviainen, J. 2020. Opinnäytetyön kuvia.
- Peltonen-Sainio, P. & Hakala, K. 2014. Viljely muuttuvassa ilmastossa, miten peltoviljely sopeutetaan onnistuneesti. Teho plus- hankkeen raportti 4/2014. Viitattu 24.11.2020. <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BB6F25A73-26D8-4B44-9040-28C5788A42CC%7D/97059> .
- Peltonen, S. 2019. Pellon tuottokyvyn parantaminen. Ilmastoviisas maatila yritys. Helsinki: Proagrian keskusten liitto.
- Pietola, L. 2019. Hiilen kierto. Ilmastoviisas maatila yritys. Helsinki: Proagrian keskusten liitto.
- Porot ja ilmastonmuutos. N.d. Artikkel. Luke. Viitattu 22.11.2020. <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/maatalous-ja-maaseutu/porotalous/porot-ja-ilmastonmuutos/> .

- Potts, S.G. Imperatriz-Fonseca, V. & Ngo, H.T. 2016. The assessment report on pollinators, pollination and food production. IPBES. Viitattu 18.11.2020. [https://ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/2017\\_pollination\\_full\\_report\\_book\\_v12\\_pages.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/2017_pollination_full_report_book_v12_pages.pdf)
- Pykälä, J. & Alanen, A. 2004. Perinnebiotoopit ja niiden väheneminen. Elämää pellossa, Suomen maatalousympäristön monimuotoisuus, kirja. Helsinki; Edita.
- Ritchie, H. & Roser, M. 2019. Land use. Our world in data. Viitattu 28.11.2020. <https://ourworldindata.org/land-use>.
- Rois-Díaz, M., Mosquera-Losada, R. & Rigueiro-Rodríguez. 2006. Biodiversity Indicators on Silvopastoralism across Europe. EFI technical report 21. Suomi: European Forest Institute.
- Rois, M., Den Herder, M. & Mattila, I. 2018. Peltometsäviljely monipuolistaa maatalaa ja parantaa ympäristön tilaa. Afinet.
- Sarvikas, P., Suorsa, M., Rintamäki, E., Vapaavuori, E., Aro, A-M. & Tyystjärvi, E. 2017. Fotosynteesi. 1. painos. Helsinki; books on demand GmbH.
- Smith, J. 2010. The history of Temperate Agroforestry. Elm Farm. The organic research centre.
- Söyrinki, R. 2007. Maisemalaiduntaminen, opas käytännön toteuttamiseen. Pirkanmaa: MMM. Viitattu 12.11.2020. <https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/maisemalaiduntaminen-opas.pdf> .
- Steppler, H.A & Nair, P.K. R. 1987. Agroforestry a decade of development.

Suojakaistat ja -vyöhykkeet. 2014. Suomen ympäristökeskus. Artikkel. Viitattu 12.10.2020. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien\\_kaytto/maankuivatus\\_ja\\_ojitus/luonnonmukainen\\_peruskuivatus/Suojakaistat\\_ja\\_vyohykkeet](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien_kaytto/maankuivatus_ja_ojitus/luonnonmukainen_peruskuivatus/Suojakaistat_ja_vyohykkeet).

Suojavyöhykkeet. N.d. Metsäkeskus. Viitattu 21.10.2020. <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/kuormitus-kuriin-suojavyohykkeet.pdf>.

Suomen ilmasto on lämmennyt. 2020. Ilmasto-opas, artikkeli. Viitattu 11.11.2020. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/16266ad3-e5f5-4987-8760-2b74655182d5/suomen-ilmasto-on-lammennyt.html>.

Suomen maatalouden historiaa osa 1. 2003. Helsinki: SKS.

Suomen maatalouden historiaa osa 2. 2004. Helsinki: SKS.

Tiainen, J., Kuussaari, M., Laurila, I, P. & Toivonen, T. (toim.). 2004. Elämää pellossa- Suomen maatalousympäristön monimuotoisuus. Helsinki: Edita.

Toensmeir, E. 2016. The carbon farming solution. Chelsea green publishing. United States of America.

Toensmier, E. 2016. the carbon farming solution, global toolkit of perennial crops and regenerative agriculture, practices for climate change mitigation and food security. Vermont; Chelsia Green.

Traditional agroforestry. 2015. Food and Agriculture organization of the United Nations. Viitattu 18.11.2020. <http://www.fao.org/forestry/agroforestry/89997/en/> .



Tuenhakijan perusopas. 2020. Ruokavirasto. Viitattu 24.11.2020. <https://ruokavirasto.mobiezone.fi/zine/618/cover> .

Udawatta, R. P., Rankoth, L. M. & Jose, S. 2019. Agroforestry and biodiversity. The center for agroforestry. USA.

Valtakunnallinen perinnebiotooppien inventointi 2019-2021. N.d. Viitattu 16.11.2020. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/Luonto/Luontotyypit/Luontotyyppien\\_uhanalaisuus/Perinnebiotooppi/Valtakunnallinen\\_perinnebiotooppien\\_inventointi\\_20192021](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/Luonto/Luontotyypit/Luontotyyppien_uhanalaisuus/Perinnebiotooppi/Valtakunnallinen_perinnebiotooppien_inventointi_20192021)

Venäläinen, A. 2019. Ilmastonmuutoksen syyt ja tulevaisuuden ennusteet. Ilmastovii-  
sas maatilayritys. Helsinki; ProAgrian keskusten liitto.

Vestberg, M. & Timonen, S. 2018. Rihman kiertämää- kasvien ja sienten erottamaton elämä. Forssa Print.

Wind erosion. 2016. European commission, joint research centre. Viitattu 10.10.2020. <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/wind-erosion>.