

Puustoinen maatalous Suomessa

kirj.&toim. Iiris Mattila



Puustoinen maatalous Suomessa – opas suunnitteluun, katsaus kulttuurin- muutokseen

Iiris Mattila (toim.)

Julkaisija: Kilpiän tila.

1. painos.

doi: 10.5281/zenodo.8418298

ISBN 978-952-94-8399-0:

Puustoinen maatalous Suomessa – opas suunnitteluun, katsaus kulttuurinmuutokseen.

Toimittaja, pääkirjoittaja: Iiris Mattila, MMM, maanviljelijä, Kilpiän tila (www.kilpiantila.fi).

Muut kirjoittajat:

Michael den Herder (EFI) – Luku 7. metsämaanviljely

Tuomas Mattila (SYKE) – Luku 8. talous

Kirsi Mäkinen (HAMK) – Luku 6. metsäpuutarhat

Joel Rosenberg (TaM, tietokirjailija) – Luku 6. metsäpuutarhat

Esimerkkien kirjoittajia ja asiantuntijoita:

Joshua Finch (NOVIA), kujanneviljelyn kulttuurinurkka.

Saara Lilja (Emergenssi Oy) ilmastonmuutos;

Mari Annala (SYKE) ja **Jarkko Leka** (VALONIA), puustosuojaajaistat;

Annika Michelson (HAMK), puustoinen maatalouden kulttuurinurkat;

Jenni Parviainen, Liite 3. perinnebiotooppien tyytit -taulukko.

Jukka Rajala (HY Ruralia), kujanneviljelyn kulttuurinurkat;

Anu Riikonen (HY), hiilensidonta;

Karoliina Rimhanen (LUKE), termistö;

Timo Räsänen (LUKE), RUSLE-aineiston käyttö.

Juha Ujula (LIVIA), Liite 1. Suomen peltometsäviljelyyn sopivat puulajit

Kiitos The Soil Association, **Ben Raskin** ja **Simone Osborn**, jotka antoivat luvan suomentaa osia kirjasta *The Agroforestry Handbook*. Kirjoittajat on mainittu tekstien yhteydessä.

Kiitokset kaikille projektiin osallistuneille – ilman osallisuuttanne opas olisi aiheiltaan ja näkökulmiltaan kapeampi. Kiitos valokuvien lahjoittajille, olen nimennyt teidät kirjan sivuille. Kiitos kommentteista ja korjauksista, huomioista, täydennyksistä ja ehdotuksista kaikille niistä antaneille. Kiitos Kilpiän tilalle projektin mahdollistamisesta: Rahaa ei ole projektin tekemiseen kulunut eikä sen tekemisestä herunut, älköön siis rahaa tuotettako tällä teoksella jatkossakaan. Materiaaleja saa käyttää ja jakaa, mutta muokatesasi materiaaleja, ilmoita milloin ja mitä niille teit ja laita teoksesi samoin jakoon (CC BY-NC-SA 4.0 lisenssi).

Pusulassa 31.8.2023

Iiris M.

This work is licensed under Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Esipuhe

Puustoinen maatalous on viljelijän koordinoimaa puiden, maan, kasvien ja eläinten yhteistyötä. Suomessa on jo käytössä lukuisia perinteisiä menetelmiä, jotka voi nähdä puustoisesta maatalouden järjestelmänä, ja Suomen ulkopuolelta virtaa kasvavalla vauhdilla uusia vaikutteita ja tietoa puuston ja viljelyn yhdistämisestä.

Tarpeen mukaan suunnitellut puustoisesta maatalouden järjestelmät hyödyttävät viljelijää, satokasveja, tuotantoeläimiä ja ympäristöä. Puiden sisällyttäminen viljelyjärjestelmiin lisää tuotannon monipuolisuutta, auttaa ilmastonmuutokseen sopeutumisessa sekä tuo elonkirjoa maatalousympäristöön.

Suomen maantieteelliset ja kulttuuriset erot ovat johtaneet hyvin erilaisiin maanviljely-ympäristöihin. Laajat aukeat peltoalat ja niiden ekosysteemit hyötyisivät Suomessakin merkittävästi pysyvästä puustosta. Toisaalta, useat pellot maassamme ovat pieniä metsien ympäröimiä lohkoja, joissa lisäpuut eivät tuo samoja hyötyjä. Suomi on hyvin metsäinen maa, mikä voi olla myös mahdollisuus metsässä viljelylle ja laiduntamiselle, metsän monipuolisemmalle talouskäytölle ja taloudelliselle tuottavuudelle.

Tämä opaskirja auttaa maankäyttäjää (viljelijä, neuvoja, metsänomistaja, metsänhoitaja, puutarhuri, opiskelija...) suunnittelemaan alueeseen ja tuotantosuuntaan sopivat puulajit ja löytämään puiden mahdollisuudet niin ekosysteemipalveluina kuin tuotteinakin. Koska opas on vasta pintaraapaisu puuston käytön moninaisuuteen ja mahdollisuuksiin, on lukijoita tarkoitus ohjata syventävän tiedon pariin ja löytämään olemassaolevasta kirjallisuudesta tarpeellisia tiedollisia tai teknisiä resursseja. Kirjan esittämät tieto ja kokemukset sisältävät paljon esimerkkejä ulkomailta. Ulkomaiset käytännöt ja kulttuurit voivat tarjota meille ammennettavaa, ja voimme löytää uutta ja hyväksi todettua toimintaa omat maantieteelliset erityisyytemme ja kulttuuriset arvomme huomioiden. Kirjasta löytyy myös nykyhetken sääntöjä ja tukipolitiikkaa, jotka ovat muun muassa ilmastonmuutoksen hillintään tähtäävän politiikan vuoksi kovassa muutoksessa.

Puustoinen maatalous on Suomelle sekä tuttua vanhaa toimintaa että uusia mahdollisuuksia. Omien tavoitteiden tunnistaminen ja rohkea kokeileminen tuottaa kokemuksia, ja kokemusten jakaminen parempaa osaamista. Tarvitsemme paljon kokeilua ja tuotekehitystä, yhteistyötä, sekä markkinoita että tukipolitiikan muutoksia, jotta puustoinen maatalous voisi todella toimia Suomessa. Onnea kokeiluihin!

Sisällys

Luku 1. Johdanto.....	1
Mitä on puustoinen maatalous?.....	1
Puustoisien maatalouden järjestelmät	1
Maankäyttölajit.....	4
Puiden hyödyt maataloudelle	6
Tiedenurkka: Peltometsäviljelyn hiilensidontapotentiaali - tutkimusta maailmalta.....	8
Puut ratkaisuina ilmastokriisissä.....	12
Kulttuurinurkka: Kasket, kalasaunat, karjamajat ja salaiset salot.	17
Luku 2. Puiden kasvatusta	21
Taimen perustarpeet.....	21
Puustoisien järjestelmän kasvuvaiheet – viljelijän näkökulmasta	22
Maan muokkaus ja istutuskuoppa	22
Istuttaminen	23
Rikkatorjunta, kate ja aluskasvit	24
Talvehtiminen ja laiduntajat	26
Salaojat ja puiden juuret	29
Taimet	29
Kasvullisesti uusiutuvat puut, vesametsätalous	32
Peltoviljelyn byrokratia: Lisäsmateriaalin hygienia	33
Kulttuurinurkka: ”Eksoottiset vieraat” – uusien kasvilajien tutustuttaminen Suomen ympäristöön.....	34
Luku 3. Puustoinen suojavyöhyke.....	39
Miten tämä tehdään tukiehtojen mukaan?	39
Tuotteet, laidun	40
Suojavyöhykkeen puuston merkitys	42
Suunnittelu ja hoito	45
Tiedenurkka: DTW – depth to water MALLI työkaluna suojavyöhykkeen leveyden määrittämiseen metsämailla.....	52
Tiedenurkka: RUSLE-eroosiomalli	55
Luku 4. Kujanteet, aidanteet, tuulensuojat.....	58
Mitä on kujanneviljely?.....	58
Puurivien ja pensasaidanteiden hyötyjä	58
Puukaistojen suunnittelun ulottuvuuksia	61
Pensasaidanteet	69
Kulttuurinurkka: Pellonreunan perinteitä Suomesta	73
Lyhytkiertopuun tuotanto – vesametsätalous.....	77
Kulttuurinurkka: Puustoinen viljely osana monialaista luomutilan kehittämistä	79

Kulttuurinurkka: Kujanneviljelypilotti Uusimaalla. Tapaus Lill-Nägels.....	82
Luku 5. Puustoinen laidun.....	87
Puita laitumelle – miksi ja miten?	87
Puuston vaikutusta eläinten hyvinvointiin on tutkittu.....	88
Peltolaitumen puiden agroekologiset hyödyt.....	90
Taloudelliset hyödyt ovat suoria ja epäsuoria	91
Eläimet puustoisilla laitumilla.....	94
Kulttuurinurkka: Millolan tila.....	104
- Laiduntavat naudat tuottavat monimuotoisuutta ja voivat hyvin.	104
Kulttuurinurkka: Vaahermäen tila	106
– Monipuolista luonnonhoitoa ja talousmetsän laidunnusta Itä-Savossa	106
Perinnebiotoopit: puustoinen laidunnus suomalaisessa kulttuurissa.....	109
Kulttuurinurkka: Mustialan perinnemaisemat.	112
Luku 6. Sienten ja kasvien viljely metsässä.....	114
Sienten viljely.....	114
Yrtit ja lääkekasvit.....	119
Kulttuurinurkka: Pakurin vuokraviljely vieraalla maalla.	121
Luku 7. Metsäpuutarhat.....	123
Määritelmiä	123
Syötävä metsäpuutarha.....	124
Pellolle perustettavan metsäpuutarhan mahdollisuuksia ja rajoitteita	126
Metsäpuutarhan suunnittelun perusteita	127
Metsäpuutarha julkisessa tilassa.....	130
Lopuksi.....	132
Kulttuurin ja tieteen nurkka: Metsäpuutarha esteettisenä kokemuksena – maisema ja leikki.....	133
Luku 8. Peltometsäviljelyn talous	137
Tavoitteena enemmän hyötyjä kuin haittoja.....	137
Peltometsäviljely on investointi.....	138
Kaksi esimerkkiä: tuulensuojakujanne ja puustoinen suojavyöhyke.....	139
Tulevaisuuteen varautuminen	140
Kirjallisuus:	1



1. Johdanto



Luku 1. Johdanto

Mitä on puustoinen maatalous?

Puustoinen maatalous on puuvartisten kasvien yhdistämistä maanviljelyyn, kasvien kasvattamiseen ja eläintuotantoon. Lyhyesti voisi sanoa "maataloutta puiden kanssa". Erilaisia puustoinen maatalouden järjestelmiä ovat esimerkiksi viljeltävälle tai laidunnettavalle pellolle istutetut puut ja pensaat, metsään tuotu yrttilijelmä, sieniviljelmä tai metsässä laiduntavat eläimet. Myös puustoisten perinnebiotooppien hoito laiduntavan karjan avulla on puustoista maataloutta.



Kuva 1. 'Agroforestry for Growers' workshop, ORC and Tolhurst Organics CIC, UK 2017. AGFORWARD project, Some rights reserved (CC BY-NC-SA 2.0)

Puustoisesta maataloudesta puhutaan myös nimellä **agrometsätalous**, ja perinteisesti on käytetty termiä **peltometsäviljely**. Viime aikoina "peltometsäviljely" on otettu käyttöön terminä, joka kuvaa viljelykasvien ja puiden yhteiskasvatusta pelto-olosuhteissa.



Kuva 2. Omenaa ja raparperia Tolhurst Organics Agroforestry -tilalla, UK. AGFORWARD project, Some rights reserved (CC BY-NC-SA 2.0)

Kaikki järjestelmät kattaviksi kattokäsitteiksi on koetettu vakiinnuttaa "puustoinen maatalous" tai "agrometsätalous". Keskustelu puustoinen maatalouden termistöstä on käymistilassa ja vakiintuneiden tekniikoiden yleistyttyä viljelijöiden käytössä ja suomenkielisessä tutkimuksessa. (Rimhanen ym. 2020, Luukkanen 2020, Nygren 2020)



Kuva 3. Poppelia peltometsäviljelykokeessa Silsoessa, Bedfordshiressa, UK maaliskuu 2000 (kuvaaja Paul Burgess) AGFORWARD project, Some rights reserved (CC BY-NC-SA 2.0)

Puustoinen maatalouden järjestelmät

Puustoisia maatalousjärjestelmiä on nimetty julkisen keskustelun, lainsäädännön ja maankäytön suunnittelun helpottamiseksi. Puiden määrä, viljelykasvien lajit ja karjan käyttö vaihtelevat.

Puustoinen viljely / Peltometsäviljely (Silvoarable)

Kun kasvinviljelypellolle sijoitetaan puita, puhutaan peltometsäviljelystä ja puustoisesta viljelystä. Yleisiä peltometsäviljelyn ratkaisuja ovat **puukujanteet**, **pensasaidanteet**, **tuulensuoja-aidanteet** ja **puustoiset vesistönsuojakaistat**.

Kujanneviljelyssä puurivien väliin syntyvissä kujanteissa viljellään erilaisia satokasveja, kuten viljoja, palkokasveja, vihanneksia tai marjoja. Lisäksi ne voivat suorittaa ekosysteemipalveluja, sekä tuottaa materiaalipuuta tai bioenergiaa.



Kuva 4. Peltometsäviljelykoe poppelia ja ohraa, Bedfordshire 2002 (kuvaaja Paul Burgess) AGFORWARD project, Some rights reserved (CC BY-NC-SA 2.0)



Kuva 5. Pajukujanne tuulensuojana Länsi-Uusimaalla, kuva Iiris Mattila

Viljelykasvit hyötyvät puuston tarjoamasta tuulensuojasta, hyönteisten monimuotoisuuden lisääntymisestä, ravinnekierroksen tehostumisesta, sekä muutoksista pellon vesitaloudessa.

Lyhytkiertopuun (engl. *short rotation coppice*) käyttö kujanteissa vähentää uusimiskustannuksia puunkorjuun jälkeen. Kujanteita voi perustaa tarpeen ja kiinnostuksen mukaan millä tahansa alueella soveltuvilla puulajeilla. *Aihetta käsitellään lisää osiossa Luku 4. Kujanteet, aidanteet, tuulensuojat*

Puustoinen laidun (*Silvopasture*)



Kuva 6. Lampaat laiduntamassa viinitarhoja, Etelä-Portugali. Kuva João Palma. AGFORWARD project, Some rights reserved (CC BY-NC-SA 2.0)



Kuva 7. Lampaat omenatarhassa toista päivää, Loughgall Pohjois-Irlanti. AGFORWARD project, Some rights reserved (CC BY-NC-SA 2.0)

Puustoisella laitumella karja ja puut kohtaavat. Tämä voi tapahtua metsässä ja/tai pellolla. Perinnebiotooppien hoito laiduntavan karjan avulla on ehkä tunnetuin ja käytetyin Suomen puustoisesta maatalouden sovellus. Eläimet voivat myös laiduntaa esimerkiksi hedelmätarhojen aluskasvillisuutta. Talousmetsien laidunnus voi toimia sekä eläinten hyvinvoinnin lähteenä että taimikonhoidon välineenä. *Aihetta käsitellään osiossa Luku 5. Puustoinen laidun.*



Kuva 8. Lampaat omenatarhassa viidettä päivää, Loughgall Pohjois-Irlanti, AGFORWARD project, Some rights reserved (CC BY-NC-SA 2.0)

Puustoinen peltolaidun (*Agrosilvopasture*)

Tilanne, jossa kasvinviljely, laidun ja puut ovat samassa tilassa yhtä aikaa, on nimetty puustoiseksi peltolaitumeksi. Käytännössä yksi esimerkki voisi olla kujanneviljely, jonka viljelykiertoon kuuluu yksi- tai monivuotisia nurmia, joita eläimet laiduntavat. Myös puidun viljan jälkeen kerääjäkasvustoa ja sänkeä laiduntamaan tuotu karja on tämän määritelmän mukaan puustoinen peltolaidun.

Pensasaidanteet, suojapuuyöhykkeet, vesistöjen suojavyöhykkeet (*Hedges, shelterbelts, riparian buffers*)

Puurivit ja puukaistat tarjoavat arvokkaita ekosysteemipalveluita peltoviljelyssä. Niitä voidaan sijoittaa lohkojen reunoille tai kulkemaan läpi pellon, tarpeen mukaan.

Peltojen reunoille aidanteiksi perustetut puut ja pensaat suojaavat kasvulohkoja sekä tuulelta että tuulen kuljettamilta hiukkasilta, kuten myös läheisten peltojen tuulikulkeumalta – torjunta-ainelta ja kasvunsääteiltä.

Peltojen läpi kulkevat puurivit ja -kaistat tehostavat tuulensuojaa, ja vähentävät vesieroosiota, jos aukeat ovat laajoja ja/tai pellot rinteisiä. Rivit voivat olla samansuuntaisia tai eri suuntiin sijoitel-

tuja, alueen ja viljelijän tarpeen mukaan. *Kujanteiden suunnittelua käsitellään osiossa Luku 4. Kujanteet, aidanteet, tuulensuojat.*

Vesistöjen puustoiset suojavyöhykkeet tarjoavat vesieläimille elintärkeää varjostusta ja kariketta. Juuristot pitävät rantamaata paikallaan ja estävät penkköjen sortumista. *Puustosuojakaistoista enemmän osiossa Luku 3. Puustoinen suojavyöhyke.*



Kuva 9. Puustoinen vesistönsuojakaista Suomessa. Kuva Jussi Aaltonen, Valonia.

Kaikki yllämainitut järjestelmät toimivat myös villieläinten kulkureitteinä, ekologisina käytävinä, lisääntymis- ruokailu- ja suojapaikkoina. Ne parantavat hyönteisten elinmahdollisuuksia ja lisäävät hyönteismonimuotoisuutta, millä on sekä viljelymaan että luonnon monimuotoisuudelle kauaskantoisia positiivisia vaikutuksia.

Metsämaanviljely (*Forest farming*)

Metsäpuuston luoman pienilmaston hyväksikäyttö tiettyjen arvokkaiden sienten ja kasvien kasvattamiseen, on huomionarvoinen tuotantomahdollisuus Suomessa.

Metsässä viljeltävistä yrteistä, humalasta ja sienistä on jo jonkin verran suomalaista kokemusta ja tutkimusta. Metsäolosuhteisiin sopeutuneista viljelykasveista voidaan saada merkittävää taloudellista tuloa, jos tuotteet saadaan markkinoitua sopiville toimijoille. Metsän vuokrausta viljelijöille on myös kokeiltu.

Aihetta käsitellään osiossa Luku 6. Sienten ja kasvien viljely metsässä

Metsäpuutarhat, kotipuutarhat (Forest gardens, homegardening)

Metsäpuutarha on monikerroksinen, monilajinen, ekologiaan, omavaraisuuteen perustuva pienen maa-alan ruoantuotantomalli. Metsäpuutarha suunnitellaan niin, että sen hoidontarve vuosien myötä vähenee, painottuu sadonkorjuuseen ja kevyeen ylläpitoon.

Metsäpuutarhoja perustetaan useimmin pihuille, joskus pelloille ja metsiin, vuokratilajelupalstoille sekä julkisiin tiloihin. Euroopassa metsäpuutarhoja käytetään julkisissa tiloissa opetuksellisena ja ympäristökasvatuksellisena elementtinä sekä kaupunkiympäristön viihtyisyyttä ja yhteisöllisyyttä lisäämään.

Metsäpuutarhoja käsitellään ruoantuotannollisesta ja maisemallisesta näkökulmasta osiossa Luku 7. Metsäpuutarhat

Maankäyttölajit

Puustoinen maatalous loikkii yli maankäyttölajirajojen. Puiden yhdistäminen viljelyyn ja karjanhoitoon sopii niin metsään, pellolle, julkiseen kaupunkitilaan kuin kotipihaan.

Metsä

Suomessa useille maanomistajille **metsä** on merkittävä toimeentulon lähde. Agrometsätalous on parhaimmillaan sekä mahdollisuus metsän taloudellisen tuoton kasvattamiseen, että metsänhoidon monipuolistamiseen.

Pelto

Pellolla puiden istutus on ollut tukiteknisesti haastavaa viimeisinä vuosikymmeninä, koska puumäärän tai -lajiston ylittäessä tietyt rajat, pelto ei ole enää tukikelpoinen. Maankäyttölajin muutos on harvoin ammattiviljelijälle mieluisa vaihtoehto, mutta ratkaisuja myös pellon puuston suunnitteluun ja tukikelpoisuuden säilyttämiseen

Taulukko 1. Puustoinen maatalouden järjestelmien sijoittuminen metsä- ja maatalouden virallisiin maankäyttöluokkiin (Lawson ym. 2016 *The Agroforestry Handbook* s.11, suomennus ja sovellus I. Mattila)

Puiden sijoittuminen maisemassa	Järjestelmän nimi	Metsämaa	Maatalousmaa
Puita viljelylohkolla, reuna- puustoa, metsää - eläimet mukana	Puustoinen laidun	Perinnebiotooppi (haka- maa, lehdesniitty, metsälaidun) Talousmetsälaidun	Perinnebiotooppi Puustoinen laidun (yksittäiset puut, metsäsaarekkeet, puurivit/kaistat, py- syvä nurmi max. 50 puuta/ha, hedelmä- tarha) Puustoinen vesistön suojakaista*
Puita viljelylohkolla, reu- napuustoa, metsää - ilman eläimiä	Puustoinen viljely, pelto- metsäviljely	Metsässä viljely (sienet ja yrtit)	Kujanneviljely Hedelmätarha Yksittäiset puut, metsäsaarekkeet Pensasaidat, tuu- lensuojat
Puita peltojen reuna- mailla, metsää	Reunavyöhykkeet	Metsänreuna Metsäkaistat	Vesistön suoja- vyöhykkeiden ver- kostot Pensasaidanteet, tuulensuojat

*) Euroopassa yleinen käytäntö. Suomessa tuen ehtona on puuston suojakaista vesistön varrella. Tämän lisäksi voi olla 2m leveä puustoinen tuulensuojakaista, sekä erillinen kasvulohko tuottavia puita (RUVI: Pelto-
tukien hakuopas 2023).

on kosolti. Tiettyjä puita on voinut istuttaa pelloille ennenkin: tukikelpoisia puita ovat hedelmäpuut, marjapensaat, taimistot, energiapuu. Metsäpuut ovat olleet viljellyillä pelloilla kiellettyjä, lukuun ottamatta maisemapuita, metsäsaarekkeitä ja pysyvää nurmea, jolla on saanut olla 50 runkoa hehtaarilla. **Maatalousmaan** määritelmä on kuitenkin muutoksessa juuri nyt, kun EU:n CAP (*Common Agricultural Policy*) asetukset uusiutuvat, ja niiden soveltamista hiotaan. Ympäristökriisin aiheuttama paine maatalouspolitiikkaa kohtaan muuttaa maatalouden käytäntöjä, ja muualla Euroopassa puustoinen maatalous (engl. *agroforestry*) kasvattaa suosiotaan vauhdilla.

Perinnebiotoopit

Perinnebiotoopit voivat sijoittua tukikelpoisille peltolohkoille, metsään tai muihin luonnonympäristöihin. Monimuotoisuuden lisäämisen ja uhanalaisten eliöiden elinympäristöjen turvaamisen vuoksi perinnebiotooppien hoitamiseen myönnetään erilaisia tukia. *Aiheesta löytyy lisätietoa osiossa Luku 5. Puustoinen laidun. Suomalainen porotalouskin* lasketaan puustoisena maatalou-

den piiriin, vaikka sitä ei tässä teoksessa syvemmin käsitellä.



Kuva 10. Puustoinen maatalous sopii monenlaiseen maankäyttöön

Taulukko 2. Puustoisesta maatalouden vaikutuksia (Paul Burgess, *The Agroforestry Handbook* 2019)

Tuottavuus	Tuotantoeläimille tarjottu suoja voi lisätä kasvunopeutta, ja tuulensuojat kasvintuotannossa voivat vähentää eroosiota. Puut voivat tarjota lisätuloja viljelijälle tuotevalikoiman laajentuessa esimerkiksi polttoaineisiin, ainespuuhun, hedelmiin ja pähkinöihin.
Ilmastonmuutoksen hillintä	Puut voivat säädellä paikallista ilmastoa sekä luoda pienilmastoja. Puiden hiilensidonta sekä maan päällä että alla voi vaikuttaa kansallisiin kasvihuonekaasujen päästötavoitteisiin.
Vedenhallinta	Puiden sisällyttäminen viljelyjärjestelmiin voi vähentää ravinnevalumia pelloilla, sekä veden kulua hidastaen että eroosiota estäen. Syväjuuriset puut sopivissa paikoissa vähentävät nitraatin kulkeutumista vesistöihin.
Monimuotoisuus ja maisema	Läpi Euroopan on todettu, että puustoinen maatalousalue lisää merkittävästi lajien määrää ja elonkirjoa. Lisäksi on yhä enemmän näyttöä siitä, että ihmiset pitävät puustoisesta maisemasta.
Eläinten hyvinvointi	Agrometsätalouden laidunalueet lieventävät ääriämpötiloja (sekä kylmä että kuuma) ja tarjoavat erilaisia habitaatteja pelto-olosuhteissa, mikä voi vähentää tuotantoeläinten stressiä ja mahdollistaa lajityypillistä käyttäytymistä.

Puiden hyödyt maataloudelle

Maatalous on muutoksessa. Monimuotoisuuden väheneminen ja ilmastonmuutos sekä kaupungistumisen aiheuttamat ongelmat ja vesistöjemme heikentynyt tila haastavat meidät kehittämään uusia toimintatapoja alkutuotannossa.

Puiden yhdistäminen peltoviljelyyn ja metsien monimuotoinen käyttö voivat ratkoa monia aikamme ympäristöongelmia, mutta tämän lisäksi puustoiset ympäristöt tuottavat sekä ihmisille että eläimille hyvinvointia – kauneutta, muutoksen kestävyttä, monipuolista toimintaympäristöä ja lajinmukaista käytöstä. (Taulukko 2.)

Viljelijälle ja metsänomistajalle agrometsätalouden järjestelmät tuovat monipuolisempaa tuotevalikoimaa ja lisätuloja. Hyvin suunnitellut järjestelmät lisäävät tuottavuutta, hiilensidontaa, vedenhallintaa ja vesistöjen puhtautta, monimuotoisuutta sekä eläinten hyvinvointia. Puuston perustaminen on työlästä, ja hoitoon on varattava aikaa, mutta se myös kannattaa. *Talousnäkökulmia pohditaan osiossa Luku 8. Peltometsäviljelyn talous*

Maankäytön tehokkuus (LER)

(suomennettu teoksesta *The Agroforestry Handbook*, kirjoittajan prof. Steven M. Newman, luvalla)

Puustoisien maatalouden kannattavuuden yhteydessä käytetään usein **LER (Land Equivalent Ratio)** laskentamallia. Land Equivalent Ratio havainnollistaa, että vaikka puut varaavat viljellyltä peltohehtaarilta tietyn alan satokasvin viljelystä, niiden sekaviljely kasvattaa sekä satokasvin että puuston tuottavuutta. Tuottavuus (satoa/ha) on korkeampi kuin monokulttuurissa.

$LER = \text{yhdistetty sato} / \text{monokulttuurin sato A} + \text{yhdistetty sato} / \text{monokulttuurin sato B} = 2$

Tavoitteena tämä kaksinkertainen satotaso (LER=2) on saavutettu vain yhdistelmällä päärynä+retikka.

Laskuesimerkki:

Jos sato A on saksanpähkinä ja sato B on vehnä, samalta hehtaarilta voisi saada 40 % sadon pähkinästä ja 80% sadon vehnästä. Tällöin $LER = 40/100 + 80/100 = 1,2$.

Tässä LER 1,2 tarkoittaisi että sato olisi 20% korkeampi seosviljelmässä kuin monokulttuurissa. Tai toisin sanoen, 20% enemmän maata tarvittaisiin saman sadon kasvattamiseen monokulttuurissa.

Puut ja luonnon monimuotoisuus

Puuston juuristovyöhykkeen pysyvyys ja maan muokkaamattomuus luovat monille eliölajeille elinympäristöjä, ja koska viljellyn alan kasvilajivalikoima lisääntyy, myös viljelyalan monimuotoisuus lajitasolla lisääntyy.

Alueen luonnolle ominaiset puuvartiset lajit lisäävät usein villieliöiden elinympäristöjä, mutta myös jalostetut puuvartiset voivat parantaa elinympäristöjen laatua. Puusto luo myös usein ekologisia käytäviä, jotka helpottavat villieliöiden kulkua ja leviämistä uusille reviiereille. Muokkaamaton maa luo edellytyksiä hyönteisten lisääntymiselle, talvehtimiselle ja lajirikkaudelle. Kukkivat lajit tuottavat monille eliölajeille resursseja ruokailuun ja talvehtimiseen.

Monimuotoisuusvaikutus voi olla vähäinen tai merkittävä riippuen järjestelmän lajirunsaudesta ja käytettävästä. Suunnittelulla voidaan vaikuttaa monimuotoisuusvaikutusten määrään ja kohteeseen.



Kuva 11. Bocage Bretagnessa, kuva Michael den Herder

Esimerkkejä puustoisista ympäristöistä ja niiden monimuotoisuusvaikutuksista:

- Monilajinen, puu- ja ruohovartisia kasveja sisältävä, kukkiva istutus luo enemmän edellytyksiä elonkirjolle, kuin yksilajinen ja korjuupainotteisesti hoidettu bioenergiaviljelmä.
- Vesistön varrelle istutettu monikerroksinen, lehtipuuvaltainen järjestelmä luo enemmän monimuotoisuutta kuin yksilajinen havupuuviljelmä.
- Perinnebiotoopin laiduntaminen ylläpitää elonkirjoa enemmän kuin timoteinurmelle istutetut/jätetyt yksittäiset puut.



Kuva 12. Montado, Portugal. Kuva: Michael den Herder.

Puut ja hiilensidonta

Puusto sitoo kasvunsa aikana hiiltä runkoon juuriin ja aluskasvustoon. Juuriston vuorovaikutus maan mikrobiston kanssa voi lisätä maan multavuutta ja biologista aktiivisuutta, mikä vaikuttaa hiilen kiertoon.

Jos puustoa korjataan käyttöön, sen hiili joko vapautuu (bioenergia) tai pysyy poissa kierrosta (rakennuspuun käyttö). Maan alle varastoituu puun juuriston sisältämää hiiltä, ja yksi- ja monivuotisten kasvien biomassaa sekä monimuotoista eliöelämää.

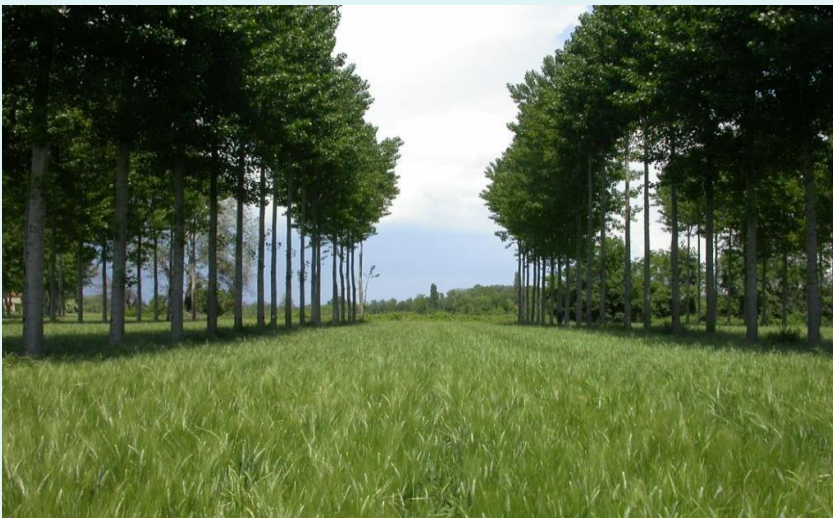
Puuston merkittävä hiilensidontapotentiaali johtuu sen monivuotisuudesta: Koska sekä puut että niiden alla kasvavat pensaat ja aluskasvit pysyvät muokkaamattomassa maassa, ei maahan kertyvää hiilivarastoa altisteta muokkausten aiheuttamalle hajotustoiminnalle.

Puustoisten maatalousjärjestelmien hiilensidontapotentiaalia on tutkittu toistaiseksi Suomen ulkopuolella. Suomen oloihin sovellettua laskuria ja muita digitaalisia puuston suunnittelun apuvälineitä luodaan parhaillaan (2023-) DIGITAF-hankkeessa (<https://digitaf.eu/>).

Tiedenurkka: Peltometsäviljelyn hiilensidontapotentiaali - tutkimusta maailmalta

Anu Riikonen, Helsingin Yliopisto

Peltometsäviljely on yleisesti katsottu yhdeksi ilmastomuutoksen torjunnan ja siihen sopeutumisen keinoksi. Tutkimuksissa on jo otettu huomioon varsin hyvin systeemin hiilensidonta ja kasvihuonekaasupäästöt, ja näitä tarkastellaan pinta-alaa kohti. Tarkastelua tuotettavaa ruokakiloa tai satoa kohti ei kirjallisuudesta juuri löydy. Peltometsän hiilensidonta on suurempi kuin peruspellon, ja siitä vastaa suurelta osin peltometsän puuston maanpäällinen biomassa, mutta myös maanalainen hiilivarasto yleensä kasvaa peltometsäviljelyyn siirryttäessä. Tarkastelua vaikeuttaa puiden pitkä kiertoaika erityisesti viileämmässä ilmastossa.



Kuva 13. Maanpäällinen ja -alainen biomassa kasvaa puiden myötä. Source: <http://www.4bm.ca/services/agroforestry.cfm>

Hiilensidontapotentiaali

Pohjois-Amerikkaa ja Kanadaa koskevassa kirjallisuusselvityksessä arvioitiin vesistöjen suojavyöhykkeiden voivan sitoa 2,6 tC ha/v, kujanneviljelyn 3,4, ja metsälaidunten noin 6 tC/ha/v (=9,5, 12,5 ja 22 t CO₂ ha/v) (Udawatta ja Jose 2011). Watsonin et al. (2000) pitkään käytetty arvio hillintäpotentiaalista kokonaisuudessaan on noin 11 t CO₂ ha/v, kun Kim et al. (2016) päätyvät selvästi suurempaan CO₂-ekvivalenttiin, n. 27 t CO₂ ha/v ainakin 14v ikään saakka. uudempi kirjallisuus on raportoinut aiempaa suurempia hiilensidontalukuja, ja sisältää kattavammin sekä maanlaisen että -päällisen C-varaston lisäyksen (Kim et al. 2016).

Hiilivaraston kertymän osalta ei ole yllättävää, että puustovaltaisimmat peltometsätyypit ovat maanpäällisen hiilen sitoijina tehokkaimpia. Pohjois-Amerikassa ja Kanadassa raportoiduissa tutkimuksissa (Udawatta ja Jose 2011) arvioitiin vesistöjen suojavyöhykkeiden maanalaisen hiilensidonnassa olevan noin 1/3 kokonaishiilensidonnasta. Pohjois-Amerikan ja Kanadan metsälaitumia pidetään erityisen tehokkaina hiilen sidonnassa, jopa tehokkaampina kuin istutus-metsät tai pelkät laitumet. Näissä metsälaitumissa puusto kasvaa voimakkaasti maanpäällistä biomassaa, ja monivuotiset nurmikasvit lisäävät maanalaista hiilivarastoa (Udawatta ja Jose 2011).

Maaperän hiilensidonnassa osalta tehokkain järjestelmä näytti vaihtelevan eri maanosissa. Suurin maaperän hiilen lisäys nähtiin kaikkien ilmastoalueiden yli tarkasteltaessa yleensä siirryttäessä metsälaidunukseen tai monikäyttöisiin kotipuutarhatilkkuihin, ja kun lähtökohtana oli peruspelto, heinäpelto tai joutomaa (Feliciano et al. 2018). Metsälaitumet, puustoiset kesannot ja puustovaltaiset peltometsät, kuten teen ja kahvin viljely varjostavan puuston alla, näyttivät yleisimmin olevan eduksi maan hiilivarastolle, samoin asutuksen yhteydessä olevat kotipuutarhatilkut, joilla oli sekä puustoa, viljelykasveja että kotieläimiä (Feliciano et al. 2018, Kim et al. 2016). Feliciano et al. (2018) metatutkimuksessa arvioitiin, että **lauhkealla vyöhykkeellä peltometsäviljelyn hiilensidontapotentiaali maaperään ensimmäisen noin 15 v. aikana olisi luokkaa 0.8 tC/ha/v.**

Maan hiilivarastot puustoisella maatalousalueella: Meta-analyysissä (Kim et al. 2016) peltometsissä oli maailmanlaajuisesti tarkastellen, viereisiin maatalousmaihin verrattuna, pintamaassa, joko 0-10 tai 0-20 cm kerroksessa, enemmän hiiltä ($23.5 \pm 15.1\%$). Pelkästään Kanadassa tehtyihin tutkimuksiin (joita oli hieman toistakymmentä ja joissa tarkasteltiin maata yleensä 30-40cm syvyyteen) perustunut meta-analyysi löysi 95 ± 8.3 tC/ha orgaanista hiiltä puustoisista peltometsistä, kun verrannepelloilla vastaava arvo oli 86.3 ± 82 . tC/ha (Baah-Acheamfour et al 2017).



Kuva 14. Kotipuutarha Nambakissa, Laosissa. Kuva Eshetu Yirdaw 2019.

Maan suurempi hiilivarasto peltometsissä on erityisen selvä syvemällä maassa kuin pinnassa (20-40 cm syvyydellä, Wotherspoon et al. 2014, tai n.50cm, Nair 2010). Sen kertyminen voi kuitenkin viedä kymmeniä vuosia; esimerkiksi kanadalaisessa tutkimuksessa, jossa oli käytetty rivisekaviljelyssä puulajina nopeakasvuista hybridihaapaa, maan hiilivarasto oli kyllä keskimäärin hieman kasvanut 13 vuoden peltometsäviljelyn jälkeen, mutta ero ei ollut merkitsevä (Oelbermann & Voroney 2007). Sellaisiakin tutkimuksia on, joissa maan hiilipitoisuus on laskenut peltometsäviljelyyn siirryttäessä joko pinta-alaa kohti tai joissain tietyissä maakerroksissa (esim. Isaac et al. 2005, Nojonen et al. 2013).

Tähän lienevät syynä orgaanisen hiilisyötteen ja maanmuokkauksen muutokset viljelyjärjestelmän vaihtuessa ja puiden ollessa vielä pieniä.

Mekanismeja peltometsien maan korkeamman hiilipitoisuuden syntyyn on arvioitu (Kim et al. 2016): suurempi hiilensidonta ylipäättään, erityisesti katkoton kasvipeitteisyys ja tuotto yli vuoden; perinteisiltä pelloilta kerätään pois suurempi osa biomassasta : vähemmän kariketta; maanmuokkauksen aiheuttama häiriö perinteisillä pelloilla rikkoo hiiltä suojaavia muruja ja altistaa hiiltä hajotukselle; jatkuva kasvipeite ja vähempi maanmuokkaus estävät eroosiota, jolloin karikekerros pääsee kasvamaan.



Kuva 15. Peltometsäviljelmä Gedeossa, Etiopiassa. Kuva Eshetu Yirdaw.

CO₂-päästöt. CO₂-vuo maasta on peltometsäviljelyssä tyypillisesti suurempi kuin tavanomaisen. (esim. Amadi et al 2016, 2017, Baah-Acheamfour et al. 2017, Udawatta ja Jose 2011). Tämä johtunee pääasiassa siitä, että hajotettavaa hiiltä päätyy maahan enemmän ja mikrobi- ja juurihengitys on vilkkaampaa. Juuribiomassaa onkin usein selvästi enemmän puustoisissa osissa peltometsiä, mikä ymmärrettävästi johtaa korkeampaan respiraatioon (esim. Wotherspoon et al. 2014). Yleensä suurempi CO₂-vuo ei riitä mitätöimään peltometsän paremman hiilensidonnan etuja (Peichl et al. 2006, Wotherspoon et al. 2014, Kwak et al. 2019). Lisäksi puiden vaikutus maaperäoloihin voi joissain tilanteissa hidastaa hajotusta. Eräässä varsin laajassa tutkimuksessa Pohjois-Carolinassa (Franzluebbens et al. 2017) CO₂-vuo maasta lähempää puustoa oli pienempi kuin viljelykasvirivin puolelta, koska varjostus ja puiden vedenotto viilensivät ja kuivattivat maata; myös Amadi et al. (2017) totesivat maan lämpötilaeron olevan tärkeä CO₂-tuoton erojen selittäjä pellon ja suojapuustovyöhykkeen välillä.



Kuva 16. Kenialaista peltometsäviljelyä. Source: <http://blog.worldagroforestry.org/>

Aikaskaalasta Peltometsäviljelyssä maan hiilivaraston kasvuun (=hiilensidontaan) vaikuttaa suuresti lähtötila, eli miten hiiliköyhästä maasta alkutilanteesta lähdetään (Feliciano et al. 2018), ja miten runsashiiliseen järjestelmään siirrytään. Yleisesti ottaen peltometsäviljely on useimmiten todettu maan hiilivarastolle edulliseksi (Kim et al. 2016). On kuitenkin huomioitava, että perustamiseen liittyvät hiilisyötteen muutokset ja lähtö hyvin hiilirikkaasta systeemistä voi muuttaa tilannetta (esim. Noponen et al. 2013).

Vaikuttaa siltä, että tropiikissa melko usein havaittava alun nopea kasvu maan hiilivarastossa johtuu paljolti alkutilassa puuttuvan kärkekerroksen kertymisestä maan pintaan (Kim et al. 2016). Viileämmästä ilmastosta tutkimusta on hyvin vähän. Voitaneen olettaa, että maan hiilen kertymisessä saattaa olla alussa viive samaan tapaan kuin Suomessa ja Ruotsissa peltoja metsitettäessä (esim. Vesterdal et al. 2002, Karhu et al. 2011)



Kuva 17. Faideherbia-puita, joiden alla teff-kasvusto, Central Rift Valley, Ethiopia. Kuva: Negash 2005



Kuva 18. Länsi-Uusimaalainen maatalousmaisema kesäkuussa. Kuva Iiris Mattila

Lopuksi. Peltometsäviljelyn hiilensidontapotentiaalin ja optimaalisten ratkaisujen löytäminen kaipaa lisää tutkimusta. Juuriston vaikutuksia hiilensidontaan ja viljelyjärjestelmiin ei juurikaan tunneta. Optimaalisten ratkaisujen tutkimus olisi tervetullutta, koska maailman viljelyalueet ovat tarpeiltaan ja olosuhteiltaan hyvin erilaisia.

Puut ratkaisuina ilmastokriisissä

(Saara Lilja & Iiris Mattila)

Pohjoiset alueet ovat lämmenneet viime vuosikymmeninä nopeasti, ja arktisen alueen lämpeneminen on neljä kertaa nopeampaa, kuin muualla maailmassa. Suomen keskilämpötila on kohonnut noin 2 astetta 1800-luvun puoliväliin verrattuna. Kasvukautemme on pidentynyt, mutta lämpeneminen on nostanut myös maatalouteen kohdistuvien sää- ja ilmatoriskien määrää. Riskit

ovat sekä kansallisia että kansainvälisiä. Rajanylittäviä tekijöitä ilmastomuutoksessa ovat esimerkiksi uudet kasvitautit ja kasvintuholaiset sekä rikkakasvit. Kasvukauden pitenemisen seurauksena satoisuus on lisääntynyt joillakin lajikkeilla, mutta esimerkiksi talven suojaava vaikutus on vähentynyt ja tämä on aiheuttanut satotappioita. Lisääntyvät helle- ja kuivuusjaksot sekä toisaalta rankkasateet ja roudattomuus aiheuttavat lisääntyviä ongelmia pelloilla ja tällä on vaiku-

Taulukko 3. Puusto voi suojata maatilaa ilmastomuutoksen vaikutuksilta. Puustoisien maatalouden käytännöt tarjoavat luontopohjaisia sopeutumismekanismeja sää- ja ilmatoriskeihin varautumiseksi. Muokattu oppaasta: Working Trees Infosheet (USDA).

Riski	Sopeutumismekanismi	Puustoisien maatalouden käytäntö
Rankat sateet	Hitaampi veden virtausnopeus vähentää tulvimista, eroosiota ja veden rehevöitymistä/saastumista	Kujanneviljely, Puustoiset vesistöjen suojakaistat
Kohonneet lämpötilat	Varjostus vähentää eläinten lämpöstressiä	Puustoinen laidun
Useammin toistuvat ja kovemmat helteet	Haihdunnan vähentäminen suojaavan latvuksen avulla	Suojuspuut
Voimakkaammat myrskyt (tuuli ja sade)	Sadon suojaus tuulituhoilta ja hiekkamyrskyiltä. Suojaus nostaa pienilmaston lämpötilaa	Tuulensuojat ja kujanneviljely
Kasvukauden muutokset (lämpötila ja sademäärät)	Sadon suojaus pienilmastojen avulla.	Tuulensuojat, kujanneviljely, metsämaanviljely
Talvimyrskyt ja erityisen kylmät jaksot	Suojan tarjoaminen vähentää eläinten kylmästressiä.	Puustoinen laidun, kujanneviljely
Lisääntyneet hyönteis- ja tautiongelmat	Hyötyhyönteisten habitaatit lisäävät luontaisten vihollisten määriä ja auttavat kontrolloimaan tuhollaisia	Monimuotoistava viljely, kujanneviljely, monimuotoisuuskaistat.
Lisääntyneet riskit sadon epäonnistumiseen muiden syiden vuoksi	Laajempi lajivalikoima lisää vastediversiteettiä ja satovarmuutta	Kaikki puustoisien maatalouden järjestelmät

tusta myös ruokaturvaan. Paikallisen omavaraisuuden rakentaminen korostuu muuttuvassa ilmastossa, koska ruoantuotannon hankaluudet heijastuvat elintarvikkeiden saatavuuteen muualta maailmasta. Samanaikaisesti lannoitteiden saatavuus heikkenee ja hinnat nousevat (Sopeutumisen tila 2017, Gregow ym. 2021, Kansallinen riskiarvio/ Sisäministeriö 2023). Peltometsätalouden menetelmien kehittäminen ja varautuminen yhä äärevöityviin sääolosuhteisiin on tärkeää aloittaa mahdollisimman pian. Järjestelmiä on suunniteltava ja perustettava heti, jotta ne toimivat tulevaisuudessa. Eri puulajien kasvattaminen ja kokeileminen voidaan nähdä huoltovarmuusrakenteena, jonka kasvulle pitää antaa aikaa. Ilmaston lämpenemisen vuoksi kasvukausi on pidentynyt Suomessa ja olosuhteet hedelmäpuiden ja marjapensaiden sekä viiniköynnösten kasvatamiselle ovat parantuneet 2000-luvulla erityisesti Etelä-Suomessa, mutta myös muualla Suomessa. Puusto voi auttaa maatilaa sopeutumaan sään ääri-ilmiöihin, ja lieventämään niiden vaikutuksia maatalon toimintaan (Taulukko 3). Puusto vaikuttaa viljely-ympäristön pienilmastoihin, sekä kytkeytyy pellon vesitalouteen, eroosioherkkyyteen ja ravinnekiertoon. Puuston kyky haihduttaa sekä toisaalta sitoa vettä ja näin tasata lämpötiloja on tärkeä ekosysteemipalvelu, jota voidaan peltometsätaloudella vahvistaa.

Vastediversiteetiksi kutsutaan monimuotoisuutta, joka tuo järjestelmään eri tavoin häiriöön reagoivia lajeja ja lajikkeita (engl. *response diversity*). Puusto, muun viljelyjärjestelmän monimuotoisuuden osana, lisää vatediversiteettiä ja turvaa osaltaan sadon onnistumista ennalta-arvaamattomissa sääoloissa.

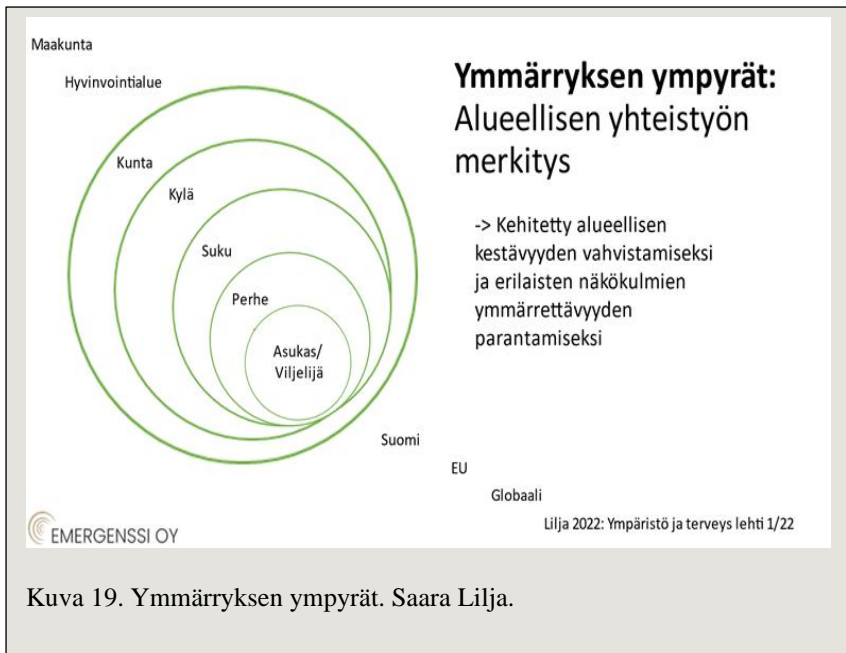
Puustoisien maatalouden käytännöt (taulukko 3.) liittyvät myös metsäsektorin sää- ja ilmastorisikallisuuteen. Monipuolistamalla peltoviljely-ympäristöä voidaan ainakin jossain määrin lisätä metsään ulottuvaa monimuotoisuutta, ja luoda puskuria metsätalouden riskien torjumiseksi. Esimerkkejä maisematason vaikutuksista puuston lisäämiseen ja monipuolistamiseen:

- Kirjanpainaja- ja kaarnakuoriaistuhoalttiuden lisääntyessä on tärkeää suosia lehti-puulajeja koko maisemassa.
- Maalahopuu tarjoaa elinympäristön monille pölyttäjille ja kasvintuhohyönteisten luontaisille vihollisille.
- Lahopuut tarjoavat pitkäaikaisia typpivarastoja.
- Metsän laiduntaminen voi muuttaa metsän rakennetta ja lajistoa monimuotoisemmaksi sekä kasvillisuuden että puuston suhteen, mikä puolestaan voi vähentää tuhohyönteisten massaesiintymistä.
- Metsämaanviljelyn vaikutus valo- ja tilaolosuhteisiin voi lieventää tuholaisriskejä.

Puustoinen maatalous alueellisen riskienhallinnan välineenä

Suomeen laadittiin ensimmäiset alueelliset sää- ja ilmastorisikarvot vuonna 2019 (Tuomenvirta ym 2019). Edelleen, sekä Katastrofiriskien hallinnan selonteko että Turvallisuusselonteko vuodelta 2021 korostavat sää- ja ilmastoriskeihin varautumisen merkitystä **alueellisena kysymyksenä**. Alueelliset erityispiirteet on tärkeää huomioida, koska Suomen eri alueet eroavat esimerkiksi turvemaiden osuuden, peltojen eroosioherkkyyden ja alueiden tulvavaaran suhteen. Alueellista riskitarkastelua tarkennettiin myös Ilmasto-paneelin työssä, jossa Suomen sää- ja ilmastorisikien kokonaiskuva määritettiin maakunnittain (Gregow ym. 2021).

Muuttuvaan ilmastoon sopeutuminen tarkoittaa yhteisön kykyä hyväksyä tilanne ja ymmärtää oman alueen erityispiirteet ja siinä erityisesti riskiherkkyyden, sekä omat mahdollisuudet toimia muutoksessa. Vasta viime vuonna Suomeen kehitettiin alueita tukevaa ilmastonmuutoksen hillintää ja sopeutumista yhteenkytkäviä tarkasteluja maataloustoimijoille (Saikku ym. 2022). Jokaisen viljeilijän on tärkeää tunnistaa oma tilanteensa, ja kytkeä tuotantoketju alueelliseen toimintaan. Käytännössä, kyläyhdistysten ja hyvinvointialueen on hyvä olla varautunut toimimaan tulevaisuudessa erilaisissa yhteistyöverkostoissa (Kuva 19).



Kuva 19. Ymmärryksen ympyrät. Saara Lilja.

Peltometsäviljelystä Suomen eri alueiden sää- ja ilmatoriskien hallinnan apuvälineenä ei ole vielä juurikaan tutkimustietoa, mutta mahdollisuudet ovat mittavat. Sää- ja ilmatoriskien vaihtelevuuden ja lisääntymisen vuoksi olisi tärkeää tehdä kokeilevaa toimintaa, koska puiden kasvunopeus on suhteellisen hidas ja ilmastonmuutos yllättävän nopea.

Yhteisön ja lähialueyhteistyön merkitys
Ilmastonmuutos haastaa yksilön jaksamista ja edellyttää ihmisten välistä yhteistyötä. Puustoisesta maatalouden menetelmissä voidaan yhdistää kylän erilaisten ihmisten osaamista: Esimerkiksi joku voi osata hyödyntää puuraaka-ainetta uusiin tuotteisiin ja toinen voi tehdä hunajasta tai hedelmistä tuotteita, joista on iloa koko alueelle. Yhteistoiminnalla voidaan myös tasata maanviljelijän työhuippuja: Esimerkiksi kiertävät laiduntajat voisivat auttaa metsänhoidossa, pellon vuokraaminen palstaviljelijöille tai laidunpankin käyttäminen voisivat tuoda molemminpuolista lisäarvoa kujanneviljelystä, hedelmätarhan laidunnus voisi tuoda eläinten omistajalle lisälaidunala ja hedelmätarhan omistajalle lannoitus- ja niittopalveluja, ja niin edelleen. Paikallisessa toiminnassa peltometsätalouden avulla voidaan rakentaa yhteisöllisiä peltoja, metsiä ja puutarhoja, jossa vuorovaikutus alueen ihmisten välillä vahvistuu.

Vesitalouden hallinta ja vesistöjen suojele - yksin ja yhdessä

Ilmastonmuutos vaikuttaa viljelymaiden vesitalouteen. Yksittäisen peltolohkon ja kokonaisen valuma-alueen vesitalouden hallinta tapahtuvat eri toimenpiteissä, mutta niiden tulisi sopia yhteen. Peltoaukealla vesitalouden pieni-piirteisyys on hyvin tyypillistä, ja puuston haihduttamiskapasiteetilla voi olla merkitystä alan kosteustekijöihin.

Maanomistaja määrittelee itse mitä pelloltaan tarvitsee, ja ratkoo vesitalouden ongelmat ojituk-

sin, maanmuokkausmenetelmin, puustoin ja kosteikoin.

Valuma-alueella vesien ja vesitalouden hallintaan tarvitaan yhteisöllistä näkökulmaa ja yhteistoimintaa. Alueen kaikki maanomistajat on saatava mukaan toimintaan, jotta vesistöjen hoito todella onnistuu. (ks. tarina "Pisaran matka maisemassa")

Järvien vedenlaadun parantamiseksi on eri puolilla Suomea on perustettu vesiensuojeluyhdistyksiä, joissa viljelijät ovat verkostoituneet esimerkiksi mökkiläisten kanssa. Kunnostussuunnitelmiin on lisätty esimerkiksi kesanto- ja luomuviljelyä vesistöjen suojavyöhykkeillä. Isoimmilla järvi-alueilla yhteistyö ja erilainen hanketoiminta esimerkiksi kuntien, ELY-keskusten ja tutkimuslaitosten kanssa on ollut pilotoivaa. Peltometsätalouden keinoja ei olla vielä hyödynnetty, vaan vesien suojelukosteikot ovat olleet avoimia ja puustottomia alueita (Esimerkiksi Operandum ja Hiilipolku-hankkeet 2021-2023).

Sekä yksityismailla että laajemmilla valuma-alueilla on luontevaa hyödyntää luontaisia kosteikkopaikkoja, kun halutaan hallita vedenvirtausta tuotantoalueella ja samanaikaisesti lisätä esimerkiksi luonnon monimuotoisuutta maisemassa. Viime vuosina on rakennettu paljon monihyötyi-

siä kotiseutukosteikkoja maatalouden vesiensuojeluun ja riistalle. Kosteikot toimivat rankkasaiteella vesivarastona ja monipuolistavat lajistoa. Lisäksi niiden rakentaminen tiivistää alueen maanomistajien ja urakoitsijoiden välistä yhteistyötä sekä osaamis pohjaa. Yhteistyössä on laadittu konsepti ja opasmateriaalit kosteikkojen perustamiseksi (Suomen Riistakeskus/ (Kotiseutukosteikko). Peltometsätalouden menetelmiä on hyvä hyödyntää myös kosteikkojen rakentamisessa.

Joillakin alueilla ojitusyhteisöt, voivat tukea esimerkiksi sääätösalajoituksen suunnittelussa sekä koota maanomistajat yhteen suunnittelemaan vesistönsuojelutoimenpiteitä.

Mikä voi tukea alueellista suunnittelua?

ELY-keskukset ovat keränneet ja digitoineet vanhojen ojitusyhteisöjen tietoja Ojitusyhteisö -nimiseen karttapalveluun (ArcGIS) vuodesta 2020 lähtien. Pääasiassa 1940-1970 -luvulla tehtyjen peltojen ojitustöiden yhteydessä perustetut ojitusyhteisöt velvoittavat edelleen monia hyötyalueiden kiinteistöjä ylläpitämään ja kunnostamaan hallinnoimiaan oja. Yksittäinen maanomistaja tai kunnostusta suunnitteleva yhteisö voi aloittaa ojitusyhteisön metsästämissä ja herättämisen karttatarkastelulla. Karttapalvelusta pystyy etsimään kohdan, johon kunnostusta suunnitellaan ja sitä kautta löytyy tieto ojitusyhteisöstä. Karttapalvelusta löytyvällä ojitusyhteisön nimellä sekä hankkeen toimitusnumerolla voi kysyä asiakirjoja alueellisesta ELY-keskuksesta tietopalvelupyynnöllä.

<https://www.ely-keskus.fi/-/ojitusyhteisöjen-tietoja-paivitetaan-uuteen-karttapalvelu-1>

(käytetty 1.4.2023)

Useat järjestöt (esim. WWF, Valonia, Luvy ry) tekevät hankeyhteistyötä maanomistajien kanssa mm. valuma-alueiden luonnonhoidossa ja virtavesien kunnostuksessa. Järjestöillään on etuna vesistöasiantuntijoiden saatavuus ja projektirahoituksen osaaminen.

Kestävyysymmärrys ja luontopohjaiset ratkaisut

Maataloustuotannon suunnitteluun on tärkeää kytkeä ymmärrystä rajat ylittävien tekijöiden vaikutuksesta meidän maataloudellemme, eli ns. **kestävyysymmärrystä**: Maatilan arki kytkeytyy perheen ja oman tilan ja lähiympäristön toimintoihin, mutta viljelyn tuotantotekijöiden, eli esimerkiksi lannoitteiden ja polttoaineiden saatavuus tai viljan hinta, voi olla riippuvainen globaalista kaupasta. Muualla maailmassa esiintyvät ilmastotuhot heijastuvat jo nyt Suomen markkinatekijöihin. Yhdessä toimimalla rakennetaan kestävyysymmärrystä ja resilienssiä eli muutoskestävyyttä globaalien toimitusketjujen katkeamisen varalle. Tämän lisäksi kestävyysymmärrys vahvistaa alueellista toimintaa yhteistyöverkostoissa, ja riippumattomuutta globaalista kaupasta.

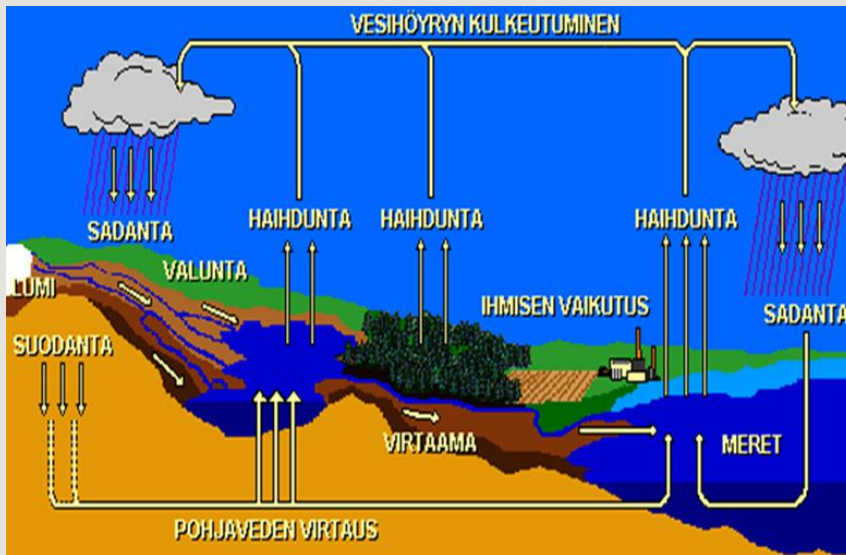
Peltometsätalouden keinovalikoima on edustava otos muutokseen varautumista. Yhteisöllisyyteen, alueellisuuteen, omavaraisuuteen ja agroekologiaan perustuvat muutokset ovat osa niin sanottua **luontopohjaisten ratkaisujen** kirjoa. Luontopohjaisten ratkaisujen arvo piilee niiden monihyötyisyydessä: Ne rakennetaan usein *yhteistyössä*, ja niin ne tukevat alueellista kulttuurista ja sosiaalista kestävyttä. Lisäksi, luontopohjaisissa ratkaisuissa monenlaiset *ekosysteemipalveluhyödyt vahvistavat järjestelmän rakenteita*; Esimerkiksi kosteikot tulvaherkillä alueilla ja lisäävät luonnon monimuotoisuutta, ravinteidenpidätyskaistat tarjoavat myös pölyttäjille elinympäristöjä ja siten lisäävät pölytyspalveluita, tuulensuojat parantavat karjaeläinten ja pölyttäjähyönteisten elinympäristöjä samalla kun ne lisäävät satoja ja vähentävät eroosiota. Luontopohjaiset ratkaisut tarjoavat siis **riskien hallinnan** myötä **taloudellista hyötyä** ja **lisääntyvää hyvinvointia**.

Pisaran matka maisemassa – vedenkierron muutos maisemassa

(Saara Lilja)

Ilmastonmuutos kohdistuu ihmisen ja luonnon hyvinvoinnin lisäksi talouteen ja elinkeinoihin sekä rakennuksiin ja tiestöön. Vedenkierron vaiheet onkin tärkeää huomioida alueellisena kysymyksenä (Kuva 20). Maanomistaja ei toimi yksin, vaan maankäytön vaikutukset näkyvät valuma-alueella.

Veden kierron merkityksen ymmärtäminen on riskien hallinnan kannalta tärkeää. Mistä pisara tulee? Mikä on minun metsäni merkitys läheisen järven tilaan? Riskit ovat yhteisiä, koska vesi ei tunne kiinteistörajoja.



Kuva 20. Vedenkierron eri vaiheet Lähde: SYKE

Pisara tulee taivaalta sateena ja usein se kohtaa kasvillisuuden ennen maaperään painumistaan. Sillä on merkitystä, minkälaisen kasvillisuuden se kohtaa, vai kohtaako se kasvillisuutta ollenkaan.

Sillä on merkitystä, minkälaisena lähetämme pisaran eteenpäin. Onko pisaran kyydissä kiintoainetta ja ravinteita, vai onnistuuko minun peltoni, metsäni, maani pidättämään ravinteita. Voisinko rakentaa kosteikon? Voisinko kylvää/istuttaa suojakaistoja? Onnistunko lähettämään pisaran järveen, jokeen tai mereen puhtaana vesistöjä rehevöittävästä ravinteista?

Tässä ajassa erilaiset riskit lisääntyvät samanaikaisesti ja siksi yhteistyön ylläpitäminen ja vaaliminen on tärkeää. Puustoinen maatalous voi olla osa elävää huoltovarmuusinfrastruktuuria.

Kulttuurinurkka: Kasket, kalasaunat, karjamajat ja salaiset salot.

Annika Michelson, Hämeen ammattikorkeakoulu (20.2.2023)

Suomalainen maatalous säilytti muita Pohjoismaita pidempään ikivanhat tapansa. Metsäisten resursien hyödyntäminen on aina ollut keskeinen asia suomalaisessa maataloudessa. Pelloilla viljeltiin viljaa ja karjan rehut tulivat pääosin metsistä kerppujen ja luonnonvaraisten heinien muodossa. Erilaisia 'paimentolaisjärjestelmiä' hyödynnettiin eri vuodenaikoina ja eri kotieläinten kanssa eri tavoilla.



Kuva 21. Karjamaja Maalahdella, Kuva: Heikel A. O. 1903, Museovirasto

Kaskitalouden, kalasaunojen, saloisten, karjamajojen, kesänavettojen, kenttien ja kesäkotien yhteinen tekijä on metsäluonnon hyödyntäminen. Näissä oli isoja paikallisia eroja. Tiivisasutussa Länsi-Suomessa rakenne uudistui ja luonnonvarojen yhteiskäyttö loppui aikaisemmin. Eläinten kuljettaminen saariin oli tavallista niin saaristossa kun järvi-Suomessain, koska saarilla petovaara oli pienempi. Saarien luonnonvarojen käyttö on vähentynyt voimakkaasti maatalouden teollistumisen myötä.

Kaskitaloudessa otettiin säännöllisesti uusia alueita poltettaviksi. Alueita kaskettaviksi valittiin huolella, koska niitä piti voida käyttää mahdollisimman kauan. Kaskea poltettiin siellä missä oli hyviä metsästysmaita ja hyvät kalavedet, eräkäyntien yhteydessä, kaukana pysyvistä asuinpaikoista. Kaskenpolton yhteydessä kalastettiin paljon. Kaskenpolttomailta rakennettuja väliaikaisia asuinrakennuksia, saunoja, käytettiin myös riihinä.



Kuva 22. Hietaniemen kalasaunalla, Paulaharju Samuli, kuvaaja, 1912. Museovirasto

Kalasaunoihin mentiin varhain kevättalvella, kun jää vielä kantoi. Kevätkalastukseen otettiin myös mukaan vuohia. Alussa vuohet olivat yöllä saunoissa, myöhemmin kun sää lämpeni, niitä siirrettiin saariin. Usein tuotiin sato kotiin vasta talvella. (Mikko, 1912). Kun kevätkalastus oli tehty, aloitettiin kaskan valmistaminen. Kalasaunoja oli niin ulkosaaristossa, kun sisämaan erämailla. Nykyään käytetään paljon vanhoja kalasaunoja vesioikeuksien ylläpitoon liittyen sekä vesistöjen hoitamisessa.

Heinät tehtiin yleensä ensin **saloissa** ja sitten vasta kotiniityillä. Heinäntekoon valmistuminen antoi eritoten emännille paljon huolta ja hommaa. Ruokaa piti olla monenlaista ja runsaasti, oli valmistettava kaljaa, kirnuttavaa voita, tehtävää juustoa, paistettava leipää ja pantavaa poukkaa (pyykin pesemistä). Heinäntekoaikana oli kaikkien esiinnyttävä puhtaissa vaatteissa. (Sirelius, 1919, 290). Lehmät myös laidunnettiin saloissa.

Karjamajoja käytettiin Pohjanmaalla, Tornionlaaksossa ja Laatokan alueella. Tornionlaakson karjamajat säilyivät pisimpään käytössä, vuoden 1959 saakka. Alueella on ajan myötä ollut paljon levottomuuksia, tuhottu teitä ja asutusta (esim. varjakit ja novogrodilasat). Kun osan karjasta ja ihmisistä olivat karjamajoilla, tuhoutumisvaara oli pienempi. Oletetaan, että korkeatasoinen maitotalous oli vaikuttava seikka karjamajojen kehityksen takana (Pekkala, 2002; Korteniemi, 2009).

Pohjois-Karjalassa ja Pohjois-Savossa karjamajat olivat vaaroilla. Niiden sijainti riippui veden saatavuudesta. Näillä alueilla kotieläintalous kehittyi päätuotantosunnaksi 1800-luvulla, ja voi oli tärkeä kauppavara. Karjan laiduntaminen kaukaisilla saloilla ja metsälaitumilla edisti kesän maitotuotanto. Karjamajat olivat yleensä 20 km kotipaikasta. (Pekkala, 2002)

Metsä tarjosi myös **maitotalouden astioiden** tekemiseksi raaka-aineita. Astiat olivat tuohisia, yksipuisia, kimpi- tai saviastioita. Muinoin käytettiin varsin paljon tuohiastioita - oli tuohisia siivilöitä, kehloja, kirnuja ja juomankuljetusastioita. Ne säilyivät kauan maitotalouden alalla, koska karja vietiin kesän ajaksi kylästä salolle, pitkään ruohoisille laidunmaille. Oli tarpeetonta kuljettaa sinne raskasta puukalustoa, kun saloissa oli yllin kyllin tuohta astioiden valmistukseen. (Sirelius, 1919: 323)



Kuva 23. Jaakkimalainen emäntä vaalimassa karjaansa Miinalan salolla, Kuva: Saikkonen, M., 1920–1939, Museovirasto

Lähteet:

Korteniemi, Markku: *Tornionlaakson muinaistutkimuksen ja varhishistorian kysymyksiä*. Ikäheimo, Janne & Lipponen Sanna (ed): Ei kiveäkään kääntämättä. Juhlakirja Pentti Koivuselle. 2009, s.236

Mikko Ilkka. 1912. Vuohenhoitokirja

Pekkala, Jaana: *Rapin karjamajan korjaus*. Kirjastovirma. Pohjoispohjalaista kulttuuria, paikallis-historiaa ja perinnetietoa: Haapavesi (1998 jälkeen)

Pohjois-Pohjoismaan rakennettu kulttuuriympäristö 2015 (pdf). Haapavesi

Sireilus, U.T. Suomen Kansanomaista Kulttuuria. Otava, 1919, s. 210, 290, 323-324



2. Puiden kasvatus



Luku 2. Puiden kasvatusta

*Oikein istutettu ja hyvin hoidettu taimi tuottaa sa-
toa pian ja pitkään, kasvaa hyvälaatuista puuta-
varaa ja kestää säiden vaihtelua. Ensimmäisten
vuosien kuivuus ja ravinnepuutteet näkyvät jat-
kossa heikompana kasvuna.*

*Jotta puuvartinen kasvi juurtuisi hyvin, ottaisi
kasvutilan jonka se tarvitsee, ja saisi vettä ja ra-
vinteita riittävästi, on istuttamisvaiheessa huomi-
oitava taimen perustarpeet:*

Taimen perustarpeet

1) Lämpö ja maa sallii juuriston laajeta. Tiivistymät on poistettava ennen taimien istutusta. Puuvartisten kasvien levittäminen maahan käytännössä 1,5-3 kertaa latvusta laajemmalle. Pelkän istutuskopan kuohkeuttaminen ei siis riitä juurutilan turvaamiseen.

2) Vesi kuljettaa ravinteita lehvästään sekä mahdollistaa fotosynteesin. Puu käyttää enemmän vettä kuin heinä- ja palkokasvit. Puut nostavat ravinteita maasta lehvästään haihduttamalla. Tästä syystä puiden vedentarve on merkittävä. Ensimmäisten vuosien kasvuolosuhteet määrittävät puiden kasvua myöhemmin vuosina. Ajan myötä puut kasvattavat juuret syvempiin maakerroksiin ja kilpailu vedestä yksivuotisten kasvien kanssa vähenee. Hyvärakenteinen maa mahdollistaa veden liikkeen sekä alaspäin (infiltraatio) että ylöspäin (kapillaarinen vedennousu).

3) Juuristovyöhykkeen happitila on tärkeä kasvutekijä. Kuten yksivuotiset kasvit, puutkin kärsivät jos maassa ei ole happitilaa. Puulajeissa tosin on eroja niiden juuriston vedensietokykyyn ja jopa vesihakuisuuden suhteen.

4) Hivenravinteet lisätään ennen istutusta. Hivenlannoitustarve arvioidaan maaperän viljavuusanalyysin perusteella. Lannoitteet, lukuunottamatta typpeä, lisätään ennen istutusta. Tarpeen mukainen typpilannoitus lisätään mieluiten vasta puun juurruttua, eli aikaisintaan istutusta seuraavana vuonna. Hedelmä- ja pähkinäpuut hyötyvät myös vuosittaisesta N-P-K -lannoituk-

sesta. Vuosittainen lannoitus suunnitellaan lajikohtaisten ohjeiden perusteella – niitä ei ole eritelty tähän teokseen.

5) Taimivaiheessa katteen käyttö tai mekaaninen torjuntatyö suojaaa juuristovyöhykettä heinittymiseltä. Heinittyminen tukahduttaa pienet taimet ja hidastaa niiden kasvuunlähtöä. Kuivuus heikentää juurten kasvua. Alkuvaiheen kasvu vaikuttaa puiden kasvuun niiden koko elämän ajan. Heikko alkuvaiheen kasvu tyypistää myöhempää pituus- tai leveyskasvua ja tuottavuutta. Kate voi olla orgaanista tai epäorgaanista, tai se voidaan korvata mekaanisella rikkatorjunnalla. Mekaaninen rikkatorjunta on yleensä työläämpää, ja riskit puuston vaurioitumiseen ovat suuria.

6) Taimet suojataan laiduntajien ja villieläinten aiheuttamilta tuhoilta. Myyrät, jänis- ja hirvieläimet verottavat taimia. Talviaikaiset tuhot voivat olla katastrofaalisia, minkä takia taimien suojaus on syytä miettiä jo ennen istuttamista. Myös tuotantoeläimet voivat syödä tai vahingoittaa taimia laitumella.

7) Tukeminen on tarpeen joillekin puille. Puiden tukemista suositellaan vain alkuvaiheessa ja tuen tulee sijaita puun tyviosassa, korkeintaan 1/3 puun korkeudesta. Tuki voi estää puun juuriston ankkuroitumista maahan, siksi se ei ole pidemmän päälle suositeltavaa. Kääpiökasvuiset hedelmäpuut kaipaavat tukea läpi elinkaarensa.

8) Valo on tärkeää latvustossa, jossa yhteytys tapahtuu. Suurimpien puiden latvustolle luodaan tilaa, jottei kilpailu valosta heikentäisi kasvua. Useat puulajit viihtyvät silti taimivaiheessa myös varjossa tai puolivarjossa.

9) Puut istutetaan lajille ominaiseen kasvuympäristöön (kuiva-kostea, aurinkoinen-varjoisa). Eri puulajien vaatimuksia löytyy liitteen 1. taulukosta "Suomessa menestyviä puu- ja pensaslajeja agrometsäkäyttöön".

Puustoisien järjestelmän kasvuvaiheet – viljelijän näkökulmasta

Puustoisia viljelmiä suunniteltaessa on hyvä miettiä miten maisema ja peltotyön sujuvuus muuttuvat puiden kasvaessa. Puut muuttavat alueen pienilmastoa, ja estetiikkaa. Agrometsäjärjestelmän hoitosuunnitelmaan on järkevä ennakoida puuston kasvun vaiheet:

1) Alkuvaihe, jossa puusto kaipaa suojaa ja rikkatorjuntaa. Puustoa hoidetaan kohti toivottua sadontuottoa (hedelmäpuiden leikkaus ja kasvu, arvopuiden oksien karsiminen, sopivan puustotiheyden ylläpito, heinittämisen esto)

2) Sadontuottovaihe, jossa puusto voi tarvita lannoitusta ja leikkausta/karsimista. Sadonkorjuun tekniikat on mietitty etukäteen. Biomassan ja polttopuun korjuuta tapahtuu.

3) Harvennus- ja uusimisvaihe, jossa puustoa poistetaan järjestelmästä ja puuston uudistamisen/uudistumisen tulee olla hyvässä vauhdissa.

Maan muokkaus ja istutuskuoppa

Maan tiivistymät on poistettava ennen istuttamista, jotta taimen hennoilla juurilla on mahdollisuus kasvaa syväälle maahan. Tärkeämpää kuin yksittäisten kuoppien kunnostaminen, on kunnostaa koko istutusalue. Puut on etenkin savi- maassa hyvä istuttaa matalaan harjuun (maan

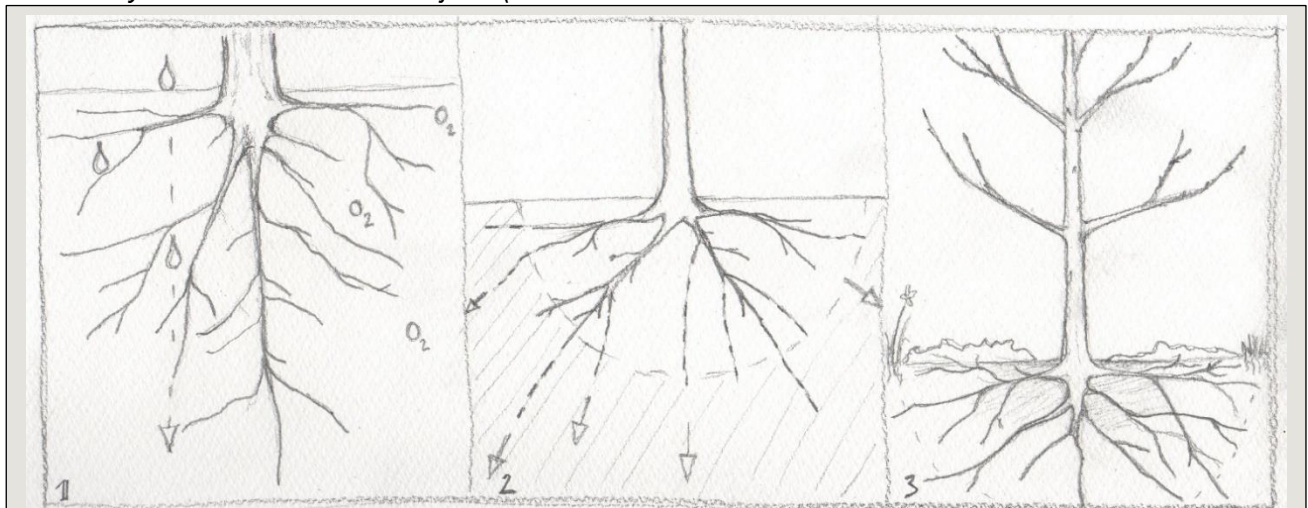
pinta muotoillaan juuristoalueella korkeammalle kuin puun ympärillä).

Jos puut istutetaan yksittäisiin kuoppiin, käsin, käytetään kuopan pohjan tiiviin kerroksen rikkomiseen esimerkiksi talikkaa. Jos kompostia tai muuta multaa tuodaan istutuskuoppaan, on tärkeää sekoittaa kuopan perusmaa ja tuotu maaines. Tämä kannustaa puun juuria kasvamaan myös istutuskuopan ulkopuolelle.

Jos puut istutetaan riveihin, on tehokkainta kuohkeuttaa istutusrivi jankkurilla tms. noin puolen metrin syvyyteen tiivistymien poistamiseksi.

Maan rakenteesta ja multavuudesta huolehtiminen varmistaa, että sadevesi ei jää seisomaan taimien juurille, ja toisaalta että vesi varastoituu puiden saataville maahan. Tämä vähentää kastelun tarvetta. (Myös kate vähentää kastelun tarvetta.)

Istutuksia kastellaan säännöllisesti istutusvuonna ja seuraavina vuosina tarpeen mukaan, etenkin kuivina kausina. Orgaanisten katteiden ja sopivien maanpeitekasvien käyttö, ja puun sienijuuri-kumppanuus, vähentävät kastelun tarvetta.



Kuva 1. Pienen taimen kasvun edellytyksiä 1) Vesi imeytyy maahan, juuristo saa happea 2) maa on riittävän löytää, jotta puun juuret voivat kasvaa myös istutuskuopan ulkopuolelle 3) puun juurella on katetta estämässä heinittymistä, ja kate on irti puun rungosta. Kuva Iiris Mattila.

Istuttaminen

1. Taimien istutuskuoppa kaivetaan niin isoksi, että avojuuristen taimien juuret mahtuvat suoriksi ja astiataimien taimipaakkua isommaksi.

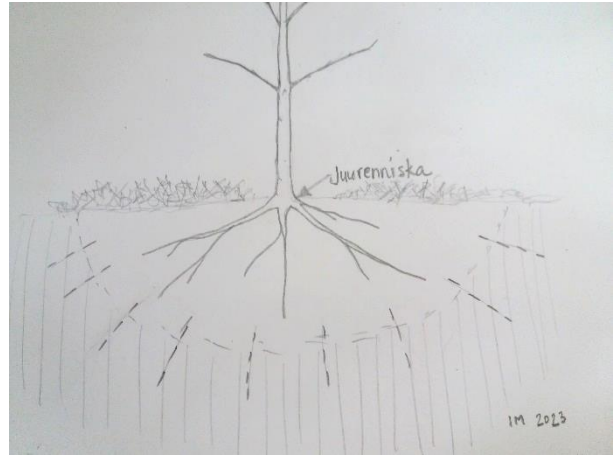
- puille 80 – 150 cm leveä ja 50 – 80 cm syvä kuoppa
- pensaille 50 – 80 cm leveä ja 40 – 60 cm syvä kuoppa
- aitataimille yhtenäinen, 50 cm syvä ja 70 cm leveä kaivanto (Martat)

Yleensä taimia ei tarvitse lannoittaa ensimmäisenä vuonna, jollei maa kärsi mittavasta ravinnepuutteesta. Hivenravinnepuutteet selvitetään maa-analyysillä ennen istutusten aloittamista. Muut lannoitukset annetaan maan pintaan ja leh-tilannoitteina myöhempinä vuosina.

2. Astiassa kasvaneen taimen juuret availaan ja levitetään vapaasti istutuskuoppaan. Pensaiden paakku- ja astiataimet istutetaan entiseen kasvusyvytyteen niin, että juuripaakun päälle tulee parin – kolmen sentin multakerros. Multakerros estää kosteuden haihtumista paakun pinnalta, mutta taimi ei tule liian syvälle. Jos juuripaakun yläosa paljastuu, juurtuminen heikkenee. Tämä huomioidaan kastelun yhteydessä. **Paljasjuuritaimien juuria seisotetaan hetki vedessä ennen istutusta.** Taimien juuret levitetään vapaasti kuoppaan.

3. Istutuskuoppa kastellaan.

4. Puu istutetaan korkeintaan niin syvään kuin se oli astiassakin. Juurenniskan tulisi jäädä näkyviin. Juurenniska on se kohta, mistä ylimmät juuret alkavat kasvaa. Jos astiataimien juurenniska on mullan alla, multaa otetaan juuripaakun päältä pois niin, että juurenniska tulee näkyviin. Käytännössä istutuskuopan maanpinta laskeutuu ajan myötä, joten istutettaessa voidaan juurenniskaa haudata 1-2 cm maakerroksella. Yleinen virhe on, että hedelmäpuut istutetaan liian syvään, jolloin juuret eivät saa tarvitsemaansa happea ja kasvu tyrehtyy.



Kuva 2. Yksittäisiä puita varten kaivetaan istutuskuoppa. Istutuskuopan tulee olla vähintään pari kertaa syvämpi ja leveämpi kuin istutettavan puun juuripaakku. Kuopan pohjaa kannattaa löyhentää lapiolla tai talikolla. Juurenniska asetetaan maan pinnan tasolle. Kun kuoppa on täytetty, paljas maa peitetään katteella – sienitautien välttämiseksi kate asetellaan hieman irti rungosta. Kuva Iris Mattila.

5. Maa täytetään juurten ympärille ja tiivistetään kevyesti polkemalla. Tarvittaessa puu tuetaan.

6. Puun juuriston alue katetaan ja syksyllä puu suojataan laiduntajilta.



Kuva 3. Taimi on istutettu, suojattu ja tuettu.
Kuva Joel Rosenberg.

Rikkatorjunta, kate ja aluskasvit

Juuristokilpailun estäminen istutuksissa on elintärkeää taimien juuristojen vahvistumiselle ja riittävälle valonsaannille. Tiivis heinänummikasvusto voi estää puiden kaasunvaihtoa sekä kilpailla vedestä ja ravinteista. Pikkutaimilla se voi myös heikentää taimien valonsaantia. Juuristokilpailun välttäminen on tärkeää, jotta taimet vahvistuvat ja pääsevät hyvään kasvuun. Katteet ja aluskasvit hyödyttävät puuta eri tavoin.

Rikkatorjunta

Haraaminen on tehokasta mutta työlästä, ja se vaurioittaa lähimpänä maan pintaa kasvavia puun juuria.

Rikkatorjunta-aineet ovat tehokkaita, mutta ne jättävät puun alla maan pinnan suojatta.

Katteet

Maatilalla on taloudellisesti järkevää käyttää katemateriaalia, jota on saatavilla suoraan tilalta. Katteet suojaavat maanpintaa ja puun juuria kuivumiselta. Katemateriaali voi olla orgaanista ainetta (hake, olki, pahvi, komposti, maanparannuskuidut, kaupalliset taimitassut jne.) tai muovia (biomuovia tai kestopuovia).

Tuore lehtipuuhake on parasta katetta, koska se ruokkii puun juuriston sienisymbiontteja, ja sitä kautta ravitsee myös puun (Phillips M. 2011). Tuore lehtipuuhake sisältää typpiä, ja hajoaa hakekemateriaaleista nopeimmin. Havupuuhake kannatta seostaa lehtipuuhakkeen kanssa.

Muovikate (esimerkiksi mansikkakatemuovi) on kestävä rikkatorjuntakeino, ja voi olla perusteltua esimerkiksi kaupallisilla hedelmätarhoilla. Muovikatteen poistosta on toki huolehdittava ennenkuin se rispaantuu ja hajoaa kasvillisuuden joukkoon. Biomuovi puolestaan hajoaa yhdessä tai parissa kasvukaudessa, ja voi tuottaa mikromuoveja hajotessaan. Yksi vaihtoehto on viherrakentamisessa käytetty maatuva maisemointikangas. Sen hajoaminen kestää noin viisi vuotta. Hajoamaton kestokate kestää puolestaan pitkään, jos sen peittää orgaanisella katteella, joka suojaa muovia ultraviolettisäteilyltä. Kaikkien kestokatteiden ongelmaksi voi muodostua se, että puun juuret kasvavat aivan pintaan, lähes kiinni muoviin, mistä johtuen puut kärsivät helposti kuivuudesta.

Orgaaniset katemateriaalit on sijoitettava puun juurelle niin, että ne ovat muutamia senttejä etäällä puun rungosta – muuten ne voivat aiheuttaa kosteusvaurioita ja edistää kasvitautien leviämistä. Puu kurkottaa juuristonsa yli lehvästön alan, ja näin leveälle on katteenkin yllettävä. Kaasunvaihto katekerroksen läpi on tärkeää puun juuristolle. Liian tiivis sahanpuru ja komposti voivat pysäyttää kaasujen ja veden liikkeen.



Kuva 4. Tyrni on suojattu kanaverkolla ja katettu pellavankorsilla, jotka jäivät pellolle edelliseltä kasvukaudelta. Kate toimi rikkatorjunnassa hyvin yhden vuoden. Verkot voi jo poistaa tämän kokoisilta tyrnipensailta. Kuva Iiris Mattila



Kuva 5. Vastaistutettu saarnintaimi on katettu talven yli pellolla lionneella pellavan oljella. Kuva Iiris Mattila



Kuva 6. Taimi on suojattu juurikorilla ja katettu hakkeella. Kuva Joel Rosenberg

Aluskasvit

Puuston aluskasvit tulee valita alueen käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkiksi marjan- ja hedelmäntuotantoalueella matalana kasvava valkoapila on vahva kilpailija rikkoja vastaan, minkä lisäksi se sitoo typpeä, eikä varjosta puuvartisista kasveja. Vesistönsuojakaistoilla puolestaan olennaisinta on aikaansaada tiheäjuurinen, pystykasvuinen heinäkasvusto – kunhan taimien tarvitsema juuristoala pidetään heinittymisestä vapaana. Biomassaa ja puutavaraa varten perustetut alueet, kuten tuulensuojat, pensasaidanteet, laitumet ja metsäpuutarhat, voi hyvin kylvää heinillä, kukilla, niittylajeilla tai palkokasveilla. Monimuotoinen aluskasvusto ruokkii pölyttäjiä ja tuohyönteisten luontaisia vihollisia, sekä lintuja ja kasvinsyöjänisäkkäitä. Jos puustoaluetta aiotaan laiduntaa, valitaan aluskasvit laiduntajien tarpeet huomioon ottaen.

Vinkkejä aluskasvien valintaan voi etsiä esimerkiksi Kerääjäkasvioppaasta (Malin, E. 2020).

Talvehtiminen ja laiduntajat

Ennen puuston suunnittelua havainnoidaan alueen pienilmastoja: kerääntykö halla tiettyihin osiin peltoa tai onko jollain alueella, esimerkiksi etelärinteellä, erityisen lämmintä ja suojaisaa. Alueen villieläimet tai laiduntava karja voivat olla riski taimien selviämiseksi, minkä vuoksi ne on suojattava.

Talvehtiminen ja talvisuojaus

Tuulensuojaistutukset ja aidanteet vähentävät taimiin avoimella paikalla kohdistuvaa kuivuus- ja paahdestressiä. Risuaita voi toimia alkuvaiheen mikroilmaston luojana kylmyydestä kärsiville lajeille. Joitain eteläisempiä puulajeja voi olla hyvä suojata talvelta taimisuojin. Esimerkiksi Tubex-taimisuoja toimii pienenä kasvihuoneena ja maksaa noin 3€/kpl. Täpäntyyppiset taimisuoijat ovat yleisesti käytettyjä esim. Pohjois-Amerikassa. Suomessa niistä on saatu sekä myönteisiä että kielteisiä kokemuksia. Haittapuolena on, että myös nurmiheinät kasvavat voimakkaammin kasvihuone-olosuhteissa ja jyräjät saattavat hakeutua pesimään putkien sisään.



Kuva 7. Pieni *Corylus avellana* vasta pellolle istutettuna, katettu oljella. Taustalla näkyy muovisin runkosuojin suojattuja päärynäntaimia. Muovinen runkosuoja suojaa etupäässä myyriltä, mutta myös hiukan lumelta ja kylmyydeltä. Kuva Iiris Mattila



Kuva 8. Risuaidan mikroilmasto suojaa taimien lisäksi muitakin eliöitä. Kuva Iiris Mattila



Kuva 9. Risuaita luo lämpimän ja suojaisan mikroilmaston. Kuva Iiris Mattila



Kuva 10. Tubex-taimisuoja toimii pienenä kasvihuoneena talvenaroille puille. Kuva Iiris Mattila



Kuva 11. Juglans regia, etualalla hakkeen keskellä, joka on talvehtinut tubex-taimisuojan sisällä, on paleltunut suojasta huolimatta. Kuva Iiris Mattila

Villieläimet laiduntajina

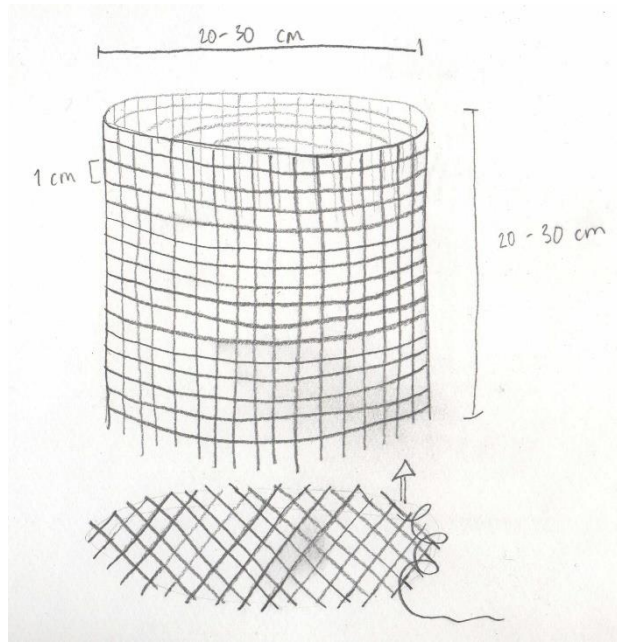
Hirvieläimet voivat syödä puista silmuja ja nuoria oksia talven aikana. Puusto on hyvä aidata vähintään 2 metriä korkealla aidalla tuhojen välttämiseksi. Suomessa alueelliset riistakeskukset myöntävät hirvieläimiltä suojaavia aitoja edullisella pitkäaikaisvuokralla ainakin peltoviljelmille ja puutarhoille. Britanniassa on myös onnistuneesti käytetty yksilankaista sähköpaimenta suojaamaan pellon puurivejä ja -kaistoja suuremmilta laiduntajilta. Trico-tuotemerkillä myytävä lampaanrasvaseos karkottaa hirvieläimiä hajun avulla. Se ruiskutetaan taimien latvoihin syksyllä. Myös tuoretta villaa voi käyttää pienemmillä istutuksilla.

Jänikset ja rusakot kuorivat nuoria puita noin metrin korkeuteen. Kantohangilla nämä eläimet ulottuvat korkeammallekin. Jäniseläimiltä puut voi suojata esimerkiksi kanaverkolla. Jotkut puutarha- ja maatalousliikkeet myyvät runkosuojia jyrssiä vastaan. Runkosuojat suojaavat puita myös myyriltä.

Kuusennäreet ja männynoksat saattavat toimia taimien suojina. Rungon ympäri kiinnitettäviä tuomenoksia on onnistuneesti käytetty runkovaurioiden estämiseen (jänikset, kauriit) puustutuksissa (Turun kasvitieteellisessä puutarhassa).

Vesimyyrät ja peltomyyrät syövät myös puiden juuria. Karkoitteita, loukkuja ja myrkkyjä myydään maatalouskaupoissa. Puun juuripaakun ympärille voidaan istutettaessa asettaa metalliverkko joka ajan myötä ruostuu ja hajoaa maahan. Eläimet voivat auttaa myyrätorjunnassa (kissat, koirat, ketut), sekä linnuista haukat ja pöllöt, joille pönttöjä laitetaan myyräalueiden läheisyyteen. Kirjallisuus väittää myyrien olevan herkkiä hajuille, joista valkosipuli, kissan ulosteet ja tuomen oksat ja hake ovat yleisiä tarjottuja vaihtoehtoja. Myyrien vuoksi hedelmätarhan aluskasvillisuus on pidettävä lyhyenä.

Kuva 12. Juuriston suojaksi voi askarrella korin pienisilmäisestä metalliverkosta. Kori upotetaan maahan niin, että sen reuna jää hiukan näkyviin maan pinnalle (ks. kuva 6). Juurikori suojaa puun kasvua ensimmäiset vuodet, estäen myyrätuhoja, ja hajoaa maahan 10 vuoden aikana. Kuva Iris Mattila, ohje Joel Rosenberg.



Taulukko 1: **Esimerkkejä puun suojaustavoista** – Stephen M. Newman, The Agroforestry Handbook

TUHOELÄIN	SUOJAUS
Metsäkauris, valkohäntäkauris, hirvi	Puunsuojaputket ja -verkot, peura-aita pellon ympäri (korkeus 2 m), ampuminen, sähköpaimen
Jänikset ja rusakot	Aitaus, puiden suojaverkot (korkeus 120 cm +), ampuminen
Oravat	Ampuminen, avoimet alueet puurivien välissä
Myyrät	Myyräsuojat puiden rungoille ja juuristolle, ruohon pitäminen lyhyenä puiden ympärillä, loukuttaminen, haukan ja pöllön pesäpöntöt, tähystyspaikat haukoille.
Naudat	Vahva aita, sähköpaimen
Lampaat	Tukeva aita, sähköpaimen
Kanat	Puun runkosuoja
Linnut	Puiden oksille laskeutuminen voi vahingoittaa joitain puuta. Vähäpuustoisella alueella puiden viereen voi laittaa "laskeutumispuun", joka on puuta korkeampi.



Kuva 13. Minkä tahansa muotoinen istutusjärjestys ei sovi yhteen salaojituksen kanssa. Esimerkki: Spiral Agroforestry. March 2014. Kuva João HN Palma *AGFORWARD project, Some right reserved ((CC BY-NC-SA 2.0))*

Salaojat ja puiden juuret

Puulajeissa on eroja – juurten kasvu salaojastoon voi johtua joko puulajin vedentarpeesta tai juuriston hapentarpeesta, mikäli maa on märkää tai tiivistynyttä. Ojasto huomioidaan istutussuunnitelmassa.

Mikäli pellolla on salaojia, on puulajit valittava sen mukaan että ne eivät tuki ojastoa tai sen osia. Liitteen 1. taulukkoon “Suomen peltometsäviljelyyn sopivia puulajeja” on koottu puulajeja ja niiden ominaisuuksia, myös salaojaan hakeutumisen osalta.

Jos on jostain syystä istutettava puuta, jonka tiedetään hakeutuvan salaojastoon, voidaan “vaarantunut” ojaston mitta korvata **umpiputkella**: Salojasto kaivetaan näkyviin kyseisestä kohdasta ja vaihdetaan reiällinen salaojaputki umpinaiseen. Tämä voi vaatia suurempaa uudelleensuunnittelua (Quentin&Schwerdtle 2013). Vesistön äärellä umpiputki voi olla järkevä toimenpide kohdassa jossa koko pellon ojasto purkautuu vesistöön, mutta suojakaista halutaan istuttaa määrän maan puilla. (Tätä käsitellään enemmän osiossa Luku 3. Puustoinen suojavyöhyke.) Toinen vaihtoehto salaojien aukipitämiseen on vuosittainen **salaojaston huuhtelu**. Kanadassa ja Britanniassa on huomattu, että puun juurtenkasvaminen salaojaan on jossain määrin estettävissä sekä hillittävässä säännöllisellä salaojien

huuhtelulla. Huuhtelu myös paljastaa tukokset, jotka voivat seisottaa vettä putkistossa ja houkuttaa vähemminkin alttiita puita etsimään juuriaan ojaston veteen.

Taimet

Taimimateriaalin hankinta on yksi peltometsäviljelyn perustamisen suurimpia investointeja. Taimia saa useista paikoista ja niitä voi myös tuottaa itse. Ostotilanteessa taimien laatuun kannattaa kiinnittää huomiota.

Taimet voi hankkia astiataimina tai avojuurisina taimina. Niitä käsitellään hieman eri tavoin. Astiataimet ovat ruukutettuja, läpi kasvukauden istutusvalmiita taimia. Niiden kastelusta on yleensä huolehdittava läpi kasvukauden. Avojuurisista taimia tilataan taimistoilta ajoissa, kasvukauden ulkopuolella. Avojuuriset taimet istutetaan joko myöhään syksyllä tai varhain keväällä, kun taimi on lepotilassa, eli kun se ei aktiivisesti kasvata lehtiä eikä juuria.

Metsänhoitoyhdistykseltä ja muilta metsäalan toimijoilta voi tilata suuria määriä metsäpuiden taimia edulliseen hintaan. Joidenkin puulajien kohdalla tilaus on tehtävä hyvin ajoissa.

Taimet voi myös kylvää itse siemenistä. Siemeniä voi tilata ja ostaa puutarhakaupoista, arboretumeista, kasvitieteellisistä puutarhoista, mutta niitä voi myös kerätä omasta lähiympäristöstä. Puuvartiskasvien siemenillä on erilaisia siemenkäsittelyvaatimuksia, ja pienten taimien hoidossa on omat niksinsä. Näihin voi tutustua esimerkiksi Mustilan Arboretumin sivustolla,

www.mustila.fi

Avojuuriset

Avojuuriset taimet ovat yleensä pieniä ja siksi helppo kuljettaa, hinnaltaan edullisia, ja juurten alkukasvun kannalta suositeltaviakin. Ne myydään kasvukauden ulkopuolella niputettuina ja ilman multaa, ja niitä voi varastoida itse maakellarin/jääkaapin viileydessä (0-5 °C) kuivumiselta suojaan. Suojana toimii muovipussi, tai juuret voi asettaa kosteaan turpeeseen/hiekkaan. Istutettaessa niiden juuret on helppo asetella maahan. Avojuuristen heikkoutena on mainittava, että ne ovat vasta yksi- tai kaksivuotisia taimia, mikä tarkoittaa hedelmäpuilla pitkää sadon odottelua. Toisinaan avojuuriset taimet ovat heikosti juurtuneita ja kasvuunlähtö voi sen vuoksi kestää pidempään kuin astiataimilla.

Paras istutusaika riippuu istutuspaikasta. Varhain keväällä istutetut taimet saavat juurtua rauhassa koko kasvukauden ajan ja valmistautua talveen. Niitä voi olla tarpeen kastella, erityisesti keveillä maalajeilla ja lämpiminä kesinä.

Syysistutus tehdään, kun puuvartinen kasvi on varistanut lehtensä. Syksyllä istuttamisen etu on siinä, että taimen kastelusta ei tarvitse talven aikaan huolehtia. Juuristo saattaa alkaa kasvunsa ennen talven tuloa, ja keväällä taimella on saatavillaan kevätmaan kosteus.

Avojuuriset taimet voi myös valeistuttaa pienelle alalle, lähemmäksi. Valeistutuspenkissä ne ehtivät vahvistua ja juurtua, mikäli niiden kasvupaikka vaatii valmistelua (rikkatorjunta, viherlannoitus, kuohkeutus tms.). Taimet siirretään lopulliseen kasvupaikkaansa aina lepotilaisina, eli lehdettöminä.

Astiataimet

Astiataimien etu on niiden suurempi koko ostohetkellä. Ne tuottavat satoa aikaisemmin kuin avojuuriset. Ne ovat merkittävästi kalliimpia kuin avojuuriset, mutta istutusaika on joustavampi.

Hedelmäpuilla perusrunko voi olla voimakas kasvuinen tai hillittykasvuinen. Hillittykasvuiset (kuten puolikääpiöivät tai kääpiöivät puut) jäävät siis pienemmiksi. Niiden sadontuotto alkaa myös aiemmin kuin voimakas kasvuilla perusrungoilla. Jalo-oksa (jaloverso) tuottaa hedelmälaajikkeen.

Varrennettuja lajikkeita saa ostaa sekä avojuurisina piiskataimina että astiataimina.

Taimet joutuvat joskus kasvamaan astiassa liian kauan ilman uudelleen kouluntaa, ja sen vuoksi juuret saattavat kiertyä ympäri astian reunoja kasvutilanpuutteen vuoksi. Tällaiset juuripaakut on istutettaessa availtava, ja availut juuret on aseteltava istutuskuoppaan joka suuntaan. Näin puu voi ankkuroitua maahan ja juuret pääsevät leviämään maassa luontaiseen muotoonsa. Puu itse ei aina kykene avaamaan kiertynyttä juuristoa, ja jos juurten avaaminen jätetään tekemättä, kiertyneet juuret jäävät kasaan, ravinteiden otto häiriintyy, ja ennemmin tai myöhemmin puu alkaa kärsiä juuriston suppeasta koosta.

Siemenestä kylväminen

Luonnosta kerätyt puunsiemenet ovat taatusti paikalliseen ilmastoon sopeutunutta ja geneettisesti monimuotoista aineistoa. Syksyisin lähiluonnosta voi kerätä siemeniä maanomistajan luvalla (maahan pudonneita saa kerätä jokamiehenoikeudellakin). Puiden ominaisuuksia havainnoimalla voi valita millaisia puita haluaa lisätä. Näin voi valita kasvattaa esimerkiksi taudinkestävää saarnia, makeaa pihlajaa, suurihedelmäistä pähkinää jne. Siementaimien ominaisuudet voivat poiketa emokasvista, minkä vuoksi on syytä kylvää runsaasti kyseisen puun siemeniä, ja valita myöhemmin ominaisuuksiltaan onnistuneet taimet.

Puiden siemeniä voi myös ostaa **taimistoilta ja arboretumeista**. Eri puolajien siemenet vaativat erilaisia esikäsittelyitä. Joku tarvitsee kylmäkäsitelyn (stratifikaatio) toinen lämpökäsittelyn, joku lähtee kasvamaan vain tuoreena. Siementen käsittelyohjeita on saatavilla muun muassa Mustilan Arboretumista http://www.mustila.fi/sites/default/files/kylvoohjeet_2017.pdf ja The Conservation Volunteers :n sivustolta <https://treegrowing.tcv.org.uk/grow/pretreatment> . Lyhyesti: siemenet seostetaan väliaineeseen suhteessa 1:1 (siemenet:väliaine). Väliaine voi olla esimerkiksi 50% karkeaa hiekkaa ja 50% turvetta tai vastaavaa materiaalia. Lajinmukaisen ohjeen mukaan siemenet lämpö- tai kylmäkäsitellään, varastoidaan talven ajan tai kylvetään heti.

Siemenet kylvetään esimerkiksi kasvulavaan tai ruukkuihin, läpäisevään kylvöseokseen. Kylvöseos voi koostua hiekka-turveseoksesta tai turve-perliittiseoksesta, komposti-hiekka -seoksesta, Pääasia kylvöseoksessa on läpäisevyys, eli että vesi ei jää seisomaan ruukkuun tai lavaan. Lavan pohja suojataan jyrjäverkolla ja lavan pohjalle laitetaan n. 20 cm kerros kiviä, soraa tai muuta vettä läpäisevää materiaalia. Lava tai ruukut täytetään kylvöseoksella.

Jos kylvös tehdään avomaalle, maa kuohkeutetaan kauttaaltaan, kaikki rikkaruohot poistetaan, maa tiivistetään kevyesti polkemalla ja haravoitetaan tasaiseksi. Avomaalle kylvämisessä jyrjävahinkojen riski on suurempi kuin lavaan ja ruukkuun kylvämisessä. Kaikki kylvöt kannattaa suojata verkoin. Kylvöksen kattaminen orgaanisella materiaalilla (lehtikarikeri, hake, ruohosilppu, olki, komposti jne) vähentää kuivumista ja kastelun tarvetta).

Yksityiskohtaisempia kylvöohjeita esimerkiksi:

<https://treegrowing.tcv.org.uk/grow/sowing>

Taimien talvettaminen onnistuu joko ruukuissa tai laatikoissa kellarissa (0-5°C) tai lämpöeristetyssä lavassa. Talvettaminen suojassa on tärkeää eteläisille, herkille lajeille.



Kuva 14. Luonnosta kerätyt siemenet on kylmäkäsitelty yli talven, ja ne on kylvetty huhtikuussa lavaan, peltomaan ja salaojasoran seokseen. Kylvös vaatii kastelua kesän aikana. Kuva Iiris Mattila



Kuva 15. Lavaan kylvetyt pähkinät (*J. Mandschurica*) toisena kesänä kylvöstä.

Kasvullisesti uusiutuvat puut, vesametsätalous

Jotkut puu- ja pensaslajit uusiutuvat **juuri- ja kantovesoista** sekä **silmuista** rungossa. Tyypillisiä esimerkkejä vesovista puista Suomessa ovat paju ja haapa, nuori koivu sekä saarni. Myös pähkinäpensas, nuori tammi, poppeli ja pihlaja vesovat alasleikattaessa.

Vesomisen biologiaa

Puun vesomiskohta ja -kyky riippuvat siitä, millaista silmuista uusi kasvu nousee: juurisilmuista, lepotilaisista silmuista eri kohdissa runkoa, nuoresta rungosta vai vanhasta rungosta. Luumu, kirsikka ja haapa esimerkiksi tekevät runsaasti juurivesoja etäälle emopuusta. Historiallisesti karjataloudessa on käytetty lehdespuina lajeja, jotka uudelleenkasvavat leikatuista kohdista. Karja sai laiduntaa puuston suojassa, ja lehdesniittyjen puut latvottiin karjan talvirehuksi. Koivu, leppä, pihlaja, haapa ja raita mainitaan lehdestettyjen puiden lajeina. Saaristossa myös jalopuita lehdestettiin. Englanninkielisessä kirjallisuudessa puun latvomisesta uudelleenvesomisen vuoksi käytetään termiä *pollarding*.



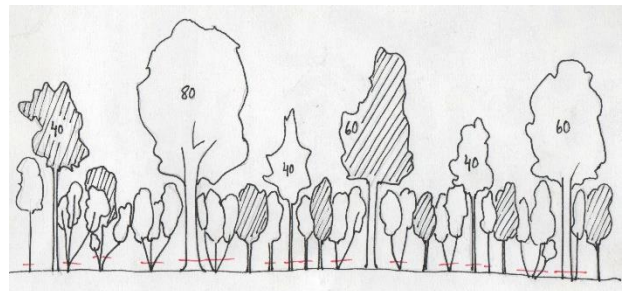
Kuva 16. Lehdestettyä pajua Krommenien lähellä, Alankomaat. Kuva Michael den Herder, Heinäkuu 2011. AGFORWARD project, Some right reserved ((CC BY-NC-SA 2.0))



Kuva 17. Lehdestetty puu, Wakelyns Agroforestry, UK. AGFORWARD project, Some right reserved ((CC BY-NC-SA 2.0))

Puulajeilla on erilainen kyky vesoa. Osa puista voi vesoa nuorina taimina (esimerkiksi tammi, koivu) mutta vesomiskykyiset silmut menetetään puun ikääntyessä. Osa puista vesoo vanhanakin kaadettaessa (esimerkiksi haapa, paju) tai juuriston kautta etäämmällä emopuusta (esimerkiksi haapa, luumu, kirsikka).

Englanninkielinen termi *coppice* tarkoittaa säännöllisesti alasleikattavaa, kantovesoista uusiutuva puustoa. *Coppice with standards* -kasvusto sisältää myös tukkikokoiseen kasvuun jätettyjä runkoja. (Ashton, Kelty 2018).



Kuva 18. Eri-ikäisiä standardipuita vesapuuston yllä. Kaikki puut poistetaan paitsi varjostetut. Puustoa hoidetaan ikäänkuin eri-ikäisrakenteista metsää. Kuva: Yale School of Forestry and Environmental Studies, teoksessa the Practice of Silviculture (Ashton&Kelty 2018) s.266. Uudelleenpiirtänyt Iiris Mattila.

Vesametsätalous peltometsäviljelyssä

Vesakon alasleikkuu tehdään myöhään syksyllä tai talvella, kun puusto on lepotilassa. Vesakko kasvaa ensimmäisenä vuonna leikkuun jälkeen vauhdilla, sillä puuston olemassaoleva juuristo nopeuttaa puun alkukasvua. Tukkipuukokoon vesakon puut yltävät kuitenkin keskimäärin samassa ajassa kuin siementaimet: Siemenpuiden alkukasvu on hitaampaa, mutta vesapuun kasvu hidastuu alkukirin jälkeen.

Vesakon uudelleenkasvu on vahvinta, kun alasleikkauksessa poistetaan kokonaan kyseisen juuriston ruokkima puusto. Jos yksittäisiä suuria puita jätetään kasvamaan, niiden kasvuhormonit hidastavat vesakon uudelleenkasvua. Toisaalta, tällaisia suureksi kasvavia *standardipuita* (kuva 18.) voidaan hoitaa sahatavaramarkkinoita varten, tai käyttää esimerkiksi eläinten suojapuina laitumella. Englantia puhuvissa maissa kyseisestä korjuumallista käytetään termiä *coppice with standards*.

Kasvullisen uusiutumisen ominaisuutta käytetään hyväksi Suomessa ainakin **lyhytkiertopuuntuotannossa** (aihetta käsitellään syvemmin luvussa 4, Kujanneviljely) ja historiallisesti **perinnebiotooppilaitumilla** (lehdesniityt). Agrometsäjärjestelmiin vesovat puut ovat kätevä ja taloudellinen valinta erityisesti tuulensuojakujanteilla ja suojakaistoilla.

Peltoviljelyn byrokratia: Lisäysmateriaalin hygienia

Mikäli viljelijä nostaa maataloustukia, on lisäysmateriaalin hygieniasta huolehdittava. Kaikilla taimistoilta ja ulkomailta ostetuilla taimilla on oltava kasvipassi, etiketti tai tarkastusnumero, joka on tuotantotarkastuksessa esitettävä. EU-kasvipassi on käytännössä todistus siitä, että lisäysaineisto ei sisällä kasvitauteja tai kasvintuholaisia. Lisää tietoa kasvipassista Ruokaviraston sivuilla

<https://www.ruokavirasto.fi/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/kasvintuotantoala/kasvinterveys/kasvipassin-kaytto/kasvipassin-ja-taimitodistuksen-kayttoohje/kasvipassin-ja-taimitodistuksen-kayttoohje>

Kulttuurinurkka: "Eksoottiset vieraat" – uusien kasvilajien tutustuttaminen Suomen ympäristöön.

Suomalaisen puutarhanhoidon ja maanviljelyn historiassa on pitkä jatkumo rohkeita ihmisiä, jotka ovat tuoneet alati uusia kasvilajeja kokeiluun pohjoisiin kasvuympäristöihin. Menneillä vuosisadoilla kuuluivat kasvi-ihmiset olivat usein pappeja, akateemikkoja, kartanoiden puutarhureita tai omistajia – vauraita niin omaisuuden kuin tiedollisen pääoman suhteen. Tavoitteita puutarhanhoidon uudistamiseen saattoivat olla syötävien kasvien valikoiman laajentaminen, puutarhakulttuurin ja -estetiikan kehittäminen, vaurauden esiintuominen tai vaikkapa lääkekasvien viljely. Jatkumo ei suinkaan ole päätöksessään, vaan kasvikokeilujen ja kulttuurivaihdon toimintamalli on voimissaan tänäänkin.



Kuva 19. Juha Ujula kasvattaa eksoottisia kasveja

Elämme kuitenkin maailmassa, jossa ilmastonmuutos luo uudenlaisia yllätyksiä kasvukauden kulkuun. Sateet eivät saavu ajallaan, ja kun ne saapuvat, ne vyöryvät. Helteet ovat kuumempia ja talvi arvaamaton. Eteläisten kasvien tuominen Suomen muuttuvaan ilmastoon on riski, jonka muutamat puutarhaharrastajat ovat ottaneet tehtäväkseen. Pähkinöiden, kastanjoiden, aprikoosien, mulperien ja muiden "eksoottisten" puuvartisten kasvatuskokeilut ovat kovassa vauhdissa, ja lupaavia tuloksiakin on nähtävillä – taimien selviäminen ja sadontuotanto ovat hyvä merkkejä uusien kasvilajien sopeutumisesta Suomeen.

Juha Ujula kasvattaa monenlaisia eksoottisia puu- sekä ruohovartisia hyötykasveja Lounais-Suomessa. Hänellä on lämmittämättömässä kasvihuoneessa sijaitseva 20 aarin kokoinen hedelmä- ja marjakasvien koeviljelmä, jossa on vuodesta 2007 asti viljelty mm. persikoita, aprikooseja, mulpereita sekä persimoneja ja viiniköynnöksiä.

- Viljelykokeen ideana on mallintaa, mitä puuvartisia hyötykasveja Suomessa on mahdollista kasvattaa lähitulevaisuudessa, ilmastonmuutoksen lisätessä huomattavasti kasvukauden pituutta ja kasvukauden aikaisia lämpösummia, Ujula kertoo.

- Tällä hetkellä olen käyttänyt paljon aikaa Suomessa menestyvien kastanjoiden ja saksanpähkinöiden löytämiseen. Myös mulperilajikkeet ovat lähellä sydäntä.

Koeviljelmän perustamiseen saatiin apuraha Maiju ja Yrjö Rikalan puutarhasäätiöltä. - Kasviharrastukseni alkoi tutustuessani Vakka-Taimen ja Muurilan koeputarhojen perustajaan, Vesa Muuriseen 1990-luvun loppupuolella. Hänestä tuli minulle tärkeä oppi-isä ja ystävä perehtyessäni erikoiskasvien viljelyyn. Päädyinkin työskentelemään Vakka-Taimessa useita kertoja vuosien varrella. Työskentelin myös Arboretum Mustilassa puutarhurina vuosina 2000-2005.



Kuva 20. Persikka kukkii. Kuva Juha Ujula

Juha testaa ja valikoi aktiivisesti Suomessa mahdollisesti menestyviä uusia hyötykasveja, jakaa tietoa niiden menestymisestä ja kannustaa ihmisiä kokeilemaan uusia kasvikantoja.

- Oman harrastuksen myötä on kehittynyt melko hyvä käsitys siitä mitä kaikkia lajeja Suomessa voitaisiin viljellä. Etsin kestäviä siemenalkuperiä ja viljelykantoja ja lajikkeita mm. Pohjois-Amerikasta, Itä-Euroopasta ja Baltian maista. Meillä on tiivis harrastajaverkosto ulkomaita myöten. Heidän kanssa etsimme ja jaamme tällaisia kiinnostavia kasvikantoja, Ujula avaa. Hän toimii myös Arboretum Mustilan ja Vakka-Taimen käynnistämässä pähkinähankkeessa.

Jos ja kun kiinnostus vierasperäisiin puuvartisiin herää, Ujula suosittelee

- 1) seuraamaan eri metsäpuutarhaharrastajia ja yhdistyksiä,
- 2) tutustumaan aiheesta julkaistuun kirjallisuuteen ja nettisivuihin sekä
- 3) etsimään aihetta käsitteleviä podcasteja. (esim. The Forest Garden-podcast.)

- Kannattaa aloittaa liittymällä Mustilan arboretumin ystäväyhdistykseen ja viettämällä paljon aikaa Vakka-Taimessa ja kasvitieteellisissä puutarhoissa, hän vinkkaa.

Itseasiassa mulperista, appelsiineista, viikunasta ja viiniköynnöksistä on mainintoja jo 1700-luvun Suomen kartanoiden ja linnojen puutarhoista. Sadonmuodostuksen potentiaali voi kuitenkin olla korkeampi nykyaikana, kun viljelyosaaminen, tiedon saatavuus ja kaikkien ulottuvilla oleva teknologia on parempaa.

- Persikkalajikkeet ovat lähes poikkeuksetta osoittautuneet satoisiksi ja talvenkestäviksi lämmittämättömässä kasvihuoneessani. Samoin kaikki kokeilemani mulperilajikkeet, Ujula toteaa.



Kuva 21. Persikka (Sevcenko-lajike) kukkii. Kuva Juha Ujula.

- Asimiina eli papavi on myös kasvanut erittäin hyvin, mutta kukinnasta ja kontrolloidusta pölytyksestä huolimatta en ole vielä onnistunut saamaan niistä satoa, hän kertoo.

Aprikoosin viljelystä kasvihuoneessa Ujula on luopunut, koska se viihtyy hänen havaintojensa mukaan selvästi paremmin suojaisilla paikoilla ulkona tai puoliavoimessa kasvutunnelissa.

Puutarhan ja maanviljelyn uudistamisesta löytyy siis edelleen samoja teemoja kuin vuosisatojen takaa: Kaipaamme laajempaa kasvivalikoimaa. Haluamme kokeilla uutta. Verkostoituminen helpottaa uusien lajien löytämistä. Aikamme kutsuu myös kansallisen omavaraisuuden ja ruokaturvan vahvistamiseen.

Pähkinähanke

Pähkinähanke on Mustilan arboretumin ja Vakka-Taimen sekä muutaman aktiivisen harrastajan luotsaama sateenvarjohanke, jossa etsitään ja levitetään kokeiluun Suomessa potentiaalisia pähkinäkasveja.

Suomessa luonnonvaraisesta pähkinäpensaasta etsitään hankkeen puitteissa satoisia ja isopähkinäisiä yksilöitä, joita otetaan jatkokasvatukseen. Näiden lisäksi kokeillaan ulkomaisia viljelylajikkeita ja hyviä siemenkantoja niin pähkinäpensaasta kuin erilaisista jalopähkinöistä. Alkuvaiheessa viljelykokeet toteutetaan hajautetusti yksityisten kasviharrastajien toimesta eri puolilla Etelä-Suomea.

- Keräämme jatkossa myös tietoja näiden menestymisestä eri puolilla Suomea, kertoo Juha Ujula, yksi hankkeen vetäjistä. Hanke on vielä alussa, eikä viljelykokemuksia ole kertynyt riittävän pitkältä ajalta jotta niitä voitaisiin julkaista.

- Suurin yllätys on ollut se, miten paljon huomiota ja kiinnostusta pähkinäkasvit ovat herättäneet Suomen puutarhapiireissä, Ujula sanoo

- Uskomme että ilmaston muuttuessa pähkinät tulevat muodostumaan potentiaaliseksi viljelykasviksi

Suomessakin. Tällä hetkellä lähimmät kaupalliset viljelmät sijaitsevat Liettuassa ja Tanskassa, hän koostaa. Lyhyen tähtäimen tavoite on saada hankkeelle rahoitus joka mahdollistaisi mm. kasvimateriaalin hankkimista ulkomailta ja virallisten viljelykokeiden perustamisen. Lopullisena tavoitteena on löytää, koeviljellä ja tuoda viljelyyn Suomessa menestyviä isopähkinäisiä viljelykantoja.

Hankkeen kotisivut laadittiin Maiju ja Yrjö Rikalan Puutarhasäätiön avustuksella vuonna 2022. Ne sijaitsevat osoitteessa <https://www.pahkinahanke.fi/>



Kuva 22. Vakka-Taimen hasseliviljelmä ja hasselsatoa. Kuva Vesa-Muurinen



Luku 3. Puustoinen suo- javyöhyke

Maanviljely vaikuttaa valuma-alueisiin ja veden kulkuun maisemassa. Ravinteiden ja kasvinsuojeluaineiden pitäminen peltoviljelyjärjestelmässä on tärkeää sekä itse viljelmän puolesta että sen lähialueiden vesistöjen vuoksi. Valuma-alueen viljelijät ovat yhdessä vastuussa lähipurojen, jokien, järvien ja lopulta Itämeren tilasta. Tietyt alueet ovat riskialttiimpia eroosion ja ravinnepestöjen suhteen kuin toiset.

Suojavyöhykkeillä pysäytetään valumavesiä ja ravinnepestöjä, ja estetään niiden päätyminen vesistöihin. Myös eroosion estäminen ja ravinteiden karkaaminen viljelyjärjestelmästä ovat suoja-kaistojen tavoitteita. Perinteisesti suojavaöhykeitä on perustettu vesistöjen rannoille ja virtojen varsille, mutta niitä voi ennakkoiden perustaa myös kulkemaan läpi pellon, esimerkiksi suurille aukeille tai rinteisille pelloille. Kapea suoja-kaista pellon keskellä tai reunalla voi pysäyttää ravinteita, suojata viljeltyä alaa tuulelta, toimia ekologisena käytävänä villieliöille, sekä tarjota hyötyhyönteisille ja pölyttäjiille ravintoa ja lisääntymipaikkoja. Tuetuilla pelloilla kapeita suoja-kaistoja voi perustaa omiksi kasvulohkoikseen, tuottavilla puilla, tai peruslohkojen reunoille, jolloin ”tuulensuoja”-kaistat voidaan lukea osaksi kasvulohkoa (Maataloustukien hakuohjeet 2023). Tuulensuojista ja kujanneviljelystä kerrotaan enemmän kapaleessa 4.

Vesistön rannassa ja virtaveden penkereellä puustoinen suoja-kaista estää rantamaata sortumasta veteen, tarjoaa lukuisia ekosysteemipalveluja vesieliöstölle ja vähentää ravinnekuormaa pellolta vesistöön. Muutaman metrin leveä kaista vähentää ravinnekuormaa, leveämmät (30 metriin saakka) lisäävät monimuotoisuutta. Puustona voi käyttää Suomelle luontaisia metsän puita, tai viljeltyjä hedelmä- ja pähkinäpuita. Lehtipuusto on suoja-kaistalla suosittava vaihtoehto. On olemassa muutamia ratkaisuvaihtoehtoja istuttaa suoja-kaista pysyviä silti peltoviljelyn tukijärjestelmässä. Yksi ratkaisu on poistaa suojavaöhykkeen peltoala tukijärjestelmästä ja tuottaa alalla

arvopuuta. Suojavyöhykkeiden taloutta käsitellään osiossa Luku 8. Peltometsäviljelyn talous.



Kuva 1. Suojakaistoja (leveys 2 m) pellolla: ylhäällä paju tuulensuojana, alarinteessä korkea heinä ravinteidenpidätyskaistana. Kaistat jakavat kasvulohkoja ja pysäyttävät vesivirrat. Kuva liris Mattila.

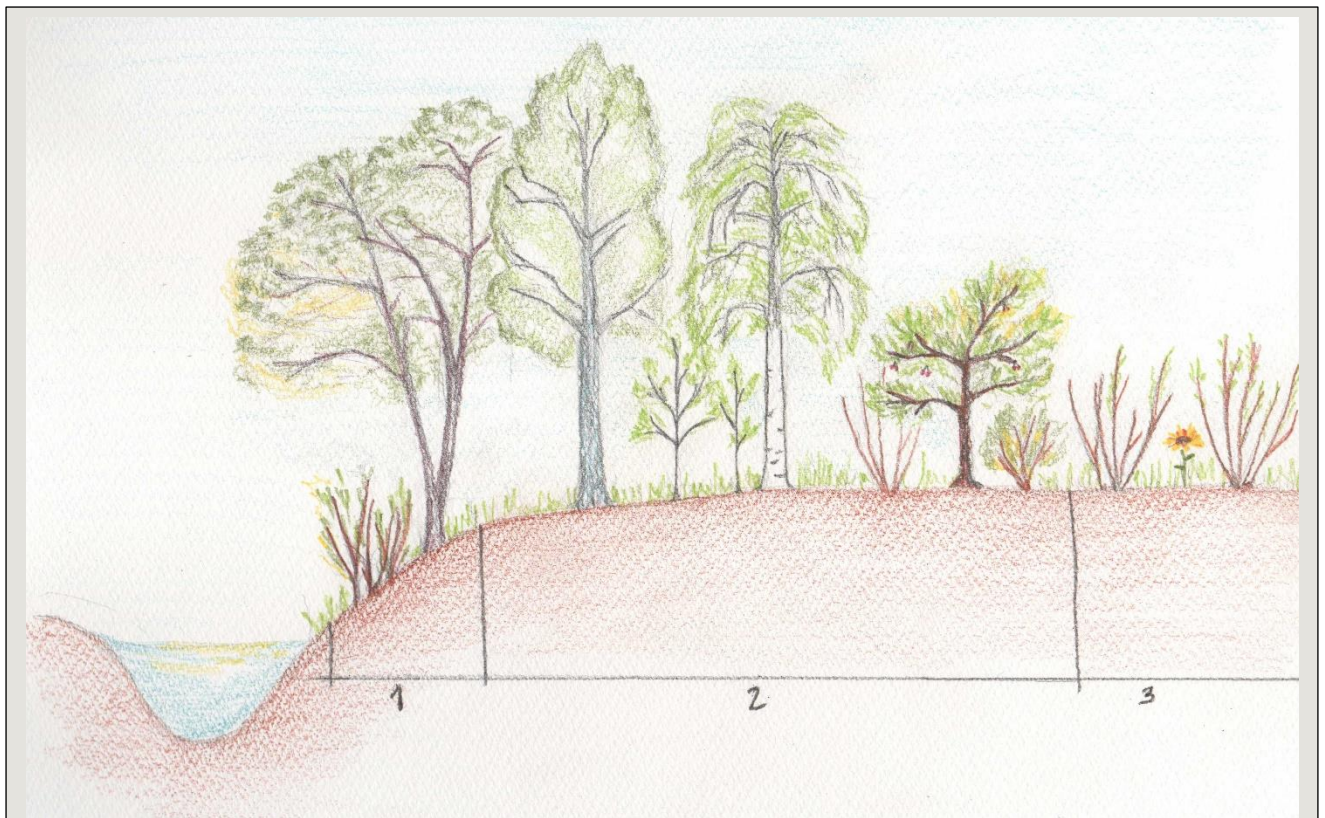
Miten tämä tehdään tukiehtojen mukaan?

Taulukkoon 1. on koottu uuden maataloustukiohjelmakauden säädökset, joiden perusteella viljelijä voi luoda puustoinen vesistönsuoja-kaistan. Tarkista ajankohtaiset istutustiheysvaatimukset ja tukiehtojen sisältämät puuvartisten ”pysyvien kasvien listalta”.

<https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/op-paat/hakuoppaat/kasviliistat/#lista-pysyvista-kasveista>

Istutustiheydet ”puutarhakasvien kasvitiheydet” kohdasta:

https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/op-paat/hakuoppaat/hakuoppaat/maataloustoiminta/maataloustoiminta-2023_v2/#id-puutarhakasvien-kasvitiheydet



Kuva 2. Puustoinen vesistönsuojavyöhyke. Kaavakuva sovellettu USDA:n ohjeistuksesta Riparian Buffer Forest. Kuva liris Mattila.

Vyöhyke 1: "hoitamaton puusto" ("tuulensuoja 2 m" sisältyy viereisen kasvulohkon satokasviin).

Vyöhyke 2: "hoidettu puusto" (joko kasvulohko "pysyviä kasveja" tai "pysyvä nurmi")

Vyöhyke 3: "hoidettu pensaisto" (joko kasvulohko "pysyvä kasveja" tai "pysyvä nurmi")

Tuotteet, laidun

Viljelijä suunnittelee suojavyöhykkeen puuston lajiston sen mukaan, mitä hän haluaa tuotteistaa. Puut voivat olla ruokaa tuottavia puita (hedelmät, marjat, pähkinät), arvopuuta (eli rakennus- ja puusepänpuuta esimerkiksi leppä, tammi, jalava, kiiltotuomi, koivu, lehmus, pihlaja, saarni, vaahtera, haapa, pähkinäpensas...) tai biomassaa ja energiaa tuottavia puita (haapa, koivu, paju, leppä...). Puut voivat tarjota lisärehua laidunville eläimille joko laidunnettavina taimina ja pensaistoina, tai niitä voidaan lehdestää. Suuret puut suojaavat eläimiä laitumella. Vesovat puut helpottavat istutustyön kuormaa. Puiden käyttötarkoituksia ja kasvupaikkavaatimuksia löytyy liittestä 1 (taulukko Suomessa menestyviä puu- ja pensaslajeja agrometsäkäyttöön.).

Taulukko 1. Uudet CAP-ohjelmakauden asetukset (2023) joita noudattamalla puustoiset suojakaistat luetaan tuottavaksi peltomaaksi. Koonnut: Tuomas Mattila.

Vyöhyke	Mitä?	Asetukset	Miten?
1. Luonnontilainen puusto	2 m tuulensuojaistutus Huom ehdollisuus: kasvipeitteinen, muokkaamaton ja vähintään 3 metriä leveä suoja-kaista vesistön puoleiselle lohkon reunalle ennen tai jälkeen tuulensuojaistutuksen.	Valtioneuvoston asetus MMM/2023/6 Peltometsäviljely, tuulensuojaistutus, ei-metsään rajautuvilla peruslohkon reunoilla	Mitä tahansa puita. Karsi alaoksat niin, että voit viljellä 2 m leveän istutuksen reunalla.
2. Hoidettu puusto/pensaikko	Kasvilajiluettelon mukaisia puuvartisia kasveja (tarkasta lajisto perustamisvuonna tukihakuoppaasta TAI Pysyvä nurmi, jossa eläimille ravinnoksi kelpaavia yli 1,5m korkeita lehtipuita max 50 kpl/ha ja alle 1,5m korkeita puita vapaasti.	Valtioneuvoston asetus MMM/2023/6 10 § Yli 50% oltava rehunurmikasveja. Lehtipensaat ja lehtipuiden taimet käyvät. Lisäksi saa olla 50 kpl/ha muita puita. (Pysyvä nurmi.)	1) Perusta puuvartisten kasvien kasvulohko. 2) Tee rivit korkeuskäyriä mukaillen ja vesitaloutta huomioiden. 3) Pysyvälle nurmelle ei rivejä, vaan hajanaisia puita tai pieniä ryhmiä. 3) Huomioi aitaaminen. 4) Vesovat puut vähentävät istutustyötä jatkossa.
3. Hoidettu pensaikko	Pensasmaisista kasveja kasvilajiluettelosta (lista alla; tarkasta lajisto perustamisvuonna tukihakuehdoista) TAI pysyvä nurmi, jossa eläimille ravinnoksi kelpaavia pensaita	Valtioneuvoston asetus MMM/2023/6 10 § Yli 50% oltava rehunurmikasveja. Lehtipensaat ja lehtipuiden taimet käyvät. Lisäksi saa olla 50 kpl/ha muita puita.	Kuten vyöhykkeellä 2.

Suojavyöhykkeen puuston merkitys

Viljelymaille perustettavat vesistön suojavyöhykkeet pysäyttävät pelloilta saapuvia ravinne- ja kiintoainevalumia ja tarjoavat ympäröivän luonnon villieliöstölle elinympäristöjä. Suojavyöhykkeellä kasvava puusto ruokkii vesieliöitä ja parantaa vedenlaatua, se luo villieläimille ekologisia käytäviä, ja sen avulla voidaan tehostaa ravinteidenpidätystä ja hiilensidontaa. Ojan, puron tai pienen joen varren puustoinen suojavyöhyke vähentää varjostuksellaan uoman umpeenkasvua ja pitää veden viileämpänä tarjoten esimerkiksi kaloille suotuisan elinympäristön helteidenkin aikaan.

Suojavyöhykkeen leveys ja sijainti suunnitellaan alueen maantieteen, maankäytön, ekosysteemin tarpeiden ja viljelijän tarpeiden mukaan.

Lajiston on oltava lehtipuuvaltainen sekä ekosysteempipalveluiden että tukiehtojen vuoksi. Suojavyöhykkeellä voidaan tuottaa puutavaraa ja ravintoa ihmisille ja laiduneläimille.

Ravinteidenpidätys

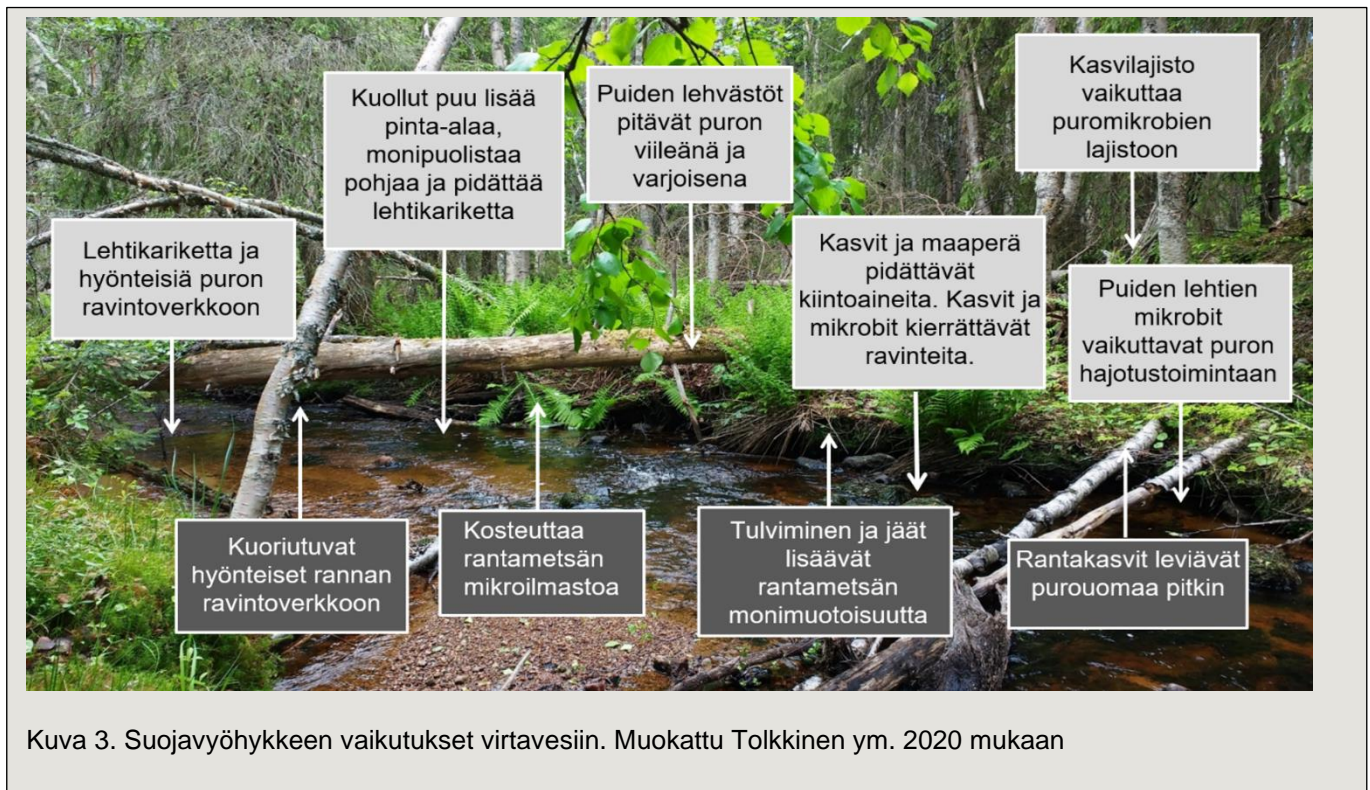
Suojavyöhyke pysäyttää valumavesien ravinnekuormia hidastamalla veden kulkua. Maan biologisissa prosesseissa nämä ravinteet käytetään kasvuun – joko mikrobien, maaperäeliöiden tai kasvien kasvuun.

Maalaji, rinteen kaltevuus ja valuma-alueen koko, sekä viljelytapa, vaikuttavat valumavesien määrään ja laatuun. Ne arvioidaan, kun suojavyöhykettä suunnitellaan.

Kun suurimmat päästölähteet korjataan, saadaan aikaan myös suurimmat vähenemät. Tässä tulisi etsiä ne pelot jotka ovat alttiimpia eroosiolle ja ravinnekuormitukselle, sillä juuri näiden peltojen “suojakaistoittaminen” riittävän levein ja lukuisin puskurein parantaa vesistön laatua eniten.

Typpi N

Typpi liikkuu peltomaassa veteen liuenneena, usein nitraattina (NO₃-). Suojavyöhykkeen tarkoituksena on sekä pysäyttää vesivirrat maan päällä ja alla kasvustoon ja sen juuristoon. Nitraattiyli määrät ohjataan kasvillisuuden kasvuun, ja maaperässä tapahtuu denitrifikaatiota – jossa maan mikrobisto muokkaa nitraattia ilmakehään vapautuvaksi alkuainetypeksi (N₂).



Maan orgaanisen aineksen määrä vaikuttaa denitrifikaation tehokkuuteen: mitä multavampi maa, sen parempi typen poisto. Myös suoja-
vyöhykkeellä kasvavat kasvit käyttävät typen eri muotoja kasvuunsa, minkä vuoksi kasvuston on oltava tiheä ja syväjuurinen, eikä typensitojia kannata suoja-
vyöhykkeellä käyttää.

Keveillä maalajeilla ja matalalla kulkevan pohjaveden alueilla, sekä salaojitetuilla pelloilla voi käydä niin, että kasvien juuret eivät tavoita nitraattipitoisen veden virtoja.

Fosfori P

Fosfori liikkuu kiinnittyneenä maapartikkeleihin. Rankkasade, sulamisvedet, tulvat ja tuuli ovat siksi merkittäviä fosforia kuljettavia voimia. Paljas maa on erityisen altis eroosiolle. Maan eroosio minimoidaan pitämällä pelto kasvi- ja karikepeitteisenä sekä istuttamalla tuulensuoja-aitoja, puukujanteita sekä ravinteenpidätyskaistoja. Fosforia sisältävää maa-ainesta jää suoja-
vyöhykkeelle, ja tämä myös vähentää uoman liettymistä.

RUSLE-aineistosta (ks. *Tiedeturkka: RUSLE-eroosiomalli*, sekä lopussa kirjallisuus, resurssit)

löytyy alueellisia eroosioriskitietoja, joiden perusteella maatilan eroosioalttiit kasvulohkot on helppo paikantaa.

Suoja-
vyöhykkeen maaperä voi ajan kuluessa kylästyä fosforista. Maan biologiset prosessit voivat myös muuntaa fosforia liukoiseen muotoon. Näissä tilanteissa fosfori voi päätyä vesistöön suoja-
kaistasta huolimatta. Suoja-
vyöhykkeen kasvillisuuden korjuulla pyritään hidastamaan ja estämään fosforin valumia. Fosforia saostavia ja poistavia rakenteita ovat muun muassa saostus-
altaat ja kosteikot. (*Kosteikkojen perustamista on käsitelty hiukan luvussa 1.*)

Vuodenaikaisvaihtelu

Suomessa vesivirrat ovat suurimmillaan, kun kasvit ovat lepotilassa (myöhäinen syksy, talvi, kevät), minkä vuoksi vesistönsuoja-
vyöhykkeet eivät välttämättä riitä pysäyttämään ravinne-
kulkeumaa vesistöön. Talviaikainen kasvipeitteisyys, lannoitteiden tarkka käyttö, sekä rinteisillä alueilla korkeuskäyrille sijoitellut pysyvät heinä-
/puukaistat vähentävät vesistön ääreen valuvaa vettä ja ravinnekuormaa.

Taulukko 2. Puustoisien kasvillisuuden monimuotoisuusmerkityksiä virtavesille.

Kasvillisuus	Hyödyt
Virran yli ulottavat puut ja pensaas	- Muodostavat varjoja jotka alentavat veden lämpötilaa: hyödyttää vesieliöitä ja kaloja. - Varjostus vähentää umpeenkasvua ja näin ollen vähentää perkaustarvetta. - Suuren ja pienen karikkeen lähde. - Tuottaa hyönteisiä, joita kalat syövät.
Lehdet, oksat ja muu karikke virrassa	- Tuottaa matalikoita ja suojaa - Tarjoaa ravintoa ja pysyvän alustan useille vesieliöille
Juuret virran penkereessä	- Vakauttaa reunoja, penkkaa - Luo penkan yli ulottuvia suojapaikkoja
Runkoja ja matalakasuista kasvillisuutta veden äärellä	Vaikuttaa karikkeen ja sedimentin liikkeeseen virrassa Tulva-alueilla merkittävä.

Ravinteenpidätykseen riittävät kapeat, muutamametrin levyiset kaistat. Sen sijaan monimuotoisuutta suojelevat ja lisäävät suojavyöhykkeet ovat yli 25 metrin levyisiä (Lind et al 2019).

Ympäröivän luonnon monimuotoisuus, ekologiset käytävät

Suojavyöhykkeiden metsät luovat monimuotoisuutta maan päällä ja vesistöissä.

Riittävän leveät, monikerroksiset, ja luontaista metsää muistuttavat metsäkaistat tarjoavat elinympäristöjä villieläimille. Ne muodostavat ekologisia käytäviä, joita pitkin metsälajit voivat kulkea metsästä toiseen, yli maatalousalueiden. Metsävyöhykkeet ovat ruokailu-, levähdys-, kulku- ja lisääntymispaikkoja hyönteisille, linnuille, sekä nisäkkäille pienistä suuriin.

Vesien elonkirjoja lisäävä puusto tarjoaa vesieläimille ravintoa ja suojaa. Puut vähentävät veteen päätyvää sedimenttiä. Puiden juuret vakauttavat virran pengertä. Lehtipuut ovat erityisen merkittäviä virtavesien ekologiselle hyvinvoinnille, koska niiden lehdet ruokkivat veden eliöitä ja luovat vesielinympäristöjä. Puista tippuvat oksat ja veteen kaatuvat rungot luovat suvantopaikkoja ja virtausvaihtelua, jota esimerkiksi useat kalat tarvitsevat kutemiseen. Puiden aiheuttama varjostus pitää vedet viileämpinä, mikä lisää liuenneen hapen määrää vedessä, ja siten parantaa elämäntilinyksiä vesieläimille. Valo on vesien eliöstölle tärkeää, mikä vuoksi suojavyöhykkeen metsiä on hoidettava, eli puustoa on korjattava kaistalta pois.

Monimuotoisuusvyöhykkeet ovat jopa kymmeniä metrejä leveitä. Niiden jatkuvuus maisemassa on tärkeää. Yksittäinen viljelijä ei voi täyttää alueen ekologisen kytkeytyneisyyden tarvetta, vaan elonkirjon lisäämisprojektiin tarvitaan vesistön rannalla viljelevien maanomistajien yhteistyötä.



Kuva 4. Maatalouspuro. Kuva Iiris Mattila

Suunnittelu ja hoito

Alueellinen jatkuvuus on suojavyöhykkeiden ekologisen toiminnallisuuden ehto. Valuma-alueen viljelijöiden ja metsänomistajien tulisi sitoutua toimimaan yhdessä. Tässä voivat olla apuna vesiensuojeluyhdistykset, luonnonsuojelujärjestöt ja ELY-keskukset. Ojitusyhteisöjen elvyttäminen voi kirittää yhteistä toimintaa

<https://www.ely-keskus.fi/-/ojitusyhteisöjen-tietoja-paivitetään-uuteen-karttapalvelu-1>

Tilakohtaisen suunnitelman tekeminen etenee esimerkiksi seuraavien kysymysten perusteella:

1) Millaisella valuma-alueella pelto sijaitsee? Mitkä ovat maaston muodot ja maalaji?

Tiedot valuma-alueen maastosta löytyvät esimerkiksi Maanmittauslaitoksen, Metsäkeskuksen ja Suomen Ympäristökeskuksen avoimista paikkatietoaineistoista. Valuma-alueen koko kertoo yksittäisen tilan vaikutusmahdollisuuksista koko vesistön kunnon kohentamiseen. Maaston muodot ja maalajit vaikuttavat eroosioherkkyyteen ja ravinnehuuhtoumariskeihin.

2) Mitkä ovat tilan merkittävimmät ravinnepäästöriskit? Tuulieroosio? Vesieroosio? Tulviminen? Lannoitus? Typpi vai fosfori vai molybdeenit?

Tarkastellaan tilan viljelykäytäntöjä, muokkausta, lannoitusta, ympäröivää luontoa ja suojelukohteita. Tutkitaan tilan ympäristön maastoa ja maankäyttöä. Harkitaan riittääkö vesistön rannalle sijoitettu suojavyöhyke vai onko tarpeellista perustaa myös viljellylle peltoalalle kapeita suoja-kaistoja. Jos alue on hyvin rinteistä, maan muokkaaminen korkeuskäyrän suuntaisesti tai sitä muokkien (Yeomans 1993) vähentää valumavesien pääsyä vesistön ääreen.

Tuulieroosiota ratkotaan tuulensuojaistutuksin.

Maan eroosiota vähentää mahdollisimman jatkuva kasvipeite, muokkaus rinteiden korkeuskäyrän suuntaisesti sekä ravinnepidätyskaistat,

Tulvivilla alueilla vesistön suojavyöhykkeelle valitaan märkyyttä kestäviä ja syväjuurisia lajeja.

Fosforipäästöriskiä hillitään sedimenttiä pysäyttävien rakentein (pystyt heinät, pensaikko, puut), sekä korjaamalla suojakaistalta kasvillisuutta

pois. Kosteikot ovat merkittävä osa fosforipäästöjen vähentämistä, mutta niitä ei käsitellä tässä teoksessa.

Typpipäästöjä vähennetään tiheä- ja syväjuurisilla kasveilla, suojakaistan multavuutta lisäämällä, ja poistamalla biomassaa suojakaistalta.

Kaikissa tapauksissa saapuva vesi ohjataan kulkemaan tasaisesti läpi suojakaistan, jotta vesi imeytyisi maahan.

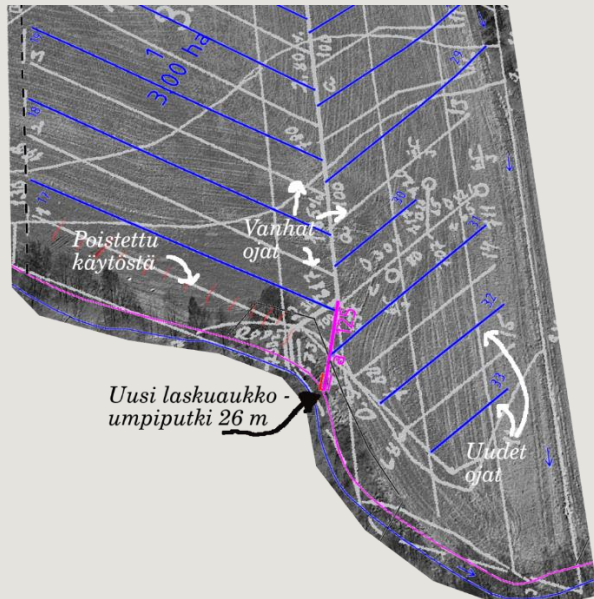
Pellon poikki voi perustaa useampia kapeita ravinnepidätyskaistoja monivuotisiin kasveihin. Tällaiset kaistat voivat toimia kujanviljelyn puuriveinä, petopenkkoina, pölytyspalvelujen tehostajana ja tuulensuojina – suunnitelma tehdään tarpeen mukaan, ja tukiehtoja noudattaen.



Kuva 5. Rinteeseen, kasvulohkojen väliin sijoittuva monivuotisuuskaista toimii myös ravinnepidätyskaistana. Ylärinteessä viherlannoitusnurmi muokattu syysviljankylvöä varten, alarinne vielä puimatta. Iiris Mattila.

3) Onko tulevan suojakaistan alla salaojittamista?

Tilan salaojakartoista havainnoidaan ojien sijainnit. Jos ojaston kunnostus tai perustaminen on



Kuva 6. Yksi ratkaisumalli salaojan uudelleenjärjestelyyn: Kokoojan loppumetrit (26m) on tehty umpiputkella. Ojaa läheisin imuoja on poistettu käytöstä. Vanha pitkä kokoojaoja (valkea) kerää vanhojen imuojien (valkeat) sekä uusien imuojien (siniset) vedet umpiputken kautta yhteen laskuaukkoon. Tässä järjestelmässä valtaojan varrelle voi istuttaa puita ilman pelkoa imuojien tukkeutumisesta.

ajankohtaista, se tehdään ennen puiden istutusta.

Salaojitetuille pelloille valitaan ensisijaisesti matalajuurisia puita ja pensaita. Mikäli toivotut matalajuuriset puuvartiset eivät sovellu esimerkiksi vesistönsuojavyöhykkeen märkään maaperään, pidetään salaojat avoimina ja toimivina joko säännöllisiin huuhteluihin tai putkiston uudelleenjärjestelyin. Esimerkki uudelleenjärjestelystä kuvassa 6.

4) Halutaanko ravinteenoistoa, monimuotoisuutta vai molempia?

Ravinteiden poistamiseen riittää usein kapea suojavyöhyke, jotka kylvetään monivuotisin heinäkasvein. Monimuotoisuuden tukemiseen suojavyöhykkeen minimileveys on 25 metriä, mutta leveämpi on parempi (Lind et al 2019). Monimuotoisuusvyöhyke suunnitellaan kerrokselliseksi, monilajiseksi lehti- tai sekametsäksi.

5) Mitä suojavyöhykkeellä halutaan tuottaa?

Lajiston ominaisuuksia ja käyttömahdollisuuksia löytyy muun muassa *Pellon suojavyöhykkeen*

puut ja pensaat -oppaasta (Tapio 2006), metsäpuutarhakirjallisuudesta (kpl 2 ja kpl 5), ja liitteen 1. taulukosta "Suomessa menestyviä puu- ja pensaslajeja agrometsäkäyttöön".

Puiden hoito suunnitellaan niiden koko elinkaarren ajalle. Esimerkiksi: Kuka karsii tai leikkaa puut keväällä? Milloin ja miten lannoitetaan? Tarvitaanko kastelua? Tarvitaanko aluskasvillisuuden hoitoa?

Esimerkkejä tuotantosunnista:

- hedelmäpuut, marjapensaat, pähkinät (*Corylus*)
- puutavara
- biomassa (hake, klappi, biohiili)
- laidunnus
- käsityömateriaalit, sienipölkyt

Tarvittavat hakkuu-urat ja hoitokäytävät ennakoitetaan tuotantosunnin mukaan. Ratkottavia kysymyksiä ovat sadonkorjuun koneistuksen tarve, työvoimatarve, sadon säilytys ja markkinointi.

Esimerkiksi: Onko korjuu käsi- vai konetyötä? Millaisia koneita käytetään? Jos tuotetaan ras-kaalla korjuukalustolla kaadettavaa ja poistetta-va puuta, suunnitellaan ajolinjat niin, että ko-neella ajetaan mahdollisimman vähän suoja-vyöhykkeen päällä. Suojakaistan toiminnallisuus kärsii tiivistävästä koneajosta, kuten myös pelto-maa.

6) Taimien tilaus tai kasvattaminen.

Taimistot myyvät eri-ikäisiä puuvartisia taimia. Paikallisen Metsänhoitoyhdistyksen kautta voi usein tilata metsäpuuntaimia. Puita voi kylvää itse joko ostetuista tai itse kerätyistä siemenistä, ja joitain puuvartisia voi lisätä pistokkaista. Vesovien puiden luontainen uudistuminen vesa-kon kautta vähentää jatkossa taimien hankintaa ja istuttamistyötä. (lisää luvussa 2)

7) Maan muokkaus ja syväkuohkeutus istu-tuskohdissa.

(Aiheesta luvussa 2)

8) Istuttaminen, kattaminen, suojaaminen.

(Aiheesta luvussa 2)

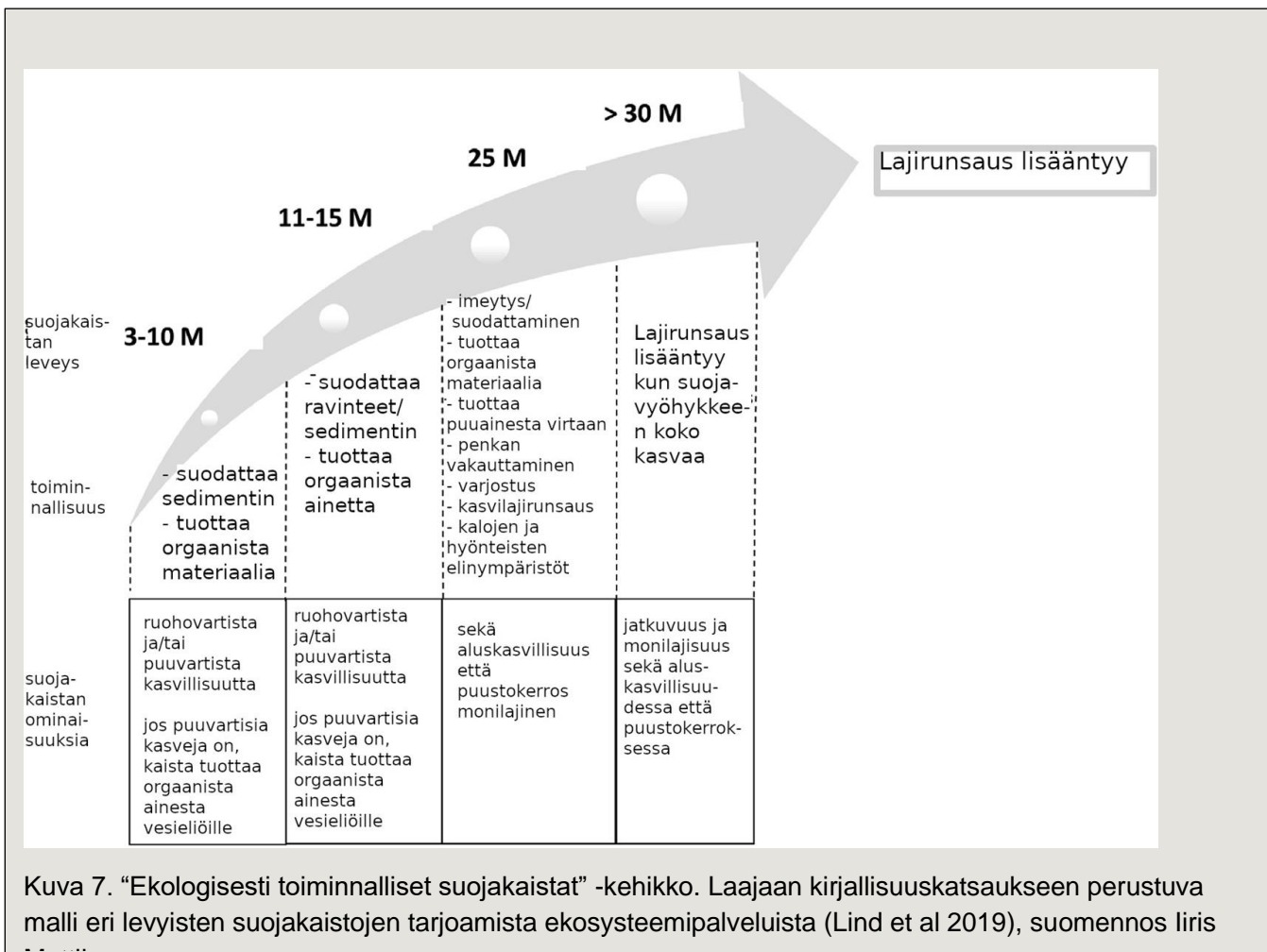
9) Aluskasvin kylvö, jos maata on muokattu.

(Aiheesta luvussa 2)

Suojavyöhykkeen leveyden määrittä-minen, työkaluja

Laajassa kirjallisuuskatsauksessa Lind ym (2019) esittävät seuraavaa mallia suojavyöhyk-keen suunnitteluun (kuva 7. "Ekologisesti toimin-nalliset suojakaistat" -kehikko):

3-10 m leveät puustoiset suojavyöhykkeet py-säyttävät sedimentin. Puut lisäävät orgaanista ai-nesta maahan ja veteen.



Kuva 7. "Ekologisesti toiminnalliset suojakaistat" -kehikko. Laajaan kirjallisuuskatsaukseen perustuva malli eri levyisten suojakaistojen tarjoamista ekosysteemipalveluista (Lind et al 2019), suomennos Iiris

11-15 m leveät puustoiset suojavyöhykkeet suodattavat edellisen lisäksi myös ravinteet. Rinteisyyden ja keveillä mailla maalajin vaikutus voidaan kompensoida valitsemalla yllä olevasta taulukosta leveys sopivan kategorian ylärajalta.

25 m leveä suojavyöhyke on riittävä suurten puiden kasvulle, ja sen myötä sen varjostusvaikutus on merkittävämpi, vesi pysyy viileämpänä ja virranpenger vakaana. Kasvi- ja eläinmonimuotoisuus lisääntyvät suojavyöhykkeen levetessä. Jos päättävöite on saada lisättyä monimuotoisuutta sekä kasveissa että eläimissä, on suojavyöhykkeen oltava yli 30 m leveä **molemmilla puolilla** virtaa.

GIS-työkalut suunnittelussa Tasalevyinen suojavyöhyke ei ole välttämättä riittävä ratkaisu ravinnevalumien vähentämiseen. Erityisesti rinteillä pellolla valumavedet keskittyvät laaksoihin

ja liikkuvat siitä eteenpäin maan muotojen mukaan. Jos laakso tai alanko rajautuu vesistöön, on mahdollista että vesirajaan kohdistuu eri määriä valumavesiä viereisen pellon (tai metsän) pinnanmuotojen mukaan. Tällaisissa valumaveden purkatumiskohdissa suojakaistan tulisi siis olla leveämpi (kuva 8).

Tietoja valuma-alueen pinnanmuodoista, maala-jeista, sadannasta, luontotyypeistä, pohjavedestä, valuma-alueen koosta jne. on tarjolla useilla organisaatioilla (mm. SYKE, LUKE, Metsäkeskus, Maanmittauslaitos). Näitä paikkatietoaineistoja voi käyttää *ohjelmistojen kautta* (QGIS, ArcGIS) tai niitä voi *katsella suoraan selaimessa*. Malleja alueellisesta eroosioherkkyydestä ja maan kosteusolosuhteista ovat muun muassa RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation)- ja DTW (Depth to Water)-mallit.

Suomessa ei ole valmista, yksiselitteistä työkalua pellon vesistösuojakaistan leveyden optimointiin.

PAIKKATietoaineistoja

<http://paikkatieto.ymparisto.fi/alue>

Sivulta löytyy suurempien uomien valuma-alueita, maanpeiteindeksiä ym. Voidaan käyttää selaimen kautta.

<https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/suorakayttoaineistot/tyokalut>

ArcGIS -käyttäjille.

https://aineistot.metsakeskus.fi/metsakeskus/rest/services/Vesiensuojelu/RUSLE_eroosiomalli/MapServer

Luonnonvarakeskuksen paikkatietopalvelut, mm. RUSLE aineistoa

<https://luonnonvaratieto.luke.fi/>

Paikkatieto-ohjelmistoilla käytettävä **Luonnonvarakeskuksen** aineisto

<https://paituli.csc.fi/>

Maanmittauslaitoksen Karttapaikka- ja Paikkatietoikkuna-palveluissa voi tarkastella valitulta alueelta mitä erilaisimpia maastotietoja

<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>

Maanmittauslaitoksen maastokartat, ilmakuvat ja taustakartat, sekä kiinteistöjaotus (kiinteistörajat ja kiinteistötunnukset).

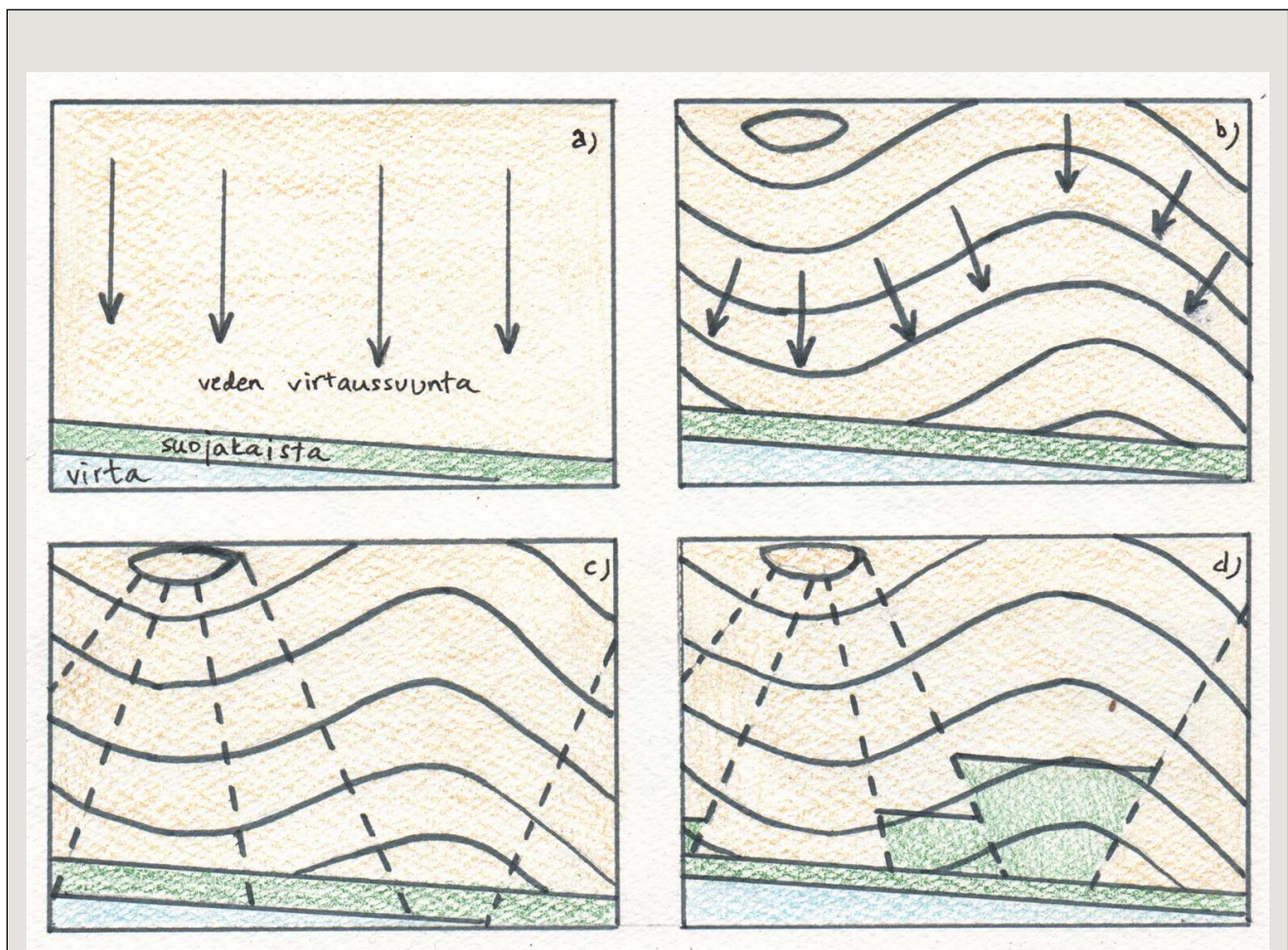
<https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/?lang=fi>

AgBufferBuilder <https://www.fs.usda.gov/nac/resources/tools/AgBufferBuilder.shtml>

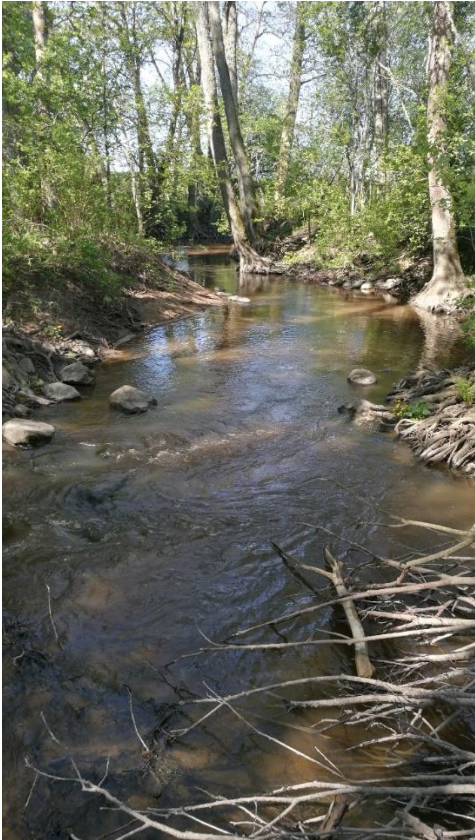
Suomen Ympäristökeskus on valmistanut metsänomistajan suojakaistatyökalun GIS-SUS -hankkeessa (*Tiedonurkka: DTW – depth to water -malli työkaluna suojavyöhykkeen leveyden määrittämiseen*). Myös EFI:n (European Forest Institute) nelivuotinen DIGITAF-hanke (<https://digitaf.eu/>) valmistaa parhaillaan Suomalaisen pelto- metsäviljelyn suunnitteluun sopivia tietotyökaluja.

USDA (U.S. Department of Agriculture) tarjoaa ArcGIS ohjelmistolla toimivan AgBufferBuilder -työkalun maatalouden suojakaistojen optimointiin. AgBufferBuilder keskittyy ravinteiden poista-

misen tehokkuuteen, ei monimuotoisuuden lisäämiseen, ja se ottaa mallinnuksessa huomioon muun muassa alueen pinnanmuodot, valuma-alueen koon, sadannan, maalajin, muokkaustavan.



Kuva 8. Kaavakuva veden valumisreiteistä ja kohdentumisesta suojakaistalle viljellyllä pellolla. Maastonmuotoja korkeuskäyrinä, ja vaihtoehtoisia suojakaistan suunnittelumalleja: a) yhtenäinen valumavirtaus (tasaisella maalla) tasalevyiseen suojakaistaan; b) rinnettä pitkin vesi virtaa eri suuntiin ja päättyy tasalevyiseen suojakaistaan; c) veden virtaussuunnat ja alueet, jolle vedet suojakaistalle päätyvät; d) suojakaistan leveys vastaa kyseiseen kohtaan saapuvan valumaveden määrää. a) ja d) ovat riittävät imeyttämään suojakaistalle saapuvan valumaveden maaperään, ja toimivat siksi parhaiten ravinteiden ja saasteenpoistossa. Valumaveden määrään kaistalla voidaan vaikuttaa myös muilla peltoviljelytoimenpiteillä. Alkuperäinen kuva Dosskey ym. 2005, josta uudelleenpiirtänyt ja sanoittanut Iiris Mattila.



Kuvat 9-10. Luontaista puustoa. Kuva Jussi Aaltonen, Valonia.

Lajisto

Suojavyöhykkeen **puulajisto** valitaan alueen topografian, maalajin, suojavyöhykkeen toiminnallisen tavoitteen ja viljelijän tarpeiden mukaan.

Veden partaalle istutetaan lehtipuita, jotka ruokkivat veden eliöitä lehtikarikkeella. Muu suojavyöhyke voi sisältää myös havupuita, vaikka ne eivät ole ekologisesti välttämätön osa puustoa.

Pensaisto luo monikerroksellisuutta ja lisää lajivalikoimaa.

Kotoperäisten puiden lajivalintaan saa apua *Pellon suojavyöhykkeen puut ja pensaat* (Tapio 2006) – esitteestä, jossa kuvataan tavallisimpien suomalaisten metsäpuiden kasvuvaatimukset ja ominaisuudet. Liitteen 1. taulukko (Suomessa menestyviä puu- ja pensaslajeja agrometsäkäyttöön) antaa viitteitä puiden käyttömahdollisuuksista ja juuriston kasvutavoista.

Kenttäkerroksen heinät ja muut kasvit ovat ravinteidenpidätyksen kannalta merkittävin osa suojavyöhykkeen kasvillisuutta. Niiden tulee peittää paljas maa. Heinäkasvuston on oltava erityisesti pellon puolella tiheä ja syväjuurinen. Parhaita heinälajeja suojavyöhykkeelle ovat vahvajuuriset, monivuotiset, kosteutta kestävät heinät, jotka seisovat vahvoina korsina läpi talven. Koiranheinä (*Dactylis glomerata*) ja nadat (*Festuca*) kestävät kosteutta ja kasvattavat vahvat juuret. Kenttäkerroksen lajisto saa olla monipuolinen ja kukkiva, mutta palkokasveja ei kylvetä vesistönsuojavyöhykkeelle.

Istutus ja suojaus

Istutuskohdissa maa syvämuokataan juuriston kasvun varmistamiseksi joko koneellisesti tai käsin. Taimet suojataan kattein ja taimisuojin, sekä tuetaan tarpeen mukaan, ja niiden ympärille kylvetään rikkakasvien kanssa kilpailevaa kasvillisuutta. Maan muokkausta kannattaa välttää vesistön äärellä jos se on mahdollista.

Taimien istutus, rikkatorjunta ja alkuvaiheen hoito on kuvattu selkeästi *Pellon suojavyöhykkeen puut ja pensaat* (Tapio 2006) -esitteessä sekä tämän kirjan luvussa 2.

Hoitohakkuut

Varttuvaa suojavyöhykemetsää on harvennettava aluskasvillisuuden sekä vesieliöiden valonsaannin vuoksi. Liian tiheä latvusto varjostaa aluskasvillisuutta, heikentää sen peittävyttä ja altistaa maan pinnan eroosiolle. Puun latvustojen tiheys suojavyöhykkeellä tulisi olla 80% luokkaa. Tällöin kenttäkerroksen kasvit saavat riittävästi valoa kasvaakseen, ja uusien puiden taimettuminen onnistuu.

Veden varjostus tulisi kokonaisuudessaan olla 50% luokkaa: Veden äärellä varjot saavat vaihdella, ja vesialueesta noin puolet tulisi pysyä avoimena. Käytännössä tavoitellaan mosaiikimaista elinympäristöjen vaihtelua: Avointa alaa, yhtenäistä tiheää latvustoa, suuria peittäviä puita, harvalatvuksisia puita, sekä pensastoa.



Kuva 11. Paimion Karhunojan tervaleppäistutuksista kesäkuussa 2021. Janne Tolonen, Valonia

Tiedenurkka: DTW – depth to water MALLI työkaluna suojavyyöhykkeen leveyden määrittämiseen metsämailla.

Mari Annala (SYKE) ja Iiris Mattila

Mikä on DTW?

Depth To Water -DTW -kosteusindeksi mallintaa maaperän kosteutta erilaisissa kosteusolosuhteissa. Malli kertoo, kuinka kaukana pohjaveden pinnan taso on maanpinnasta: DTW:n arvo 1 tarkoittaa, että pohjaveden pinta on metrin alempana kuin maanpinta ja DTW:n arvo 0 on avovettä (pintaveden pinnan taso). Mallia voi tarkastella ja käyttää esimerkiksi Metsäkeskuksen paikkatietoaineiston kautta suoraan internet-selaimessa tai GIS-ohjelmistorajapinnoilla.

SMK Luonnon hoidon paikkatietoaineisto <https://metsakeskus.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=645cb868e3b545beb9a9a27a0bfcc731>

Depth To Water -kosteusindeksi perustuu korkeusmalliin ja mallinnettuun pohjaveden tasoon. Se ei kuitenkaan huomioi sadantaa tai maalajia, eikä niiden vaikutusta maaperän kosteusolosuhteisiin. Aineisto perustuu mm. maaston laserkeilaukseen, jonka tarkkuus on 2 x 2 metriä. Mallissa otetaan huomioon metsäojien sekä maan pinnalla näkyvien pelto-ojien muodostamat virtausverkot, mutta salaojat eivät sisälly laskentaan.

Paikkatietoaineistoa käytettäessä valitaan minkä olosuhteiden DTW-indeksiä tarkastellaan. Yleisesti käytetään 4 ha tai 10 ha raja-arvolla laskettua mallia. Kynnysarvot kertovat sen, miten suuri pinta-ala tarvitaan, jotta pintavettä kertyy riittävästi alkaakseen virrata ja muodostaakseen noron. Siten DTW 4 ha ilmentää paremmin keskikesän kuivia ja DTW 10 ha kevään ja syksyn märempiä olosuhteita

Tästä juontuvat ”kynnysarvot”, jotka edustavat tiettyjä kosteusolosuhteita:

DTW 0,5 ha edustaa äärimmäisen kosteita olosuhteita

DTW 1 ha edustaa erittäin kosteita olosuhteita, esimerkiksi lumen sulannan tai pitkäkestoisten sateiden jälkeen.

DTW 4 ha edustaa loppukesän kuivempia olosuhteita

DTW 10 ha edustaa pitkäkestoisen kuivuuden aiheuttamia erittäin kuivia olosuhteita.

(Salmivaara 2020)

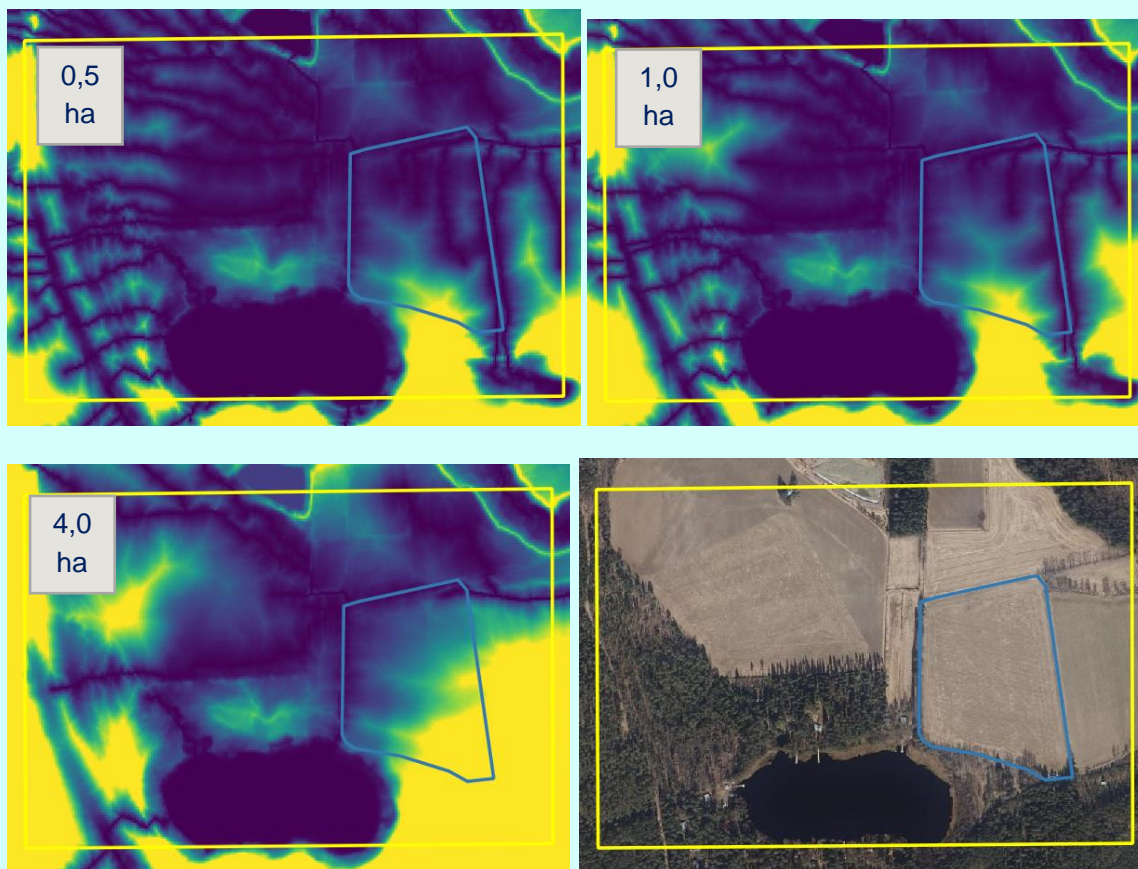
DTW pelto-olosuhteissa ja suojakaistojen suunnittelussa

DTW indeksiä voitaisiin peltoviljelyssä käyttää veden saatavuuden arvioimiseen kasvukaudella, sekä virtailuriskien ennakoinnissa koko vuoden ajalta. DTW tarjoaa tietoa peltomaan kosteusolosuhteista ja veden saatavuudesta viljelykasville, koska se kertoo maastonmuodoista riippuvista valuma-alueista ja pohjaveden saatavuudesta. Mikä osa peltoa on mahdollisesti veden virtailun aluetta keväisin ja syksyisin? Mikä on kuivaa aluetta kesällä, ja missä vesi riittää? **Virtailuriskin alueilla ravinne- ja eroosiovalunnan voi pysäyttää ravinteidenpidätyskaistoin.** Veden riittävyysarvion perusteella voidaan harkita mitä pellolla kannattaa viljellä, tai miten pellon vesitalouteen voidaan vaikuttaa esimerkiksi muokkaustekniikoin, maan kasvukuntoa hoitamalla, ja kevätkylvöaikaa säätämällä.

Koska malli ei ota huomioon salaojitusta, sen antama kuva voi olla pelloilla osin harhaanjohtava. Toimiva salaojitus kuivattaa peltomaan salaojaston syvyyteen saakka. Vesistön suojakaistojen leveyden suunnitteluun on siis lähtökohtaisesti käytettävä muuta järjestelmää kuin suoraa DTW-in-

Pellolla tärkeitä vesistönsuojakaistan suunnittelutekijöitä ovat

- maiseman avoimuus ja rinteisyys
- maiseman puustoisuus
- pohjaveden läheisyys
- maalaji
- maanmuokkauksen ennakointi / kasvipeitteisyys (onko merkittävä veden imeytymiseen vaikuttava tekijä Suomen keväässä ja syksyssä?)
- sadanta
- lannoitus
- ojitus



Kuvat 12-15. DTW kartta osoittaa miten pohjaveden läheisyys ja pellon rinteisyys vaikuttavat pellon DTW-indeksiin. Tämän pellon lähimpään vesistöön, suolampeen, on pellonreunasta matkaa muutamia kymmeniä metrejä. DTW-indeksit 0,5 ha, 1 ha, 4 ha ja ilmakestä pellosta. Pohjaveden etäisyys väreissä: sininen=pohjavesi 0m, keltainen=pohjavesi 1,5m. Kuvat Tuomas Mattila

Case GIS-SUS -hanke (SYKE)

Suomen ympäristökeskus (Syke) tutki ja kehitti metsätalousalueiden purojen suojakaistoja GIS-SUS -hankkeessa vuosina 2020-2022. Hanke tehtiin yhteistyössä Suomen metsäkeskuksen, Luonnonvarakeskuksen ja Oulun yliopiston kanssa, ja sen rahoitti Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR).

Tausta: Perinteisesti käytetyt tasalevyiset suojakaistat ovat helppoja toteuttaa, mutta liian kapeina eivät suojaa puroympäristöä riittävästi ja toisaalta leveinä tulevat maanomistajalle kalliiksi. Tavoitteena oli optimoida suojakaistoja siten, että puroelinympäristöjen suojelu että maanomistajien taloudellinen toimeentulo tulisi huomioitua yhtäaikaaisesti. Paikkatietoaineistojen käytettävyyttä suojakaistojen muodostamisessa testattiin pilottikohteilla. Erityisesti selvitettiin, löytyykö DTW-kosteusindeksistä raja-arvo, joka kuvaa monimuotoisimman rantametsän vyöhykettä. Tällainen rantametsän ekologisten piirteiden mukaan muodostettu vaihtelevan levyinen suojavyöhyke voi tulla maanomistajalle edullisemmaksi, koska kosteilla alueilla puun kasvu on heikkoa.

Metodeja ja tuloksia: GIS-SUS selvitti kasvilajien määrän ja indikaattorilajien suhteutta maaperän kosteuteen maastossa. Hankkeessa käytettiin GIS-aineistoja DTW kosteusindekseistä ja RUSLE-erosiomalleista.

DTW 4 ha mallista tunnistettiin raja-arvo 0,5 m tärkeäksi kasvien monimuotoisuutta ylläpitäväksi raja-arvoksi.

DTW-arvon ollessa 0,5 m tai sen alle kasvilajisto oli runsaampaa ja koostui kosteassa ja ravinteikkaasta maassa viihtyvistä lajeista, joita ei esiinny kuivemmalla metsätalousmaalla. Talousmetsien monimuotoisuutta saadaan siis ylläpidettyä tai lisättyä, jos näitä lajeja saadaan säilytettyä suojavyöhykkeiden avulla. Kasvilajiston oletetaan indikoivan myös muun eliölajiston monimuotoisuutta, sillä muissakin eliöryhmissä on lajistoa, joka viihtyy samantlaisissa kosteissa olosuhteissa kuin indikaattorikasvit.

Hankkeessa laskettiin DTW 0,5 m raja-arvolla muodostettujen suojavyöhykkeille jätettävän puuston arvoa ja siten suojakaistojen kustannuksia maanomistajalle. DTW-suojavyöhykkeiden arvoa verrattiin tasalevyisiin 10 m ja 15 m leveisiin suojavyöhykkeisiin. Lisäksi laskettiin kustannukset, jos kosteusindeksin mukaiseen suojavyöhykettä levennettiin eroosioriskikohteissa (RUSLE-mallin avulla). DTW 0,5 m mukaiset suojavyöhykkeet olivat hehtaarikohtaisesti laskettuna pääsääntöisesti edullisemmat kuin tasalevyiset suojavyöhykkeet. Eroosioriskikohteiden lisääminen kasvatti suojavyöhykkeiden hintaa, mutta eroosioriskialueilla olennaista on välttää maanmuokkausta – ei niinkään hakuita. Kattavat kuvaukset taloudellisista laskelmista ja muista hankkeen tuloksista löytyy GIS-SUS -hankkeen loppuraportista (<http://hdl.handle.net/10138/352814>).

Hankkeen materiaalit ovat saatavilla kaikille sekä GIS-ohjelmistojen kautta että ilman. * *Metsäkeskuksen aineistoja voi tarkastella selaimessa*

<https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/luontotietoaineistot>

* *Aineistoja voi tarkastella rajapinnan kautta paikkatieto-ohjelmilla*

* *Aineistoja voit tarkastella ArcGIS Explorer -matkapuhelinsovelluksella. (Aineisto löytyy sovelluksella etsimällä hakuasanalla "Gissus")*

Tiedenurkka: RUSLE-eroosiomalli

Timo Räsänen
Erikoistutkija
Luonnonvarakeskus

31.3.2023

RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) (Renard et al., 1997) on empiirinen malli, joka ennustaa pitkän aikavälin keskimääräistä vesieroosiota. RUSLE kehitettiin alun perin Yhdysvalloissa USLE-mallin (Wischmeier and Smith, 1978) pohjalta ja molemmat mallit perustuvat suureen määrään empiirisiä mittauksia eroosioprosessiin liittyvistä tekijöistä. Sittemmin RUSLE-mallia on käytetty ja sovellettu eri maissa ja siitä on tullut käytetyin eroosiomalli maailmalla (Borrelli et al., 2021).

RUSLE perustuu yhtälöön, jossa on kuusi eroosioprosessia kuvaavaa tekijää

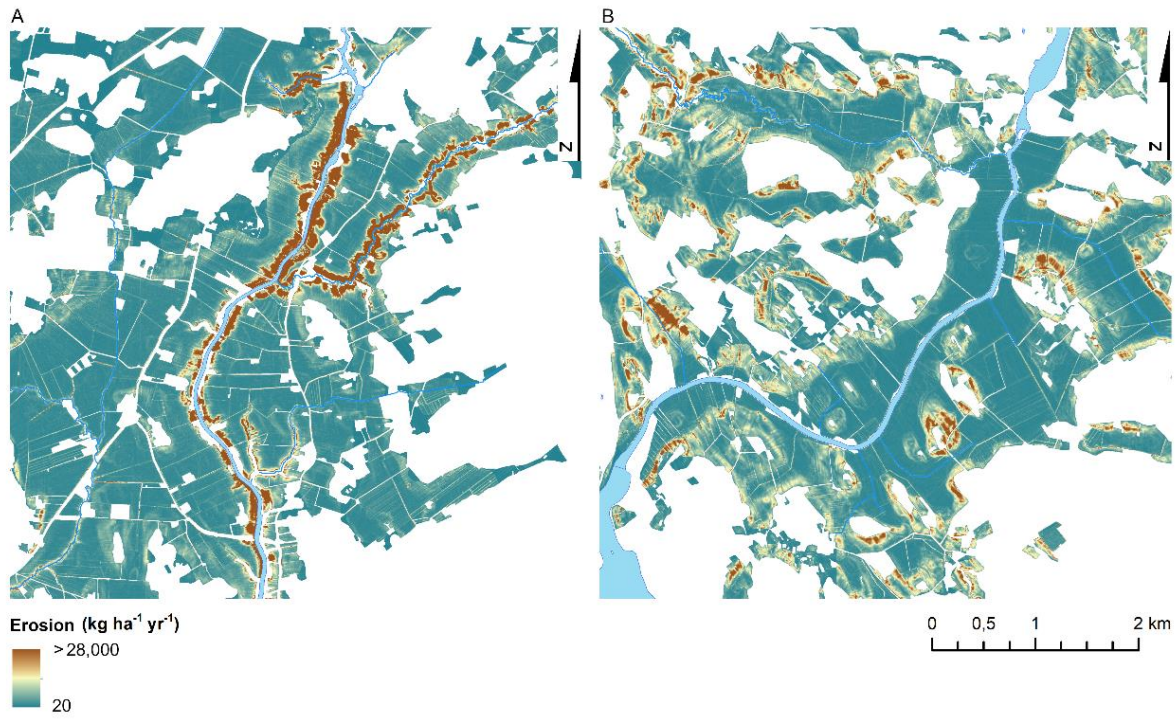
$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

jossa A on keskimääräinen pitkän aikavälin eroosio [t/ha/v], R kuvaa sadannan ja pintavalunnan erosiviteettiä [MJ mm/ha/t/v], K kuvaa maaperän erodoituvuutta [t ha/MJ/mm], L kuvaa rinteiden pituuden vaikutusta eroosioon [-], S kuvaa rinteiden kaltevuuden vaikutusta eroosioon (S) [-], C kuvaa kasvipeitteen ja maanmuokkauksen vaikutusta eroosioon (C) [-] ja P kuvaa eroosion torjuntatoimenpiteiden vaikutusta eroosioon (P) [-].

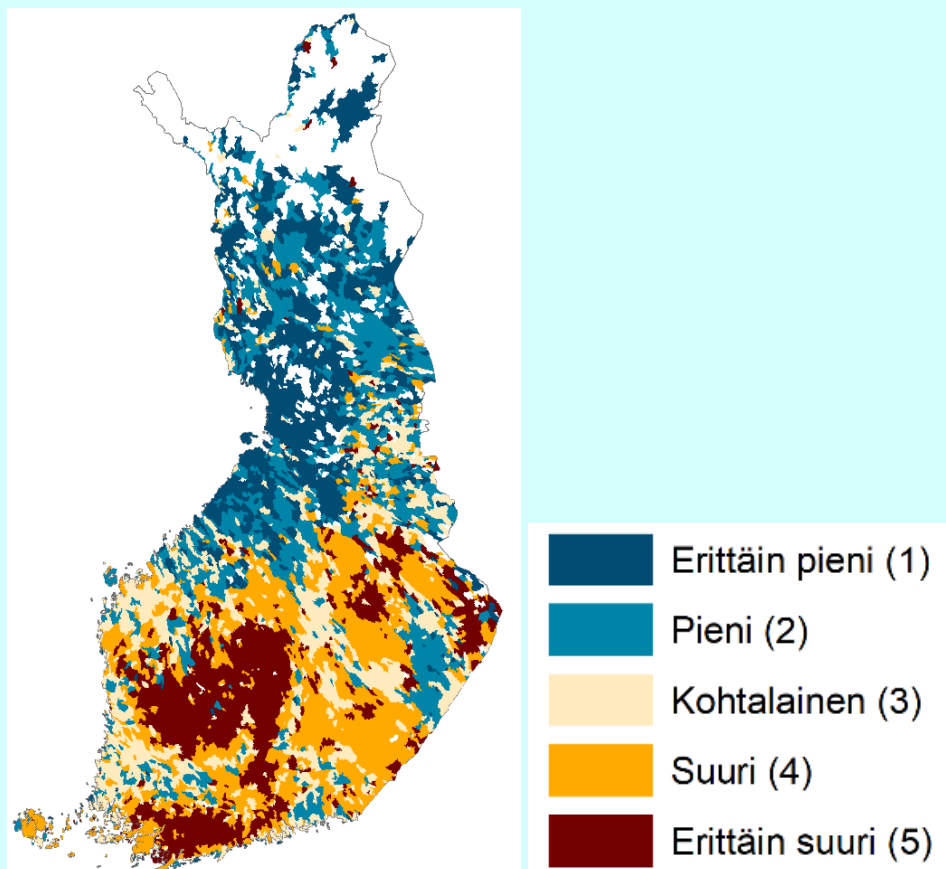
Malliyhtälö itsessään on yksinkertainen mutta mallin eri tekijöiden laskeminen vaatii riittävää tietoa ja asiantuntijuutta (katso Renard et al., 1997). Malli kehitettiin alun perin kuvaamaan eroosiota peltojen rinteillä, jolloin eroosioennuste (A) kuvaa rinteiden alapäähän kulkeutuneen eroosioaineksen määrää (nettoeroosio). Sittemmin mallia on sovellettu hajautetusti paikkatietoympäristöissä, esimerkiksi perustuen korkeusmalleista johdettuihin laskentayksiköihin. Hajautetussa toteutuksessa ei ole kuitenkaan kuvattu eroosioaineksen kulkeutumista laskentayksiköiden välillä, ja sen ennusteet kuvaavat bruttoeroosiota, eli maaperästä irronneen ja liikkeelle lähteneen maa-aineksen määrää - ei sen kulkeutumista pellolta ojaan tai vesistöön.

Mallit ovat hyödyllisiä työkaluja havainnollistamaan ja kuvaamaan monimutkaisia prosesseja, mutta niiden käyttöön liittyy aina epävarmuuksia. Epävarmuudet liittyvät malliin syötettyihin lähtötietoihin, sekä mallin kykyyn kuvata mallinnettava prosessia ja paikallisia olosuhteita riittävällä tarkkuudella. Esimerkiksi, Räsänen ym. (2023) ja Lilja ym. (2017) testasivat RUSLE:a Suomessa yhteensä kahdeksan koepellon mittauksia vasten ja totesivat RUSLE:n ennusteiden tarkkuuden vastaavan Suomessa ennustetarkkuutta muualla maailmassa, mutta yksittäisen kilometrin ennusteen virhemarginaali oli suuri. **RUSLE soveltuukin parhaiten korkean eroosion alueiden tunnistamiseen peltolohkon sisäiseltä tasolta (Kuva ?) alueelliselle tasolle (Kuva 18), sekä erilaisten viljely- ja eroosiontorjuntatoimenpiteiden välisten eroosivaikutusten suhteelliseen vertailuun.** Viljely- ja eroosiontorjuntatoimenpiteiden suunnittelussa RUSLE on erittäin havainnollistava työkalu, jonka pohjalta voidaan tehdä vaikuttavia toimenpidepäätöksiä, kuten suojavyöhykkeiden ja talviaikaisen kasvipeitteen sijoittelua.

Suomen peltomaille on kehitetty RUSLE-aineisto ja siihen perustuva karttapalvelu Luonnonvarakeskuksen toimesta. Aineisto on ladattavissa Tieteen tietotekniikan keskuksen Paituli-palvelusta (<https://paituli.csc.fi/>) ja karttapalvelu on Luonnonvarakeskuksen Luonnonvaratieto-verkkopalvelussa (<https://luonnonvaratieto.luke.fi>).



Kuva 16. Eroosion jakautuminen A) Aurajoen ja B) Mustionjoen peltomailla . Kuvien pelloille on oletettu sama kasvipeite ja maanmuokkaus (kevätvilja ja syyskylvä), jotta ne ovat keskenään vertailukelpoisia.



Kuva 17. Suomen peltöjen eroosioherkkyys osavaltio-alueittain jaoteltuna viiteen kategoriaan. Eroosioherkkyden arviointia varten kaikille pelloille on oletettu sama kasvipeite ja maanmuokkaus (kevätvilja ja syyskylvä), jotta alueet ovat keskenään vertailukelpoisia.



4. Peltometsäviljely:

Kujanneviljely,



pensasaidanteet

ja tuulensuojat

Luku 4. Kujanteet, aidanteet, tuulensuojat

Mitä on kujanneviljely?

Puurivit, ja niiden välissä viljeltävä satokasvi tai eläinten laidunnurmi, ovat ”kujanneviljelyä” tai ”käytäväviljelyä” (engl. alley cropping). Ruohovartiset siis kasvavat kujanteessa/käytävässä, ja puuvartisten rivit/kaistat reunustavat niitä. Puurivit tuovat viljelyjärjestelmään muutamia ekosysteempipalveluja, sekä taloudellista tuloa. Ne tarjoavat: tuulensuojaa, eläinten hyvinvointia, eroosiosuojaa, monimuotoisuushyötyjä sekä puutuotteita. Viljelykujanteita suojaavat puuvartisten kaistat voivat olla agroekologisista ja puuntuotannollisista tavoitteista riippuen yksi- tai useampirivisiä.

Kujanneviljely on Keski- ja Etelä-Euroopassa yleistä osin sen vuoksi, että suuret yhtenäiset metsät ovat harvinaisia ja puumateriaalille on kysyntää. Osin kujanneviljelyn suosio perustuu avointen aukeiden tuulensuojan ja eroosionhallinnan tarpeeseen. Puustot myös tuottavat monimuotoisuutta maisemaan ja luovat villieliöille ekologisia käytäviä, jotka kytkevät metsäalueita toisiinsa.

Suomessa on alueita, joilla kujanneviljely voi auttaa ravinnevalumien hillinnässä, eroosionhallinnassa ja satojen lisäämisessä luomalla satokasville mikroilmastoja ja parantamalla veden saataavuutta. Suurten aukeiden puukaistat luovat monimuotoisuutta ja parantavat pölyttäjien elinympäristöjä, lisäten pölytettävien satokasvien tuotosta. On myös paljon alueita, joilla pellolle viedyt puut yksinkertaisesti aiheuttavat haittaa.

Puukujanteet voivat olla kapeita tai leveitä, riippuen viljelijän tarpeista. Hyönteismonimuotoisuuden edistämiseksi n. 200 metrin levyiset viljelykujanteet (siis puukaistat 200 m etäällä toisistaan) riittävät. Mikäli halutaan luoda hyvin puustoinen järjestelmä, tihein kujantein, on otettava huomioon viljelykasvien valon tarve, eli puuston varjostusvaikutus. Varjostusvaikutusta on tarkasteltu liitteessä 2: ”Auringon kulmat”.

Puurivien ja pensasaidanteiden hyötyjä

Ympäristöhyödyt Vesitalous

Puut muuttavat viljely-ympäristön vesitaloutta: ne luovat mikroilmastoja ja vaikuttavat veden imeytymiseen ja haihduntaan. Puiden juuristot vaikuttavat veden kulkuun monin eri tavoin.



Kuvat 1 ja 2. Omenapuurivit suojaavat Stephen Briggsin tilan, Whitehall Farmin, maita tuulierosiolta. Kujanteissa viljellään viljaa. Kuvat Stephen Briggs.

Puiden juuristo parantaa veden imeytymistä, lisää maan orgaanista ainesta ja sitä kautta vedenpidätyskykyä, sekä joissain tilanteissa hyödyntää vettä syvemmistä maakerroksista. Maan päällä lehvästö suojaa tuulelta ja paahteelta sekä sateelta, ja toisaalta levittää sadevettä lehvästön ulkopuolelle ja valuttaa sitä runkoa pitkin maahan. Putoavat lehdet tuottavat kariketta joka suojaa maata puiden läheisyydessä, toisaalta puu haihduttaa vettä paljon.

Tuulensuojakaista vähentää satokasvin veden haihduntaa suojakaistan vaikutusalalla, eli parantaa veden saatavuutta satokasville. Tuulennopeuksien aleneminen vaikuttaa ilman suhteelliseen kosteuteen ja sen kautta kasvin vedenottoon. Tämä on merkittävä sadonmuodostustekijä kesän hellejaksojen aikana. (Osorio ym. 2018)

Toisaalta puut myös käyttävät vettä enemmän kuin satokasvit. Nuoret puut kilpailevat vedestä herkemmin satokasvin kanssa, koska niiden juuristot ovat lähempänä maan pintaa. Vanhemmat puut ulottavat juurensa yli satokasvin juuriston, eivätkä kilpaile vedestä samoin kuin nuoret. Puiden juuria voidaan muokkaamalla estää kasvamasta satokasvin viljelyalalle (engl. *root pruning*): myyräaura, kyntöaura ja jankkuri katkovat puiden pinnallisempia juuria tehokkaasti.

Myös puulajien juuristojen laajuus vaihtelee. Esi-merkkinä seuratuista kujanneviljelyjärjestelmistä on havaittu, että *Populus*-suvun (haapa) juuristot ovat merkittävästi laajemmat kuin *Juglans*-suvun (jalopähkinät) juuristot. (Osorio ym. 2018)

Tuulikulkeuma

Puurivit ja -kaistat vähentävät tuulikulkeumaa (kasvinsuojeluaineet, tomu, ilmansaasteet, lentävät rikkasiemenet, hajut) sekä melua, ja toimivat näkösuojina tarvittaessa.

Eläinten hyvinvointi

Puut parantavat laiduntavien eläinten olosuhteita luomalla varjoja, vähentämällä tuulistressiä, tuottamalla monipuolista rehua, tarjoamalla kyhnytysmahdollisuuksia sekä parantamalla maan rakennetta.

Erosion hillitseminen

Kujanneviljely vähentää eroosiota, koska puurivit vaikuttavat tuulennopeuksiin ja vesitalouteen. Pintavalunta vähenee rinteisillä alueilla, jos puurivit on sijoitettu rinteiden poikki korkeuskäyrän suuntaan. Korkeuskäyrien mukaan sijoitellut kujanteet ohjaavat viljelyn konetyöt puurivien suuntaiseksi, ja korkeuskäyrien suuntainen muokkaus parantaa veden imeytymistä maaperään.

Monimuotoisuus

Pysyvät puukaistat lisäävät hyönteismonimuotoisuutta tarjoamalla talvehtimis- ja lisääntymispaikkoja sekä ravintoa, lisäämällä maiseman kykkeytyneisyyttä ja pienentämällä tuulennopeuksia, vähentämällä kasvinsuojeluainekulkeumaa. Tästä hyötyvät sekä pölyttäjät että luontaiset viholliset. Hyönteismonimuotoisuus parantaa satokasvin pölyttymistä ja vaikuttaa positiivisesti satokasvin tuholaisen luontaisten vihollisten määrään. Vaikka toisissa tutkimuksissa on todettu hyönteismonimuotoisuuden lisäävän myös satokasvin tuholaisia, on enemmän todisteita lajirunsauden hyötyvaikutuksista satokasville. (Dover 2019, Bentrup ym. 2019, Staton ym. 2019)

Satovaste

Puut varjostavat satokasvia puurivin reunavyöhykkeellä. Ravinteista voi olla joko kilpailu- tai synergia-asetelma puiden ja satokasvin välillä. Sadon pienentymä puuston välittömässä läheisyydessä (0,5-1 H missä H on puun korkeus) on todettu kompensoituvan sillä, että kujanteiden satotasot ovat korkeammat kuin vastaavilla puustottomilla alueilla (Iwasaki ym. 2021, Zheng ym. 2016, Swieter ym. 2021, Weninger ym. 2021).

Puukaistan leveys vaikuttaa kokonaissadon määrän kompensoitumiseen: "Kapeat kaistat" (13 m Amerikan dust bowl -alueella Kansas-Nebraska) nostivat keskimääräistä satotasoa niin, että kokonaissadon määrässä ei tapahdu laskua verrattuna puuttomaan viljelyalalle. "Leveät kaistat" (24m) veivät enemmän maapinta-alaa satokasvilta, minkä takia satotaso ei aina kompensoitunut (Osorio ym. 2018). Käytännössä puurivi voi olla hyvinkin kapea (pari metriä) jos sen tiheys on tavoitteenmukainen (ks. 2.3 Tuulensuojan suunnittelu).



Kuva 3. Yksirivinen omenakaista varjostaa hieman viljan orasta, mutta myös hillitsee tuulieroosiota ja luo yksivuotiselle satokasville suotuisan mikroilmaston. Kuva Stephen Briggs

Taloudellisia mahdollisuuksia

Tuotteita:

Puuvartisten kaistojen tuotevalikoimaan voivat kuulua esimerkiksi hake (poltto, komposti, maanparannus, taimien suojaaminen), klapit, käsityöpuu, askartelupuu, kaarna (värjäys, lääkinällinen), pehku eläimille (12 kk kuivatusta, <25% kosteus), aidanseipäät, pylväät, marjat, hedelmät, rehu (laidunnettu sekä pois korjattu), pähkinät, kukat, yrtit, humala ja viljellyt sienet.

Energiansäästö:

Puuvartisten kaista tai aidanne suojaa rakennuksia kesän kuumalta ja talven kylmältä. Puustolla voidaan säädellä asuinrakennusten, pihojen ja pihattojen pienilmastoja ja suunnitella sopivaa tuulensuojaa ja varjostusta.

Puuston suoja voidaan suunnitella niin, että eläimillä on maksimaalinen ulkoilumahdollisuus kaikissa olosuhteissa (varjostus, tuulensuoja, haihtumisen esto, lumikuorman tasoittaminen, sateensuoja). Eläinten pihatot ja laitumet voidaan suojata energiansäästö edellä puukaistoin tai laidunpuin, sekä puiden tuottamia ekosysteemipalveluita huomioiden. Suojat suunnitellaan alueellisten ääriolosuhteiden mukaan (kuivuus, kuumuus, rankkasateet, tuulet, lumi). Eläinten hyvinvointi ja stressitekijöiden väheneminen parantaa tuotosta. (Yksityiskohtaisemmin kohdassa "Tuulensuojan suunnittelu")

Puuston tarkempaa talouslaskelmaa ruoditaan luvussa 8.

Juuristot, vesi ja ravinteet -näkökulmia

Puukaistat vaikuttavat satokasviin sekä positiivisesti että negatiivisesti. Vaikutukset riippuvat olosuhteista kuten veden saatavuus, kasvilajit ja -lajikkeet, ravinteiden saatavuus ja hoitotoimenpiteet. Toisaalta puut luovat vesitalouden kannalta suotuisia mikroilmastoja, pidättävät ja kierrättävät ravinteita, nostavat ravinteita syvemmistä maakerroksista ja lisäävät maan pieneliötoimintaa. Toisaalta puut kilpailevat kasvutekijöistä kasvien kanssa.

Vedestä ja sääolosuhteista

Puiden juuristojen on todettu sekä kasvavan että ottavan ravinteita ja vettä syvemmistä maakerroksista kuin yksivuotiset satokasvit. Maan muokaus satokasvia varten aiheuttaa puun juuriston siirtymisen muokkauskerroksen alapuolelle. Kuitenkin taimivaiheessa puut tarvitsevat vettä ja ravinteita samalla syvyydellä maassa kuin satokasvit, joten puuston perustamisen alkuvaihe on väistämättä kilpailun aikaa.

Myös on havaittu, että ainakin poppelit (*Populus*) ottavat mieluiten vettä maan pintakerroksista, vaikka juuret kasvavatkin syvempiin maakerroksiin satokasville tehdyn maanmuokkauksen vuoksi.

Puut vähentävät haihduntaa pienentämällä tuulennopeuksia. Kuivina aikoina ne voivat ottaa vettä maan syvemmistä kerroksista, jopa pohjavedestä. Kuivana aikana ja kesällä, kun säteily voi olla todella korkea, puiden varjostus suojaa satokasvia ja ylläpitää suotuisampaa mikroilmastoa. Laajat lehvästöt voivat vähentää sateen lankeamista puurivin välittömään läheisyyteen, jolloin satokasville saatavilla oleva vesimäärä on vähäisempi kuin kauempana puurivistä. Toisaalta laajat lehvästöt tiputtavat lehtensä syksyllä peltoon, mikä lisää orgaanisen aineen määrää puiden välittömässä läheisyydessä ja täten myös parantaa maan vedenpidätyskykyä satokasvien juuristovyöhykkeellä. Suomessa keväinen pellonvarjostus voi hidastaa maan kuivumista ja kylvöille pääsyä.

Ravinteista

Ravinnekilpailu on kaksitahoinen ilmiö: Siinä missä puiden ja satokasvien juuret sijaitsevat samassa maakerroksessa (esimerkiksi taimivaiheessa), on ravinteiden otossa kilpailua. Toisaalta puut ottavat myös ravinteita – sekä harvinaisempia ”louhittavia” (hivenravinteet, fosfori) että huuhtoutuvia ”karkaavia” (kalium, typpi) - syvemmistä maakerroksista, siirtävät niitä lehtiensä ja juuriston kautta maan pintakerrokseen ja tuovat täten satokasvin saataville ravinteita, sekä vähentävät ravinnehuuhtoumaa. Ruohovartisten viljelykasvien juuristot voivat parhaimmillaan ulottua jopa 80 cm syvyyteen, maan rakenteen sen salliessa, mutta puiden juuret voivat ulottua tätäkin syvemmälle. Puiden juuriston ja satokasvin juuriston vaihtumisvyöhykkeellä orgaanisen aineen määrä on korkea, juurimassan hajoamisnopeus on korkeampi, ja ravinnepitoisuudet voivat olla paremmat, kuin ilman puun juuristoa.

Vaikuttamalla puiden juuristoon (katkominen, *root pruning*), latvukseen (leikkaaminen, *crown pruning*), puurivien sijoitteluun suhteessa valon tulokulmaan, tai puiden kasvutiheyteen, voidaan puuston ja satokasvin kilpailua resursseista vähentää.

Puukaistojen suunnittelun ulottuvuuksia

Pellon rinteisyys, tuulen suunta ja aurin gon tulokulma sijoittelukriteereinä
Puiden sijoittelussa on tasapainotettava kolme asiaa:

- 1) Peltojen rinteisyys
- 2) Vallitseva tuulen suunta
- 3) Puiden varjostava vaikutus alla kasvavaan satokasviin

Maantieteelliset reunaehdot vaihtelevat. Aina ei päästä täydelliseen lopputulemaan. Suunnittelussa on priorisoitava tavoitteet. Oman alueen maastonmuotoja voi tarkastella avoimissa paikakatietoaineistoissa (ks. luku 3), eroosioherkkyyttä RUSLE-mallin (Revised Universal Soil Loss Equation) avulla (ks. luku 3) ja puiden aiheuttamia

varjostuksia vuodenajan ja puuston sijoittelun mukaan liitteessä 2: ”Auringon kulmat”.

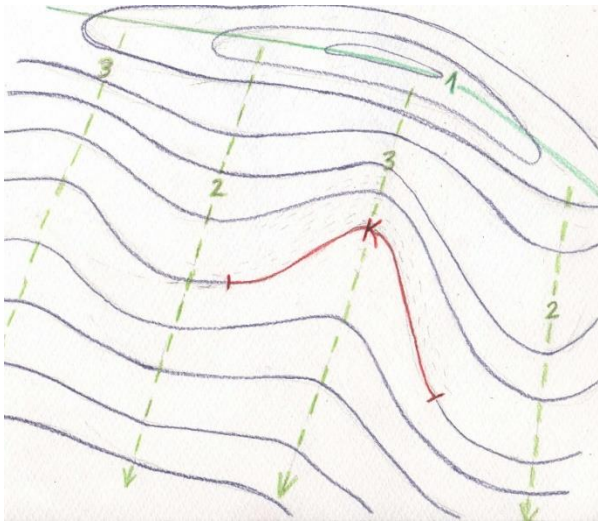
Keyline

Keyline-metodi on P.A. Yeomansin Australiassa luoma suunnittelumalli veden hallintaan maatalousmailla. *Keyline*-suunnittelulla ohjataan pintaveden virtailua rinteisellä alueella niin, että se ei keskity laaksoihin ja muodosta virtailu-uomia, vaan vesi imeytyy maaprofiiliin tasaisesti. Tunnistamalla tietty ”avainpiste” eli *keypoint* löydetään veden valunnan kannalta tärkeä ”avainlinja” eli *keyline*, jonka suuntainen maanmuokkaus hidastaa veden kulkua maisemassa ja imeyttää sen maahan. Jos puurivien tarkoitus on pysäyttää eroosio, on ne paras sijoittaa korkeuskäyrälle, mieluiten *Keyline*-suunnittelun mukaisesti (K.Yeomans 1993, Pavlov G. 2015). *Keyline* mukainen puurivi tai puuvartisten kaista pysäyttää valumavedet ja niiden kuljettaman eroosiomateriaalin, mutta myös ohjaa maan muokkaukselta peltoviljelyssä rinteiden suuntaiseksi. Kaista voi sijaita myös ylempänä rinteessä, ei välttämättä juuri avainlinjan kohdalla (kuva 4.).

P.A.Yeomansin 1950-luvulla kehittämä metodi ja sen teoria on kuvattu hyvin kahdessa teoksessa (Yeomans 1993 ja Pavlov 2015, ks. ”kirjallisuus”). Jokaiseen maisemaan liittyy omia erityispiirteitään – kannattaa tutustua alkuperäisteksteihin ennenkuin aloittaa oman suunnitelman luomisen. Käytännössä metodi toimii seuraavasti: Arvioidaan maastonmuodot ja korkeuskäyrät, tunnistetaan käsiteltävän alueen veden ohjailuun kriittiset laakson kohdat, ja niiden perusteella määritetään *KEYLINE* linja. *Keyline* mukainen maanmuokkaus ohjaa veden tasaisesti pois päin notkoista ja laaksoista, joihin se muuten keräytyisi.



Kuva 4. Keyline-suunnitelman mukaan sijoitellut puurivit (kuvassa ylärinteessä) suojaavat maata eroosiolta ja kasvustoa tuulelta. Kuvan taka-alalla, alarinteessä saman linjan mukainen ravinteidenpysäytyskaista heinää. Jyrkimpään rinteeseen on istutettu hedelmäpuita, myös KEYLINE:n mukaisesti. Kuva liris Mattila



Kuva 5. Kuvitteellinen maasto korkeuskäyrinä. Yeomansin Keyline-teorian mukaan 1: “main ridge” eli ylin harjanne 2: “primary ridge” eli pääharjanne 3: “primary valley” eli päälaakso. Laakson rinteiden taitteita, jossa rinteiden jyrkkyys madaltuu selkeästi, on nimeltään KEYPOINT (K). Tähän pisteeseen keskittyy suuri määrä rinteiltä laaksoon valuvaa vettä. Keypointeja voi olla rinteisessä maastossa useampia, ja ne voivat sijoittua eri korkeuskäyrille. KEYLINE on “avainlinja”, joka sijoitetaan KEYPOINT-Tien mukaan, ja joka määrää jatkossa maanmuokaus suunnan. Yksityiskohtaisempi aiheeseen käsittely: Yeomans (1993) ja Pavlov (2015).

Tuulieroosio

Jos ensisijainen tavoite on vähentää **tuulen** aiheuttamaa eroosiota, sijoitetaan tuulensuojakaista **vallitsevaa tuulensuuntaa vastaan**.

Tämä voi olla ristiriidassa pellon rinteisyyden kanssa. (Yksityiskohtaisemmin kohdassa “Tuulensuojan suunnittelu”)

Valo

Valo on pohjoisilla leveyspiireillä puuston suunnittelun olennainen tekijä. Puurivit sijoitetaan valo-olosuhteiden optimoimiseksi pohjois-etelä-suuntaisesti (Jacobs ym. 2022). Mikäli puurivit sijoitetaan muuhun ilmansuuntaan, huomioidaan satokasvin osalta, että pohjoisen puolella on merkittävin varjostusvaikutus.

Keskipäivällä aurinko paistaa korkealta ja puusto varjostaa vain lyhyen matkan. Aamulla ja illalla aurinko paistaa matalalta, ja varjostus ulottuu kauas. Puiden pystykarsiminen parantaa viljelykasvin valo-olosuhteita.

Valo-olosuhteita voidaan hallinnoida valitsemalla matalia puulajeja, sijoittamalla puurivit riittävän etäälle toisistaan, tai latvustoa karsimalla (engl. *crown pruning*). Valoa tärkeämpi sijoittelutekijä on silti korkeuskäyrä, mikäli pellot ovat vahvasti rinteiset.



Kuva 6. Metsänreuna varjostaa satokasvia. Kuva Jukka Rajala.

Tuulensuojan suunnittelu

Tuulensuojapuusto suunnitellaan viiden peruseriaatteen pohjalta: Korkeus, jatkuvuus, tiheys, sijoittuminen/suunta, pituus. Maanomistajan tavoitteet ja ympäristön reunaehdot otetaan huomioon, jotta saadaan aikaan toimiva ratkaisu.

Kaksi peruseriaatetta tuulensuojan suunnittelussa on: 1) Sijoita suoja vallitsevaa tuulensuuntaa vasten, tuulen suunnan vaihtelut huomioiden. 2) Valitse suojaan lajeja, jotka ovat sopeutuneet alueen ilmastoon ja maaperään.

Karjan suojaamiseen puustokaistoin on olemassa erinomainen 4-sivuinen ohjeistus:

Outdoor Living Barn: A Specialized Windbreak. USDA 1996.

<https://www.fs.usda.gov/nac/asets/documents/agroforestrynotes/an02w02.pdf>

Lajisto

Perusteita tuulensuojan lajivalintaan ovat esimerkiksi kestävyys, lehvästön tiheys ja muoto, kohtuullisen nopea kasvu, jälleikasvu/uusiutuminen, pitkäikäisyys, vähäinen hoidontarve, sekä tuholaisien sietokyky. Pellon maalaji ja kosteus vaikuttavat puiden menestymiseen. (Liite 1. ”Suomessa menestyviä puu- ja pensaslajeja agrometsäkäyttöön”)

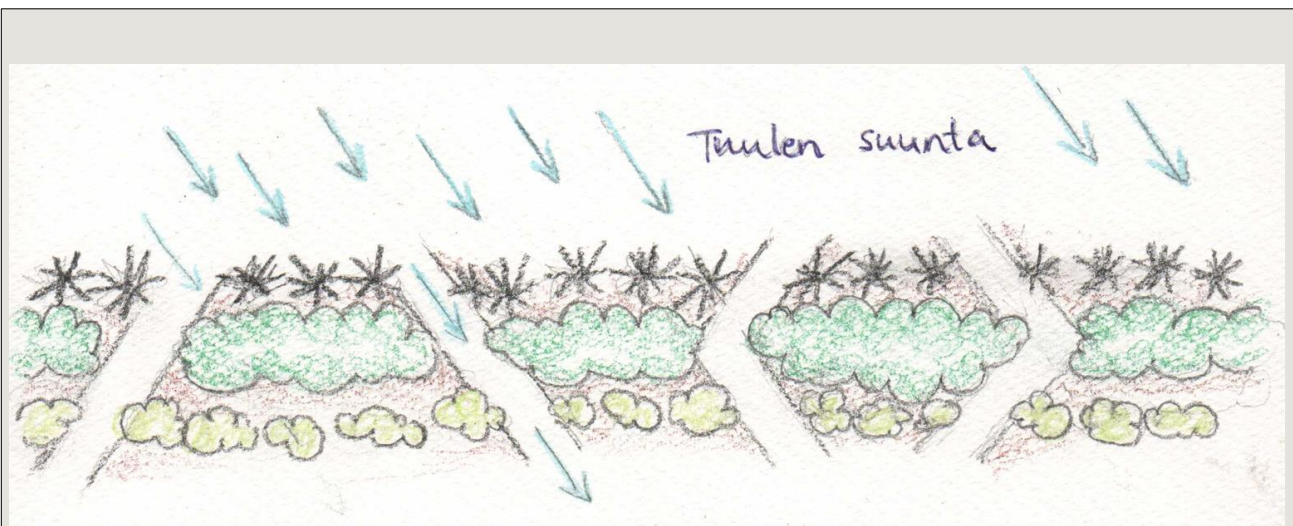
Perinteiset kuusiaidat on istutettu alle 50 cm taimivälein. Kataja on hidaskasvuinen, joten tuulensuojan muodostuminen sen avulla vaatii aikaa. Mänty muodostuu alaosasta oksattomaksi, joten kaksirivisyys on tärkeä tiheyttä lisäävä tekijä. Metsäkuusi voi olla Suomen oloissa paras vaihtoehto. Muita nopeakasvuisia vaihtoehtoja voisivat olla kanadantuija (*Thuja occidentalis*), douglaskuusi (*Pseudotsuga menziesii*).

Lehtipuista suositeltavia ovat mm. tervaleppä (*Alnus cordata*), metsälehmus (*Tilia cordata*), vuorialava (*Ulmus glabra*) sekä tietyt vesomattomat poppeli (*Populus spp.*) kloonit. Pajuista (*Salix spp.*) löytyy useita sopivia klooneja.

Pensaista suositeltavia ovat siperianhernepensas (*Caragana arborescens*), tuomipihlajat (*Amelanchier spp.*), pihlajat (*Sorbus spp.*), orapihlajat (*Crataegus spp.* Huom! vapaasti kasvavina, ei leikattuina). Paju on helpoin ja nopeakasvuisin puuvartinen, joka selviää pelto-olosuhteissa lähes aina, mutta sen taipumus tukkia pellon salaojia on otettava sijoittelussa huomioon.

Monilajisuus vähentää tauti- ja tuholaisriskiä sekä parantaa monimuotoisuushyötyjä.

Amerikassa suosittuja, Suomessa tuttuja lajeja ovat (Kuhns 2012):



Kuva 7. Eräs versio ajolinjojen sijoittamisesta, jos tuulensuoja on monirivinen. Vallitsevan tuulen suuntainen aukko puukaistassa luo tuulitunnelin, jossa tuulennopeus kiihtyy. Tätä tulisi välttää. Muun suuntaiset aukot toimivat, koska puurivejä on useita. Kuva liris Mattila

Ainavihreät: katajat (*Juniperus*, tosin Suomessa hyvin hitaasti kasvavia), mänty (*Pinus*), kuuset (*Picea*)

Lehtipuut: haapa, poppeli (*Populus*), pajut (*Salix*), saarni (*Fraxinus*), jalavat (*Ulmus*), mulperi (*Morus* – ei välttämättä selviä Suomen ilmastossa)

Pensaat: siperianherne (*Caragana arborescens*), luumut ja kirsikat (*Prunus*), ruusut (*Rosa*), herukat (*Ribes*), ja muut kestävät paikalliset lajit.

Korkeus

Tuulensuojan korkeus merkitään usein kirjaimella H (height). Korkeus määrää miten kauas tuulensuojavaikutus ulottuu. Puuston kasvaessa korkeutta suojavaikutus kasvaa. Suurin suojavaikutus on puuston välittömässä läheisyydessä 2H-10H. Esimerkiksi 5-metrinen puusto suojaa parhaiten 10-50 metrin etäisyydelle. Suojavaikutus voi ulottua vähemmässä määrin jopa 20H-30H etäisyydelle.

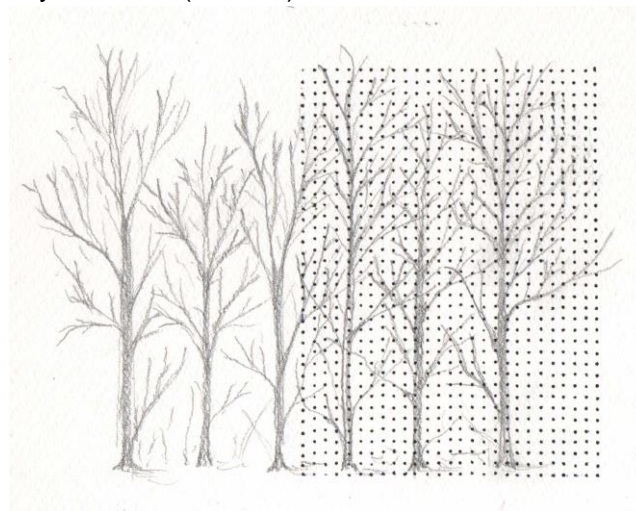
Jatkuvuus

Jatkuvuus on tuulensuojan tehokkuuden kannalta tärkeää. Suuria aukkoja ei tulisi olla. Aukot luovat tuulitunnelin, jossa tuulennopeudet kasvavat ja voivat vahingoittaa suojapuolella olevaa kasvustoa. Ajolinjat ja pellolle pääsy vaativat tietysti aukon puuriviin, jolloin se on suunniteltava niin ettei se ole täysin vallitsevan tuulensuunnan kanssa samansuuntainen (kuva 7.)

Tiheys

Tiheydellä tarkoitetaan lehtien, oksien ja runkojen määrää tuulensuojakaistassa. Tiheys arvioidaan silmämääräisesti. Esimerkkikuvassa (kaavakuva, yksinkertaistettu!) puuston päälle on

asetettu pistehila, jossa 4 pistettä/cm. Laske-malla pisteet, jotka osuvat oksastoon ja pisteet jotka osuvat ei-puustoon, saadaan prosentti-osuus oksastosta/aukkoisuudesta. Tämä on yksi tapa arvioida ja suunnitella tuulensuojan tiheyttä käytännössä. (Kuva 8.)



Kuva 8. Tuulensuojan tiheyttä voi arvioida esimerkiksi pistehilan avulla. Kuva Iiris Mattila.

Osa ilmapirrasta pysähtyy kasvustoon, osa läpäisee sen. Mitä tiheämpi puukaista on, sitä suurempi tuulennopeuden rajoitus saadaan aikaan. Toisaalta, kovin tiheä puukaista aiheuttaa pyöreitä tuulensuojan yläpuolen kautta, ja tuulensuojan päissä. (Kuva 9.)

Tiheyttä voidaan säädellä lajivalinnalla, havupuiden ja lehtipuiden suhteella, puiden istutustiheydellä, puiden karsimisella ja puurivien lukumäärällä.

Tavoitteenmukaisia optimaalitiheyksiä:

1) Satokasvin ja maaperän suojaksi optimaalinen tiheys on 40-60%. Se onnistuu istuttamalla 1-3 rivisen kaistan. Yksi rivi havupuuta tai täydessä lehdessä oleva lehtipuuri riittää myös.

2) Rakennuksia, teitä, pihattoja ym rakenteita suojaamaan istutetaan vähintään 60%-80% tiheä kaista. Se toteutuu esimerkiksi kolmella tai useammalla puu- ja pensasrivillä, joista vähintään yksi on havupuita. **Suomessa** kuusiainat on perustettu yksirivisinä, ja ne ovat kasvaneet hyvin tiheiksi, kun istutus on ollut tiheä (jopa alle 50 cm taimiväli).

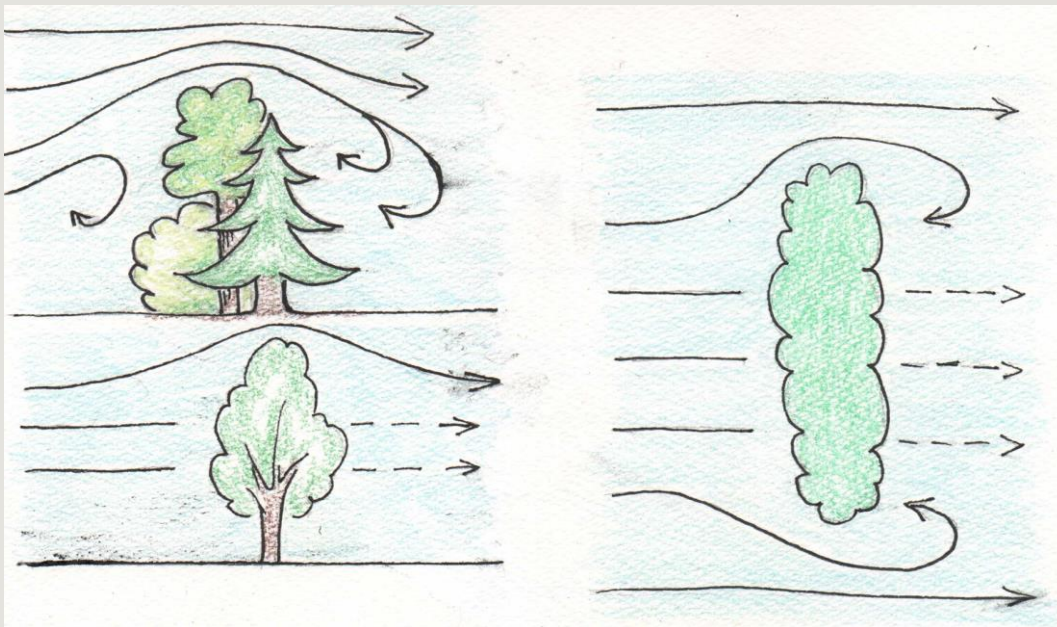
3) Lumikuorman jakamiseen 30% tiheys riittää. (Wright & Stuhr 2002, Jacobs ym. 2022)

Suunta ja pituus

Tehokkaimmillaan tuulensuojat ovat, kun ne sijoitetaan oikeaan kulmaan vasten vallitsevaa tuulta. Tuulen suunnanmuutokset huomioidaan usein istuttamalla ne useisiin suuntiin, kuten L, U tai E-muotoon.

Tuulensuojan pituus määrää suojattavan alueen laajuuden. Parhaaseen suojavaikutukseen päästään kun tuulensuojakaistan pituus on suurempi kuin sen korkeus, vähintään 10:1. Esimerkiksi jos puiden korkeus on 10 m, tulisi kaistan olla vähintään 100 m pitkä, jotta ilman pyörteisyys tuulensuojan päissä minimoituisi.

Suunnitteluvaiheessa on huomioitava koneiden käyttö: Miten puita hoidetaan? Millaisia koneita käytetään hoitotöissä? Millaisia koneita käytetään puiden poistotyössä? Entäpä kujanteen viljelyssä käytettävät koneet? Miten hoidetaan muu ympäristö ja millaisia hoitokäytäviä työt vaativat? Miten järjestetään pääsy erilaisiin paikkoihin kuten pellolle, tilakeskukseen ja tielle? Vaikuttaako puusto näkyvyyteen liikenteessä?



Kuva 9. Tuulensuojan vaikutus ilmavirtoihin. Ylävasemmalla: Tiheä tuulensuoja aiheuttaa ilmavirran pyörteisyyttä sekä tuulen- että suojanpuolella. Alavasemmalla: Tuulensuojan sopiva aukkoisuus hidastaa ilmavirtaa eikä aiheuta pyörteisyyttä. Oikealla: Tuulensuojan päädyissä (kuva ylhäältäpäin) ilmavirta pyörteilee. Iiris Mattila.

Pelloilla voidaan joutua tekemään kompromisseja tuulensuojan ja konetyön sujuvuuden suhteen. **Rinteisillä pelloilla korkeuskäyrän mukaiset kujanteet suojaavat eroosiolta tehokkaammin** kuin rinnettä alas kulkevat. Jos tuulen suunta on ristiriidassa rinteiden suunnan kanssa,

voi pidempi, esimerkiksi pellon reunaan ulottuva, L-muotoinen puukaista tarjota molemmat edut.

Taulukko 1: Tiheyden vaikutus tuulen nopeuksiin eri etäisyyksillä tuulensuojasta. (Monnette & Hobbs 2020)

A) Tuulen nopeus avoimella paikalla 9m/s

Lehtipuuta 25-23% tiheydellä

H etäisyys tuulensuojasta	5H	10H	15H	20H	30H
m/s	4,5	6	7	7,5	9
% avoimen paikan tuulesta	50	65	80	85	100

B) Tuulen nopeus avoimella paikalla 9m/s

Havupuuta 40-60% tiheydellä

H etäisyys tuulensuojasta	5H	10H	15H	20H	30H
m/s	2,5	4,5	6	6,5	8,5
% avoimen paikan tuulesta	30	50	60	75	95

C) Tuulen nopeus avoimella paikalla 9m/s

Puuta useampi rivi 60-80% tiheydellä

H etäisyys tuulensuojasta	5H	10H	15H	20H	30H
m/s	2	3	6	7,5	8,5
% avoimen paikan tuulesta	25	35	65	85	95

D) Tuulen nopeus avoimella paikalla 9m/s

Kiinteä aita 100% tiheys

H etäisyys tuulensuojasta	5H	10H	15H	20H	30H
m/s	2	6	8	8,5	9
% avoimen paikan tuulesta	25	70	90	95	100

Puurivien etäisyys toisistaan

Pellolla tuulensuojakaistat sijoitetaan yleensä 10H-20H etäisyydelle toisistaan. Välimatka lasketaan täysikasvuisen puun odotetun korkeuden mukaan. Täyden suojan saavuttamiseksi tuulensuojan tulisi olla ainakin yhtä pitkä kuin pellon.

Tuulensuojan tulisi ulottua 30 metriä ohi suojattavan alueen, päätyalueen ilman pyörteisyyden vuoksi.

Jos halutaan suojata alueita lumelta, on tuulensuoja ulotettava 30-60 metriä yli suojattavan alueen.

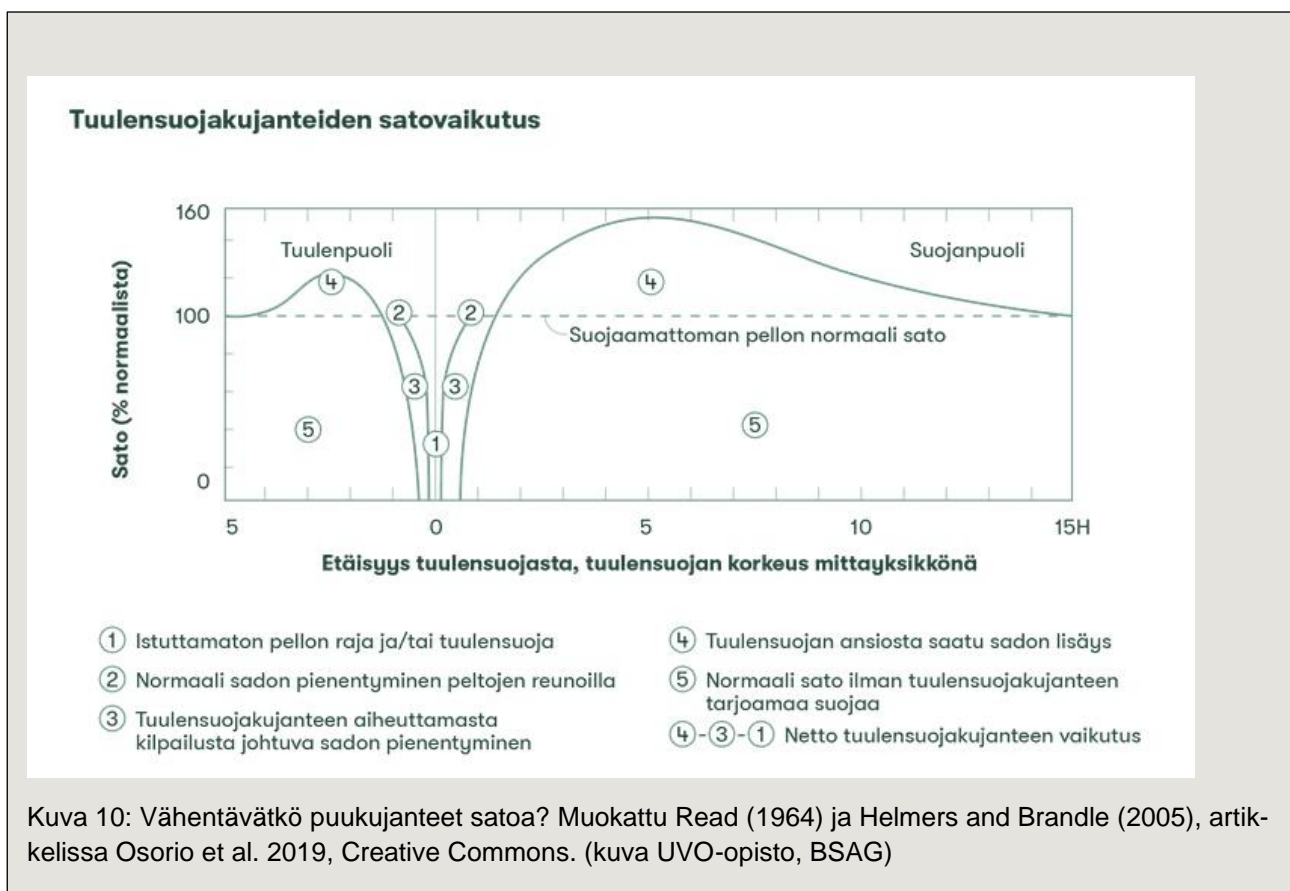
Jos puukaistoja haluaa sijoittaa maisemaan tiheämmin kuin mitä tuulensuojan aikaansäämiseksi tarvitaan (10H-20H täysikasvuisen puun korkeuden mukaan laskettuna), huomioidaan puiden varjostusvaikutus alla kasvavaan satoon (Liite 2). Puurivien etäisyyden tulisi olla vähintään 2H täysikasvuisen puun korkeuden mukaan. Britanniassa on kokeiltu myös 10 m riviä, mutta todettu että näin lähekkäin kasvavat puut varjostavat liikaa heti kun jokavuotinen karsinta lopetetaan. (Burgess 2019)

Suunnittelussa on syytä huomioida tilan koneistus ja koneiden leveydet. Viljelykujanteiden leveyden on oltava vähintään niin leveä kuin tilan levein kone (esimerkiksi kasvinsuojeluruisku), ja päällekkäin ajon välttämiseksi on löydettävä sopiva kerranne muiden koneiden leveyksistä (kylvökone, puimuri, muokkauskoneet). Lisäksi huomioidaan pellolle pääsy.

Puiden kasvaessa ne alkavat varjostaa satokasvia. Mitä lähempänä toisiaan puurivit sijaitsevat, sitä pikemmin varjostusvaikutus ilmenee. Satokasvin valonsaannin vuoksi puita karsitaan, harvennetaan tai biomassaa korjataan leikkaamalla koko puukaista alas. Jos puukaistat ovat kaksirivisiä, tai hyvin lähellä toisiaan, on järkevää leikata rivejä alas vuorovuosina, jotta ei menetetä koko tuulensuojavaikutusta.

Vähentääkö puusto satoa?

Puiden välittömässä läheisyydessä viljelykasvin kasvu on heikkoa, mutta etäisyyden kasvaessa satovaste kasvaa. Tuulen yläpuolella puista ei ole mainittavaa etua, mutta tuulen alapuolella merkittävästi. (kuva 10)



Tutkimuksissa on toistuvasti osoitettu, että puurivien välittömässä läheisyydessä satokasvin tuotos on alhaisempi kuin puuttomalla pellolla, mutta kujanteiden keskivaiheen sato niin paljon korkeampi, että se kompensoi sadonmenetyksen puurivin vierellä. (Zheng ym. 2016, Osorio ym. 2019, Iwasaki ym. 2021, Swieter ym. 2021, Weninger ym. 2021, Jacobs ym. 2022, Veldkamp ym. 2023).

Puun käyttötarkoitus ja korjuuketju vaikuttavat toteutukseen

Viljelijän tavoite ja viljely-ympäristö vaikuttavat lajistovalintaan ja istutustiheyteen.

Kujanneistutuksien suunnittelussa on ensin tunnistettava mikä on puuston olemassaolon päätaavoite – halutaanko lisätä monimuotoisuutta ja viljelyjärjestelmän (ilmaston)muutoskestävyyttä, vai tuottaa puilla ensisijaisesti puuta, biomassaa ja ruokaa, tai eläinten suojaa. Nämä tekijät voivat vaikuttaa lajistovalintaan ja istutustiheyksiin. Lisäksi on suunniteltava millä tavoin puuston tuotteet korjataan.

Puurivit voidaan sijoittaa hyvinkin etäälle toisistaan jos tavoite on tuulen- ja eroosionsuoja (jopa 20H), tai monimuotoisuuden lisääminen. Toinen vaihtoehto on maksimoida puutuotteiden tuotantomääriä, eli istuttaa useita puukaistoja kapeampien viljelykujanteiden reunoille.

Lajiston valinnassa huomioidaan maantieteelliset reunaehdot, eli valon ja veden saatavuus, maa-laji ja sadanta.

Eräs tärkeä näkökulma on, miltä maiseman toivo näyttävän 50 vuoden kuluttua. Sopiiko suunniteltu lajisto maisemaan ja kyläkulttuuriin? On hyvä tarkastella myös luoko puukaista viljelyalueille tarpeellisen kulkuväylän alueen metsäelinympäristöjen välille.

Erilaisia puukaistoja

Puukaistat voidaan suunnitella säännöllisesti alasleikattavaksi, lyhytkiertoviljelyyn (engl. *short-rotation coppice wood*), tai pysyviksi suojakais-

toiksi ekosysteemipalveluja, maisemaa ja monimuotoisuutta varten (engl. *hedgerows, shelter-belts*). Merkittävin ero näiden järjestelmien välillä on lajiston monipuolisuus.

Lyhytkiertopuun tuotannossa korostuu lajivalinta ja korjuutekniikka – etsitään tehokkainta biomassantuottoa puulajeista ja -lajikkeista, sekä suunnitellaan puustoitusta korjuun tehokkuutta ja korjuukalustoa ajatellen. Monimuotoisuus ja ekosysteemipalvelut edellä suunnitellut suojakaistat ja tuulensuojat voivat tuottaa monenlaisia tuotteita (esimerkiksi marjat, yrtit, viljellyt sienet tai askartelupuu), mutta niiden korjuun tehokkuus voi kärsiä puuston monilajisuudesta. Lyhytkiertoviljelystä ja vesametsätaloudesta enemmän tämän luvun kohdassa 5., sekä luvussa 2 “Puiden kasvatus”.

Hoito ja puutuotteiden korjuu

Jo suunnitteluvaiheessa on pohdittava miten puuta hoidetaan. Jos tarkoitus on tuottaa biomassaa (klapi, hake, askartelu-/veistomateriaali, rehu), se voidaan korjata koneellisesti tai käsin, lajista riippuen maata myöten tai lehdestäen, ja puumateriaali voidaan kuljettaa koneellisesti pois paikalta. Koneellista hoitoa ja korjuuta varten on jätettävä hoitokaista puurivin ja viljelykujanteen väliin, tai tehtävä korjuutyöt talvella kun pelto ei ole satokasvin käytössä.

Britannian pensasaidat “*hedgerows*” on tunnettu hoitotapojen kirjosta: Monimuotoisuuspuustot voivat olla hyvinkin “epäsiistejä”, maansiirtokonein kaadettua ryteikköä, jonka pääasiallinen tavoite on palvella alueen eliölajiston tarpeita. Toisaalta ne voivat olla myös huolella käsin hoidettuja taideteoksia, joista paikalliset asukkaat keräävät marjoja kotitalouskäyttöön ja puuta poltettavaksi. Kulttuuriperinnön vaaliminen on Britanniassa johtanut punottujen aitojen alueelliseen erikoistumiseen, käsityöläisyyden ja perinteen kunnioittamiseen ja ylläpitoon. Toisessa ääripäässä sijaitsevat biomassan tuotantoon suunnitellut puukujanteet, joista poistetaan säännöllisin väliajoin koko rivi tehokkain koneketjuin.

Viljelytuet ja peltometsäviljely

Kujanneviljelyä on saanut Suomessa jo vuosia toteuttaa, jos tietyt ehdot ovat täyttyneet: Tukihauassa puurivit ja -kaistat on täytynyt merkitä omiksi kasvulohkoikseen tukihakemukseen. Ruokavirasto on ylläpitänyt listaa pelloilla sallituista ”pysyvistä kasveista”, joista on voinut valita sopivia puuvartisista lajeja. Myös istutustiheysvaatimus on ollut täytettävä. Nämä ehdot ovat edelleen voimassa, ja ne mahdollistavat erilaisten puustoisten järjestelmien suunnittelun syötävien lajein sekä tietyin biomassaa/-energiapuun.

Uutta tukiehdossa 2023 on, että puiden asemaa pelloilla on selkeytetty ja puiden käyttöä määritetty tarkemmin. Esimerkiksi ”tuulensuoja” -nimikkeellä on mahdollista istuttaa max 2m leveä puukaista PERUSLOHKON REUNAAN, joka ei rajaudu metsään. Tuulensuojan ei ole pakko kiertää koko peruslohkoa, vaan sen voi istuttaa tuulensuojaa kaipaavaan kohtaan peruslohkon reunaan. Lajistoa tai tiheyttä ei ole määritelty. Tuulensuoja-nimikkeellä tukihakulomakkeeseen liittyvä puukaista voidaan lukea osaksi pellon satokasvin alaa. Peruslohkon rajoja on mahdollista uudelleenjärjestellä VIPU-palvelussa.

Muita mahdollisuuksia ovat pysyvät nurmet, joilla saa olla max 50 suurta puuta/ha ja alle 1,5m taimikkoa melko vapaasti. Metsälaitumille ja perinnebiotoopeille on rahoitusta, joka myönnetään ta-pauskohtaisesti, suunnitelman perustella ja paikallisen ELY-keskuksen valvovan viranomaisen hyväksymänä.

Viljelytuki ehdot voivat jatkossa muuttua, joten on syytä tutustua tarkasti viimeisimpään tukihakupäätökseen.



Kuva 11. Mustaselja kukkii pensasaidassa (hedge-row), Irlannissa. Kuva Maureen Kilgore.

Pensasaidanteet

Pensasaidat (muotoon leikatut) ja pensasaidanteet (vapaasti kasvavat) suojaavat peltoa, eläimiä tai tilarakennuksia. Vihannes-/marja-/puutarhavielijät käyttävät puustoisia suojakaistoja lämpötilan ja tuulen säätelyyn. Kaupungeissa niitä istutetaan teiden varsille ja Suomessa erityisesti pihojen ympärille. Euroopan pensasaidoista ja pensasaidanteista puhuttaessa puhutaan yleensä myös monimuotoisuusvaikutuksista, koska nämä tarjoavat mitä erilaisemmille eliöille elinympäristöjä, ravintoa ja lisääntymismahdollisuuksia.



Kuva 12. Pensasaita suojaa laidunta. Kuva Maureen Kilgore.

Pensasaidanteet maailmalla

Euroopan peltomaisemalle ominaiset puukaistat (esimerkiksi “*hedgerows*” Britanniassa, “*shelter belts*, *windbreaks*, *conservation buffers*” Yhdysvalloissa, “*bocage*” Ranskassa) juotavat juurensa maatalouden leviämiseen ja metsien raivaamiseen Keski-Euroopassa, siis vuosisatojen taa. Ne olivat yleensä suoja- ja raja-aitoja, jotka sekä rajoittivat villieläinten kulkua pellolle että karjaeläinten kulkua sieltä pois. Pensasaidanteista korjattiin myös arvokasta polttopuuta. Amerikan mantereella suojapuustokulttuuria alettiin luoda suuren eroosio-ongelman jälkeen 1930-luvulla (valtavat tomumyrskyt aiheuttivat useina vuosina “*dust bowl*” -ilmiön Amerikan ja Kanadan preerioiden maanviljelyalueilla).

Pensasaidanteet on historiallisesti perustettu joko jättämällä metsän luontaista puustoa rajoja merkitsemään ja peltoa suojaamaan, tai sitten ne on istutettu valikoiduin lajein. Britannian yleisimmät istutetut puuvartisajat ovat orapihlaja, tammi, omena, paju, saarni, selja, leppä, vaahtera ja jala-lava. Metsäpuista koostuvat pensasaidat sisältävät yleisesti metsälehmusta, haapaa, saarnia, pyökkiä, hasselpähkinää ja etelänpihlajaa. Amerikan mantereella ollaan avoimia kaikenlaisille lajeille, mutta suositellaan tutustumaan kasvien funktionaalsiin, ekologisiin ja esteettisiin ominaisuuksiin ennen hankintaa ja istutusta. Olennainen ominaisuus pensasaidan puustolle on sen vesomiskyky joko juurivesoista tai rungon silmuista. Vesominen mahdollistaa aidan toistuvan muotoilun ja puunkorjuun.

Perinteiseen britannialaiseen pensasaidanhoidon kuuluu sen osittainen kaataminen (*plashing*, *hedgelaying*) vesomisen kiihdyttämisen vuoksi ja ajan myötä aitaan syntyvien aukkojen täyttämiseksi. Pensasaitoja voidaan myös hoitaa vesametsätaloutena, josta saadaan enemmän polttopuuta, mutta tällöin toistuva puuston poisto tuottaa harvemman aidan. Perinteisesti Britanniassa aitoja on hoidettu ja materiaalia niistä poistettu muutaman vuoden välein, mutta modernit aidat ja niiden hoitotoimenpiteet voidaan suunnitella tarpeen ja resurssien mukaan. Biomassaa poistetaan esimerkiksi 5-20 vuoden välein.

Nykymaataloudessa pensasaidat voivat edelleen toimia eläinten kulkua rajoittavina elementteinä ja poltto-/materiaalipuun lähteenä. Niiden edut laiduntavien eläinten suojana tunnustetaan. Niitä istutetaan erityisesti ympäristövaikutusten vuoksi: hyödyiksi lasketaan tuulensuojana toimiminen, eroosion vähentäminen, vesiensuojelu ja vesitalouden hallinta pelloilla, tulokaslajien leviämisen estäminen, pölyttäjien ja muiden hyönteisten määrien lisääntyminen elinympäristöjen saatuuden kautta, sekä villieliöstön ekologisenä käytävänä ja elinympäristönä toimiminen. Ne vähentävät saasteiden, hiukkasten ja kemikaalien tuulikulkeumaa ajotieltä pellolle tai pellolta toiselle, sekä toimivat näkösuojina ja maiseman kaunistajina. Pensasaitojen on todettu lisäävän lintujen, hyönteisten ja villieläinten määrää maisemassa. Monimuotoisuuden hyödyt viljellylle satokasville riippuvat monesta seikasta. (Dover 2019, Monnette & Hobbs 2020)

Uuden pensasaidan istuttaminen

Monimuotoisuuden lisäämisessä tärkeitä tekijöitä ovat aitalajiston paikallisuus ja monipuolisuus, aidan alus- ja reunavyöhykkeen lajisto ja hoito, sekä aidan tiheys. Pensasaidan alla pysyvä muokkaamaton maakaista luo hyönteisille sopivia lisääntymis- ja talvehtimispaikkoja. Pölyttäjille on tarjolla elinympäristöjä mikäli aitalajisto ja sitä ympäröivä reunakasvusto kukkii. Aidan välitöntä ympäristöä ei tule ruiskuttaa kasvinsuojeluainein.

Hyönteisten ja suojaosan elinympäristön houkuttamana paikalle saapuu pieneläimiä ja lintuja.

Pieneläinten (jänikset, myyrät, hiiret, siilit, lepäkot, sammakkoeläimet) liikkumista pensasaidat eivät hidasta, päinvastoin. Mutta jos viljelykasvustoa halutaan suojella hirviltä ja kauriseläimiltä, sen tulee olla tiheä ja korkea. Piikikkäät pensaats (esimerkiksi orapihlaja) tehostavat aidan toimimista kulkuesteenä, mutta aiheuttavat myös pelolla ja tienvierustoilla renkaiden puhkomisriskin ja tekevät aidan hoidosta haastavampaa. Aidan muotoilusta löytyy lukuisia youtube-videoita (engl. *coppicing, hedge laying*) .

Lajiston ja istutusten suunnittelu

Pensasaita voi olla yksi- tai monirivinen, riippuen siitä mitä tuloksia tavoitellaan. Yksirivinen tarjoaa vähiten ympäristöhyötyjä. Lajisto sijoitellaan siten, että suurimmaksi kasvavat ovat sisimmissä riveissä ja matalammat reunoilla.



Kuva 13. Bocage, Ranska. Bretagnen alueen perinteistä suojuuustoa. Kuva: Michael den Herder

. Taulukko 3. Pensasaidan suunnittelun tueksi kokemuksia/tutkimuksia Britanniasta.

	Lajisto	Istutustiheys	Aidan leveys	Hoito	Aidan reuna- vyöhyke
Monimuotoisuus	Monilajiset, muotoiltavat aidat, kukkivat puut ja pensaat, alueelle luontaiset lajit	Kaksi riviä vierekkäin, taimiväli 20-30 cm (UK) riviväli 2,4-3 m taimiväli 1,8-2,4 m (Monnette&Hobbs 2020)	2-5 m tai enemmän (UK) 6 m tai enemmän (Monnette&Hobbs 2020)	Ensimmäisinä vuosina täydennysistutetaan aukkoapaikat. 5-20 vuoden välein kaadetaan ja muotoillaan tarvittaessa. Pidetään tiheänä.	2 m molemmin puolin. Kukkivaa kasvillisuutta. Ei ruiskutuksia
Tuulen-/kulkeuman-suoja, Erosion vähentäminen	Helppohoitoiset, tiheäksi kasvavat (sekä tyveltä että latvasta)	Riviväli korjuukaluston mukaan. Sijoittelu vallitsevaa tuulensuuntaa vasten, tai korkeuskäyrän mukaan jos pellot rinteiset.	1-rivisestä vähän hyötyä, useampi rivi tehokkaampi.	Hoidettu tai hoidettamaton, tiheä tyveltä ja latvasta. Kaksirivisestä aidasta voidaan poistaa toinen rivi biomassaksi 5-20 vuoden välein.	Tuulensuojavaikeus 10 x puuston korkeuden etäisyydelle tuulensuojan puolella.
Villieläinten kulkuyhteyden katkaisu	Piikkinen, tiheä, lohkojen viljelyn/kulkuväylien mukaan suunniteltu				
Materiaalin keruu	Ruokapuut, polttopuut , rakennus-/asfaltumateriaalipuu				Huomioi ajo koneilla (tiivistymien välttäminen, ajourat)
Maisema	Miltä alue näyttää 50 vuoden kuluttua? Alueelle luontainen lajisto.				

Kulttuurinurkka: Pellonreunan perinteitä Suomesta

Suomessa pensasaidat on liitetty usein pihansuojaukseen. Vihannesviljelijät ja karjankasvattajat ovat osanneet käyttää tuulensuojia hyväkseen jo kauan. Pensasaitojen ja suojavyöhykkeiden asema on metsäisessä Suomessa erilainen kuin vähäpuustoisessa Etelä-Euroopassa. Alueelliset erot peltolohkojen koossa ja maiseman muodossa ja puustoisuudessa edellyttävät erilaisia ratkaisuja.

Suomen maisemissa on suuria alueellisia eroja

Maankäyttökulttuurit ovat vaihdelleet alueellisesti luultavasti aina. Maanviljelyn historia Suomen eri alueille on luonut pohjaa maatalousmaiseman eroille, ja kyläyhteisöille ajan myötä muodostuneet omat tavat ovat luoneet nykyisin näkyvissä olevaa, vaihtelevaa ja kaunista kulttuurimaisemaa. Esimerkkejä nykyisistä alueellisista eroista kertoo **Päivi Jokinen** (MNK Maisemapalvelut ProAgria Itä-Suomi ry):

“Varsinais-Suomen ym savialueilla pellon reunat ovat useimmiten suoria, ja oja on kaivettu pellon ja metsän väliin. Jos oja on jäänyt perkaamatta pitkäksi aikaa, niin ojan pientareille on alkanut kasvaa lehtipuita (pajua, koivua, leppää) ja myös havupuita varsinkin kuusta.

Itä-Suomen rinteilla pellon reunoille on kerätty kiviä – aikaisemmin tehtiin kiviaitoja. Niiden seutuvilla kasvaa lehtipuita kuten leppää ja tuomea. Tämä kaistale on yleensä huomattavasti leveämpi itäisessä Suomessa kuin Länsi- ja Etelä-Suomessa.”

Pellonreunoja laidunnetaan osana peltoa

Itä-Suomessa pellonreunojen puusto on luonteva osa karjan laidunnuskäytäntöä.

-Karja saa suojan puustosta sateella, ja se on lepäilyyn miellyttävä paikka, Jokinen kertoo.

Pellonreunametsä on karjan hyvinvoinnille tarpeellinen ympäristö. Karjan käyttäytymisestä metsälaitumella on tehty havaintokoe, jonka ProAgria on jukaissut seuraavassa nettijulkaisussaan:

https://issuu.com/proagriapk/docs/pt_loppujulkaisu_web

Kokeessa havainnointiin että karja viettää yön pimeimmän ajan mielellään metsässä, ja että puusto on karjalle sopiva suojapaikka.



Kuva 14. Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilán haka. Aluetta hoidetaan Helmi-hankkeen tuella. Kuva Anika Michelson HAMK

Suomalaisia tuulensuojia ja pensasaitoja

Peltojen puukaistat ovat metsäisessä Suomessa olleet harvinaisia.

- Suomalaisessa maisemassa tuttuja puuelementtejä ovat tilakeskukseen johtavien teiden puukujat, talousrakennusten ympärille istutetut kuusiaidat ja vihannes- ja hedelmäviljemien ympärille istutetut kuusiaidat ja koivukujat, kertoo pitkän linjan luomuasiantuntija, suomalaista viljelyä vuosikymmeniä havainnoinut erikoissuunnittelija-viljelijä , Ruralia-instituutista eläkkeelle jäänyt erikoissuunnittelija **Jukka Rajala**.

Avo-ojien ja sarkaojien pientareet ylläpitävät paljon elämää. Ojanpientareet ylläpitävät monimuotoisuutta, kasvoi niillä puita tahi ei. Reunaojan takana, metsässä, kuitenkin kasvaa puita. Usein nämä puut ovat erilaisia kuin syvemmillä metsässä.

Kyse on vaihettumisvyöhykkeestä.

- Suomessa pientareet ja vaihettumisvyöhykkeet vastaavat pitkälti samaa kuin Keski-Euroopan *hedgerows*. Ne ovat monimuotoisia puustoalueita, joilla erilaiset eliöt viihtyvät ja josta käsin ne vierailevat pellolla, Rajala kehystää.

Näihin elinympäristöihin viljelijä vaikuttaa pientareiden ja vaihettumisvyöhykkeen hoitotoimenpiteillä. Vaihettumisvyöhykkeellä esimerkiksi valon määrä on ratkaiseva monimuotoisuutta edistävä tekijä. Tällöin puiden aluskasvillisuus pääsee heinittymään ja kukkimaan, mikä parantaa hyönteisten lisääntymismahdollisuuk

lisääntymismahdollisuuksia.

Pellonreunametsän laiduntaminen ja kulottaminen ovat myös suositeltuja hoitokeinoja.

Suurilla yksipuolisen viljelykasvin viljelyssä olevilla peltoaukeilla puukujanteet, pensasaidat ja tuulensuojat ovat hyödyllisiä.

- Suomessa suurimpia haasteita ovat voimakkaasti suurentuva tilakoko, suurentuvat kasvulohkokoot, yksipuolinen viljely ja salaojitetut pellot, josta valtaosajtkin putkituksin poistetaan, Rajala listaa.

- Ja yksipuolinen viljelykierto, hän lisää.



Kuva 15. Koivukuja taloon johtavan tien laidassa monipuolistaa maisemaa ja vaimentaa länsituulta, joka puhaltaa laajalta peltoaukealta. Kuva Jukka Rajala.



Kuva 16. Suomessa yleisin "pensasaidanne" on ojissa luonnostaan kasvavat puut, lähinnä varhaiskevällä pölyttäjille tärkeät pajut, lepät sekä myös koivut ja havupuut. Ne vaimentavat tuulta ja tarjoavat suojaa erilaiselle eliöstölle. Kuva Jukka Rajala.



Kuva 17. Suomessa aurinko paistaa alhaalta varsinkin aamuisin ja iltaisin. Kuvassa aamuauringon varjoa viljapellolla. Varjo hidastaa keväällä lumen sulamista ja maan kuivumista ja lämpemistä sekä viljelykasvien kasvua ja tuleentumista. Varjoisissa kohdin maa voi tiivistyä haitallisesti kevään ja syksyn peltotöissä maan suuren kosteuden takia. Kuva Jukka Rajala

Hyöty-haitta -tarkastelu:

Suomalaiset olosuhteet

Puista hyötyä vai haittaa?

Miksi?

Paljon lunta ja routaa	-	Puut varjostavat pellon reunaa jopa 40 m etäisyydelle, hidastavat lumen ja roudan sulamista sekä maan lämpenemistä.
Lyhyt kasvukausi	-	Puiden varjostus vähentää valon saatavuutta. Kasvukausi voi lyhentyä 2-4 vko varjostuksen takia. Pienillä lohkoilla merkittävä tekijä.
Aurinko paistaa alhaalta	-	Pitkät varjot
Maan lämpeneminen	-/+	Keväällä hidas lämpeneminen haittaa kylvöjen etenemistä ja kasvua. Kesän hellejaksoilla varjostus vähentää haihdutusta ja maan pinnan liiallista kuumentamista.
Mikroilmasto	+	Puut suojaavat tuulelta, paahteelta, kulkeumilta (esimerkiksi puutarhat, vihanneslohkot, laajat aukeat viljavainiot)
Hyönteismonimuotoisuus	+	Pysyvät kaistat tarjoavat elinympäristöjä, lisäävät hyönteisten määrää ja sitä kautta pölytys paranee ja kasvinsuojelu tuholaisia vastaan luontaisten vihollisten avulla tehostuu.
Vesitalous	+/-	Varjostus vähentää haihdutusta ja hellejaksojen kuumuusstressiä kasveille. Puut voivat kilpailla vedestä kasvien kanssa tai pumpata vettä alemmista maakerroksista ilman kilpailua. Juuristot edistävät veden imeytymistä ja maan rakennetta. Voivat myös tukkia salaojia, vaikeuttaa ojan huoltoa ja aiheuttaa kuivausongelmia.

Lyhytkiertopuun tuotanto – vesametsätalous

Vesametsätaloudeksi sanotaan puuntuotantoa, jossa puuston uudistuminen korjuun jälkeen tapahtuu kanto- tai juurivesoista, tai rungosta aktiivisista leposilmuista. Puu tai pensas ei siis kuole korjuuseen, vaan tuottaa taimimateriaalin olemassaolevan juuriston voimalla. Tämä on puuston uudistamisen kannalta taloudellinen toimintatapa, koska se vähentää taimien hankinta- ja istutuskustannuksia ja suojaustarvetta ensimmäisinä kasvun vuosina.

Historiallisesti Suomessa on hyödynnetty lehdespuita perinnebiotoopeilla ainakin eläinten talvirehun keruuseen (lehdesniityt), ja mitä todennäköisimmin myös koripunontaan ym. käsitöihin ja tarvekaluihin. 1970-luvun energiakriisin aikaan kehitettiin vesametsätaloutta energiantuotannon vuoksi.

Euroopassa vesametsätaloudella (engl. *coppicing*) on ollut suuri merkitys materiaalien tuotannossa. Puuvartisten kasvien toistuva alasleikkaus on luonut erityisiä elinympäristöjä, ja tarvemateriaalina pieni pyöreä puu on palvellut rakennus-, aitaus-, ja puusepäntyössä.

Nykyisin tuotannon tavoitteina ovat esimerkiksi erilaiset kemian- paperi- tekstiili- ja lääketieteellisen materiaalit, maanparannusaineet, hiilensidonta ja energia.

Lyhytkiertopuun tuotannossa tähdätään tehokkuuteen ja kasvunopeuteen, ja puunviljelyyn käytetään erityisesti jalostettuja, pelto-oloihin sopivia puita. Pääpaino on biomassan tuotannossa, ei puun laadussa sahatavaran näkökulmasta. Lyhytkiertopuuntuotantoon voidaan myös yhdistää maan puhdistusta tai jätevesikäsittelyä. Lyhytkiertopuu on 70-luvulla yhdistetty turvepeltojen tehokkaaseen käyttöön, koska silloin valitut, jalostetut puulajit sietävät märkiä olosuhteita. Turvepeltojen puustoittaminen voi olla yksi ratkaisu muiden joukossa, kun muuttuviin maataloustukien vaatimuksiin vastataan, mutta sen monimuotoisuusvaikutukset eivät välttämättä riitä turvaamaan elinympäristöjä uhanalaisille suolajeille.

Lyhytkiertopuu ja kujanneviljely

Suomessa tutkittiin ja kehitettiin puun *lyhytkiertoviljelyä* jo energiakriisin aikaan, 1970-luvulla. Tavoitteena lyhytkiertopuun tuotannossa on jalostettujen puulajikkeiden tehokas biomassantuotanto. Yleensä lyhytkiertoviljelmät muokataan voimallisesti, lannoitetaan ja perustetaan pistokkain ja korjataan siihen suunnitelluin konein. Puusto uudistuu juuri- tai kantovesoista, mikä minimoi uudistamiskustannuksia. (Viherä-Aarnio ym.2022)

Lyhytkiertopuusto sopii kujanneviljelyyn ja suoja-kaistoihin, koska se hyödyntää viljellyltä pellolta kulkeutuvat ylimääräiset ravinteet ja on helpompi hoitaa kuin siementaimista uudistettavat puut. Mikäli ravinnevaluma pellolta ei ole merkittävä, voidaan lyhytkiertoviljelmän typpitarve kattaa viljelemällä 50% puustosta typensitojapuita – käytännössä tämä tarkoittaa nopeakasvuista leppää (Pohjonen 1974).

Yleisimpiä lyhytkiertopuulajeja 70-luvulla olivat leppä (*Alnus*), haapa (*Populus*), poppeli (*Populus*), koivu (*Betula*) ja paju (*Salix*).

Tällä hetkellä nosteessa tuotantoon on paju. Pajun voimakas hakeutuminen salaojastoon on huomioitava istutussuunnitelmassa. **Luonnonvarakeskuksen** kattava raportti **Pajut biokiertoaloudessa: Materiaaleja, arvoaineita, ympäristöhyötyjä** (Viherä-Aarnio ym. 2022) esittelee pajun viljelykasvina potentiaaleineen ja haasteineen. Pajua peltometsäviljelykäyttöön puoltavat:

- 1) Nopeakasvuisuus ja peittävyys
- 2) Ravinteiden talteenotto
- 3) Monikäyttöisyys

Pajulajien valinta kasvupaikan mukaan on esitelty raportissa, kuten myös pajulajien erikoiset ominaisuudet, istutusohjeita ja korjuutekniikkaa.

Lyhytkiertopuun tuotantoon sopivat puulajit

70-luvulla tutkitut lyhytkiertopuulajit (Pohjonen 1977):

pajut – Pohjonen (1977) esittää tutkimuksessaan pajulajien ominaisuuksia. LUKE:n uusin tutkimus on kehittänyt pajulajikkeita edelleen (ks. Kirjallisuus-liite kappaleen lopussa)

koivu – rauduskoivu kuivemmille, hieskoivu kosteammilla alueilla

leppä – harmaaleppä kuivemmille alueille, tervaleppä kosteaan maahan

haapa – luonnon haapa (*Populus tremula*) “Suomen poppeli” ja hybridilajikkeet, jotka kasvavat nopeammin

poppeli – USA:ssa ja Kanadassa luontaisia ja yleisiä puita. Palsamipoppeli (*Populus balsamifera*), laakeripoppeli (*Populus laurifolia*), jättiläispoppeli (*Populus trichocarpa*), tuoksupoppeli (*Populus suaveolens*), puistopuina käytetyt ruhtinaanpoppeli ja berliininpoppeli (hybridejä).



Kuva 18. Paju on nopeakiertoinen lyhytkiertopuulaji. Kuva Iiris Mattila

Kulttuurinurkka: Puustoinen viljely osana monialaista luomutilan kehittämistä

Jukka Rajala 3/2023

Josef ja Irene Braun viljelevät tilaansa Baijerissa Muenchenin lähellä Freisingissa Saksassa luomumetelmin vuodesta 1988. He ovat monialaisia luomun kehittäjiä.



Kuva 19. Hake kuivataan kylmäilmakuivurissa ja "poltetaan" niukkahappissa olosuhteissa puukaasuksi ja biohiileksi. Tilan isäntä Josef Braun (vasemmalla) esittelee laitosta tämä tekstin kirjoittajalle ja vierailuryhmälle. Valokuva Harri Hakala



Kuva 20. Helmikuussa puurivi oli kaadettuna pellolla odottamassa poiskuljetusta hakkeen raaka-aineeksi. Isäntä selin esittelemässä puustoista viljelyä ryhmälle. Valokuva Harri Hakala.

Tilalla tuotetaan luomusiemen- ja -leipäviljaa, yrttikasvien siemeniä ja maitoa, joka jalostetaan juustoiksi tilan juustolassa. Tärkeitä tuotteita ovat myös energian tuotanto sekä peltojen kasvukunnosta huolehtiminen ja monimuotoisuuden hoito.

Tilan 57 ha peltoalaa ei pyritä laajentamaan, vaan keskitytään tilan toiminnan ja tulosten laadun parantamiseen. Laatu alkaa terveestä maasta, joka tuottaa tervettä satoa ja ylläpitää karjan ja ihmisten terveyttä ympäristön terveyttä unohtamatta. Kokonaiskestävyyttä ja laatua pyritään parantamaan osa-alueittain. Tästä esimerkkinä isäntä kertoi tilan lehmien poikivan nyt jo keskimäärin kahdeksan kertaa ja olevansa itse edelleen innokas kestävyysjuoksija maratonkilpailuja myöten.

Energiaomavaraiseksi uusiutuvin energialähtein

Tila on ottanut tavoitteeksi olla energiaomavarainen ja hiilineutraali. Energiaa tuotetaan kotieläinrakennuksen katolla olevilla aurinkopaneeleilla ja haketta kaasuttamalla. Tilalle on hankittu pyrolyysiin perustuva hakevoimala vuonna 2009. Voimala tuottaa lämpöä tilan tarpeisiin 70 kW teholla ja sähköä myyntiin 30 kW teholla. Lämpöakkuna toimii 7 m³ kuumavesivaraaja. Lämpöä tilalla käytetään tilajuustolassa 24 lehmän maidon juuston valmistamisessa ja asunnon ja tilaravintolan lämmittämiseen. Lisälämpöä tarvitaan myös huippulaatuisen väkiheinän, viljan ja hakkeen kuivaamiseen, mikäli aurinkokeräimen lämmöntuotto ei riitä.

Haketta kuluu vuosittain noin 700 m³, kun voimalaa käytetään noin 5000 tuntia vuodessa. Tilalla ei ole metsää, vaan energiapuut viljellään osana puustoista viljelyä. Lohkojen reunamilla viljellään nopeakasvuisia lehtipuita, jotka korjataan noin 8-12 vuoden välein. Tilan isommilla lohkoilla puurivistöjä on myös lohkojen keskellä. Eniten viljellyt puulajit ovat nopeakasvuiset poppeli, paju ja typensitoja leppä. Suurilla peltoaukeilla puurivistöt parantavat pienilmastoa lisäten peltojen satotasoja. Tavoitteena on löytää sellainen puurivien väli, että pienilmaston paranemisen tuottama sadonlisä korvaisi puurivien alle jäävän pinta-alan menetyksen. Tilalla tehdään myös tutkimustyötä puukujanteisiin sopivista puulajeista. Tutkimuskohteina on ollut myös puiden istutus ja sopivat etäisyydet puurivien välillä.

Puurivien ansiosta pellot tuottavat nyt energiaa kaksinkertaisesti energiamaissiin verrattuna. Ja jopa nelinkertaisesti rapsiin verrattuna, jota tilalla viljeltiin aikaisemmin traktorien ja auton polttoaineeksi. Biodiesel tilan traktoriin ja puimuriin hankitaan nykyisin Itävallasta, jossa sen satotaso on suurempi. Tilan biodieselauto on vaihdettu sähköautoksi.

Voimala tuottaa myös biohiiltä noin 70 m³/v, joka isännän mukaan on arvokas tuote karjan terveysrehuna, typen hävikkiä lannasta pienentävänä kuivikkeena vinokuivikepohjapihatossa ja kompostin seosaineena. Biohiili on pitkävaikutteinen maanparannusaine tilan keveillä hiuemailla. Mitään nestejakeita kuten tärpähtiä ja tervaa ei tämä voimalamalli tuota.



Kuva 21. Generaattori tuottaa puukaasusta sähköä. Valokuva Harri Hakala

Pyrolyysilaitteisto on Holz-Kaft yrityksen kehittämä. Kehitystyöhön ovat viljelijät osallistuneet kuten myös Josef Braun. Josef Braun kertoo, että vastaavia hakevoimalaitoksia on maatiloilla Saksassa, Itävallassa ja Sveitsissä käytössä jo useita satoja.

Saksassa uusiutuvan sähkön myynti on ollut hyvin kannattavaa, koska siitä on saanut hieman jopa ostosähköä paremman hinnan.

Josef Braun tarkastelee luontoa kokonaisuutena. Hän hyödyntää uusinta tutkimustietoja ja vanhaa kansanviisautta. Tulee ajatella maailmanlaajuisesti, mutta toimia paikallisesti. Meidän on tarpeen yhdessä ottaa vastuu sekä muista ihmisistä että luonnosta, on hänen mottonsa. Tähän puustoinen maatalous sopii hyvin



Kuva 22. Biohiili on tärkeä osa naudan lannan kompostoinnin raaka-aine kuivikelannan seassa. Josef Braun esittelemässä tilan kompostointilaitosta, jossa lehmien vinokuivikepohjapihaton lanta kompostoidaan ennen pellolle levittämistä. Biohiiltä on käytettävissä kuivikkeeksi yli 2 m³ eläinyksikköä kohti. Yhdessä olkikuivikkeen kanssa se on hyvä kompostin seosaine. Valokuva Harri Hakala.

<https://agroforst-info.de/portfolio-item/praxisbeispiel-biolandhof-braun/>

<https://www.lfl.bayern.de/verschiedenes/presse/pms/2019/229660/index.php>

<https://www.holz-kraft.com/de/referenzen/referenzen-nach-laender/deutschland/451-biolandwirt-josef-braun.html>

<https://www.holz-kraft.com/en/?id=469:josef-braun-organic-farmer>

<https://www.bodenfruchtbarkeit.bio/partnerhofe/biolandhof-braun-freising>

<https://www.helsinki.fi/fi/ruralia-instituutti/opetus/kasvot-luomulle/heinamaitoa-tilan-omaan-juustolaan>

Kulttuurinurkka: Kujanneviljelypilotti Uusimaalla. Tapaus Lill-Nägels.

Joshua Finch, Novia UAS

LillNAP Case Study

Kesäkuussa 2022 aloimme peltometsäviljelyn pilottiprojektin Lill-Nägelsissä, Kirkkonummella. Haluamme nähdä voimmeko kunnostaa kauan viljellyn maatalousmaan erilaisin maanhoidollisin menetelmin. Tutkimme myös, miten peltometsäviljelyjärjestelmän perustamisesta aiheutuneiden investointien takaisinmaksuaikaa voitaisiin lyhentää.

Tuotteiden markkinoinnin ja tarinan jakamisen vuoksi olemme päättäneet luoda kumppanuusmaatalousmallin, joka kehittyy pilottiprojektin ja sen tuottamien satojen myötä. Jos onnistumme palauttamaan pellon tuottavuuden ja ekologisen yhtenäisyyden samalla kun edistymme kohti kannattavuutta, uskomme että projektin tavoitteet motivoivat uusia ihmisiä maatalouden pariin – joko viljelijöinä, tai viljelijöiden kanssa työtä tekevinä kuluttajajärjestöinä.

Pilottiprojektin idea ja filosofia oli tutkia aikamme lupaavimpia agroekologisia toimintamalleja johtamalla pienikokoista peltometsäviljely-vihannestilaa. Maatilan omistaja Rikard Korkman otti projektin suunnitteluun mukaan ystävänsä ja kollegansa. Toimme yhteen käytännön osaamisen monipuolisesta, agroekologisesta puutarhataloudesta (engl. *market gardening*), sekä nousevat trendit suuren mittakaavan uudistavasta maanviljelystä, ja loimme jotain aivan uutta. Koska olemme päättäneet, ettemme vain vaihda yhtä tai kahta muuttujaa, vaan uudistamme koko järjestelmän, on käsissämme monta liikkuvaa osaa.

Järjestelmän maisemallinen malli on yksinkertainen, mutta monimutkaisuus löytyy päätöksistä käyttäen monimuotoisia istutuksia (polykulttuureja), jotka jäljittelevät luonnon ekosysteemien sukessiodynamiikkaa. Ajan myötä nämä luonnon prosessit parantavat kasvupaikan olosuhteita.

Vaikka puut järjestelmässämme istutetaan suoriin riveihin, lajirunsauden ja istutustiheyden kautta luodaan monikerroksinen peltometsäjärjestelmä. Lajit on jaettu kahteen pääluokkaan: myyntikasvit ja tuki-/suojalajit.



Kuva 23: Esimerkki agroekologisesta ratkaisusta: neljän kasviperheen syötäviä vihanneksia, yrtejä ja kukkia puiden latvuston alla. Puista haavat poistetaan, ja pensasaitaan jää vasta istutettuja omenia ja mustaseljaa. Kuva Joshua Finch.

Myyntikasvit muodostuvat sekaviljelmistä, esimerkiksi raparperia, päärynää, herukkaa ja mansikkaa. Jokainen laji valtaa tietyn tilan järjestelmässä, ja ne on yhdistetty niin, että kasvien yhteytymahdollisuudet on maksimoitu. Valitsimme myyntikasvit tukemaan maatilan jo olemassa olevaa omenantuotantoa. Siksi valitsimme kasvuston yläkerrokseen päärynää ja luumua, ja alle monivuotisia lajeja, joille on kysyntää, ja jotka sopivat yhteen kasvavien hedelmäpuiden kanssa sekä tilan että kasvurytmin puolesta. Suurin osa hedelmäpuista on puolikääpiöiviä. Lisäksi olemme päättäneet viljellä valkosipulia ja muutamia yksivuotisia lajeja järjestelmän perustamisvaiheessa.

Tuki- ja suojalajit ovat pensaita ja puita, jotka istutetaan pääasiassa paikallisista metsistä kerätyistä siemenistä: jalava, vaahtera, saarni ja tammi ovat helposti saatavia ja haluttuja lajeja. Lisäksi paju, haapa ja lehmus ovat suunnitelmassa. Niitä lisätään pistokkaista. Inspiraatiota tukikasvien valintaan on saatu useista liikehdinnöistä, jotka tuovat esiin "biomimicry" ajattelua: Huomataan että monimuotoiset ekosysteemit ovat tuottavia. Aiomme leikata tukikasveja säännöllisesti, myös kaataa niitä, stimuloidaksemme maanalaista juurten aktiivisuutta ja parantaaksemme yhteytystä. Puunhoito vesametsätalouden keinoin, alasleikkuun ja lehdestämisen avulla, mahdollistaa niiden toimisen puustoisena kerääjäkasvustona.

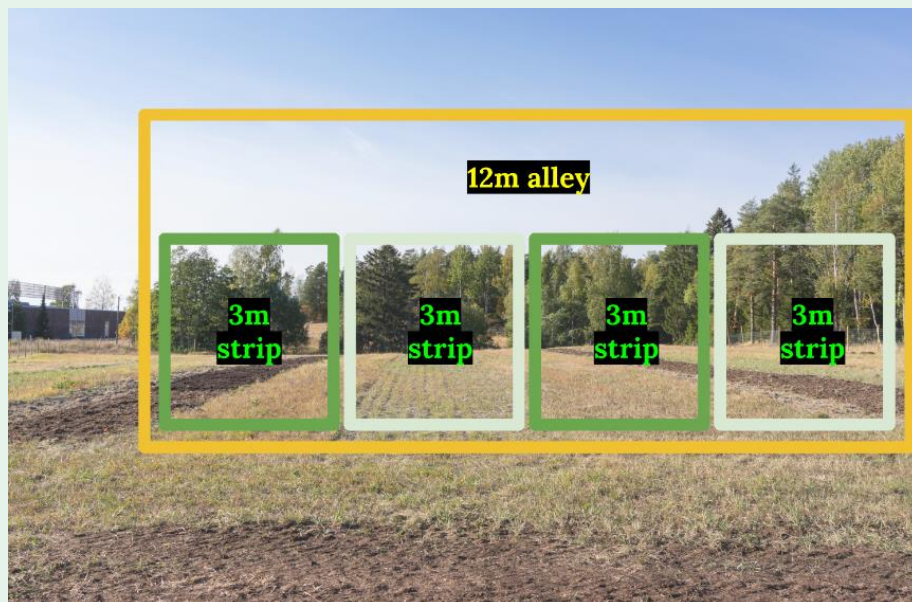
Istuttaminen ja järjestelmän hoito on projektin ajan projektivastaavan työtä. Sadonkorjuu hoidetaan yhteisöllisesti CSA-jäsenten osallistumisella. Taloudellisessa mielessä työvoiman säästäminen on avain. Muutaman kerääjäkasvivuoden jälkeen puukujanteiden väliset lohkot palaavat tuotantoon kaistaviljelyn muodossa.

Ideassamme on monta tuntematonta, ja siksi olemmekin päättäneet tämän olevan pilottiprojekti, kokeileva ja rohkaiseva. Näitä toimenpiteitä on käytössä jo muualla maailmassa, ja nyt haluamme kokeilla niitä myös Suomessa. Emme tiedä miltä tämä pelto näyttää 100 vuoden päästä, mutta siitä voimme olla varmoja, että yllätyksiä on luvassa.

Istutussuunnitelma

Peltometsäviljelyjärjestelmä koostuu pellonreunasta, puuriveistä sekä kujanteista, jotka niiden väliin syntyvät. Suunnitelmassamme peltometsäjärjestelmän päiste jätettiin 10 m leveäksi, että juuri puimuri mahtuu kulkemaan niissä. (kuva 25)

Viljelykujanteet ovat 12 m leveitä ja varaavat n.48% kyseisen pellon pinta-alasta. Kyseinen leveys sopii tilan koneistukseen (ruiskun leveys 12 m, kylvökone 3 m) ja kaistaviljelyyn. Puurivien väliin jää 14 metriä, koska puut istutetaan 2 m leveisiin penkkeihin. Puut ovat puolikääpiöiviä lajikkeita ja taimiväli on suuri (6m), mikä vähentää varjostusta kujanteissa sekä puiden alla.



Kuva 24. Lill-Nägelsin istutussuunnitelma. Kuva Joshua Finch

Puurivit ottavat 10,5% peltopinta-alasta. Istutuspenkkien leveys takaa riittävästi tilaa puiden hienojuurille maan pinnassa, koska juuriston kasvua viljelykujanteeseen rajoitetaan juuristoa karsimalla (*root pruning*). Leveä penkki myös tarjoaa kasvutilaa muille kasvilajeille, kuten raparperille ja herukoille. Kaikilla latvuston alla kasvavilla kasveilla on joku tärkeä tarkoitus: sato, katteen tuotanto tai typensidonta.

Markkinointi

LillNAP:n polykulttuurit lisäävät tuotevalikoimaan tilan kumppanuusmaatalousasiakkaille ja yleisölle. Alkuvuosina tuotteiden jako on rajoitettu, esimerkiksi vuonna 2023 tarjolla on vain valkosipulia. Kun uudet kasvilajit alkavat tuottaa satoa, jäsenet voivat valita mitä he haluavat näistä käyttää. Kasvien satotasojat arvioidaan ennen kasvukautta, jotta jakoon päätyvä määrä saadaan arvioitua. Peltokäytien yhteydessä CSA-kumppanit pääsevät näkemään miten koko järjestelmä kasvaa, ja voivat tarkastaa miten heidän kasvinsa voivat. Itsepöimintä on uusi, myös esteettinen, kokemus tässä monimuotoisuudessa mitä olemme suunnitelleet.

Sisällytämme suunnitelmaan "bonus" satoja, kuten auringonkukkia, tai ehkä kurpitsaa, joita voidaan ostaa jäsenyyden ulkopuolelta. Kumppanuusmaatalousjäsenten avulla istutetaan valkosipulia syksyllä, ja samaan aikaan kurpitsan sadonkorjuu on käsillä



Kuva 25. Uusia istutuksia Lill-Nägelsin pilottilohkolla kesäkuussa 2023. Kuva liris Mattila

The project was originally funded by Stiftelsen Finlandssvenska Jordfonden and Novia UAS from 6.2022-12.2022. LillNAP has received additional funding from Uusimaa's Centre for Economic Development, Transport, and the Environment (ELY-Keskus), Jordfonden, and Novia UAS for the calendar year of 2023



5. Puustoinen laidun



Luku 5. Puustoinen laidun

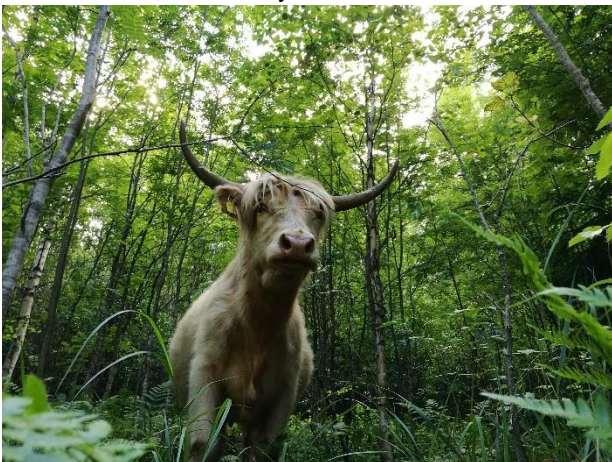
Puita laitumelle – miksi ja miten?

Puustoisien laitumien merkitys ja hyödyt ovat eläinten hyvinvoinnissa, ekosysteemipalveluissa ja karjatalouden taloudellisen tuotoksen parantamisessa.

The Agroforestry Handbook antaa tiiviin määritelmän puustoisille laitumille:

”Puustoinen laidun tarkoittaa karjan ja puuston yhdistämistä samalle maa-alueelle. Laiduntavia eläimiä voivat olla esimerkiksi märehitjät, siipikarja ja siat. Puustoinen laidunnus tuo suoraa taloudellista ja ekologista hyötyä viljelyjärjestelmään.”

Puustoinen laidun heijastelee alueellista kulttuurihistoriaa, ympäristön muuttunutta ja muuttuvaa tilaa sekä viljelijöiden tavoitteita. Suomessa perinnebiotoopit saavat paljon huomiota ja tulkia, koska niiden ennallistaminen on luonnon monimuotoisuuden kannalta juuri nyt hyvin tärkeää. Myös metsänreunoja, vesistöjen suojakaistametsiä ja peltojen puusaarekkeitä käytetään karjan laiduntamisen yhteydessä yleisesti. Usein nämä metsäiset alueet liitetään peltolaidunnukseen, ja ne tuottavat eläinten hyvinvointia.



Kuva 1. Metsälaidun Pirkanmaalla. Kuva Philipp Meyer.

Jos sen sijaan tarkastellaan Euroopan tasolla puustoisien laitumien perustamisen tai ylläpidon ohjeita ja käytäntöjä, huomataan että järjestelmät ja ennallistamiskohteet ovat alueen historian seurausta ja nykyisten tarpeiden mukaisia. Esimerkiksi Britannian ja Irlannin suunnalla tuotetaan pellon puustoittamista käsittelevää kirjallisuutta enemmän kuin olemassaolevan metsän laidunnusohjeita (*The Agroforestry Handbook*), koska maiseman puusto on lähtökohtaisesti vähäistä. Amerikan mantereiden yliopistojen neuvonnassa puolestaan painotetaan laatuun tuotantoa, missä karjan rooli on olla puun kasvun edistäjä ja karjatalous tuo viljelijälle taloudellisen lisäarvon puuntuotantoon.

Olen suomentanut luvun alkuun *the Agroforestry Handbookin* puustolaidun-kappaleen (kirjoittajat tri Tim Pagella, Bangor University sekä tri Lindsay Wistance, Organic Research Centre UK). Se käsittelee pellolle perustettavan puuston mahdollisuuksia ja haasteita. Kuitenkin Suomen metsäisyyden huomioon ottaen olen pyrkinyt lisäämään lukuun myös metsänhoidollisen laidunnusnäkökulman. Suomalaista tutkimusta talousmetsän laidunnuksesta ei vielä juuri löydy. Metsälaidunnuksesta on valmistumassa opinnäytetyö, jonka tuloksia voitaneen odottaa keväällä 2023. Muutamia kokeneita talousmetsän laiduntajia on haastateltu kappaleen esimerkkitapauksissa.



Kuva 2. Ylämaan karjaa Pirkanmaalaisella metsälaitumella. Kuva Philipp Meyer

Puuston vaikutusta eläinten hyvinvointiin on tutkittu

(the Agroforestry Handbook, Silvopasture – tri Tim Pagella & tri Lindsay Wistance)

Puusto vähentää poikaskuolleisuutta ja erilaisia infektioita

Puuston hyödyt eläinten hyvinvoinnille näkyvät sekä lajin luontaisessa käyttäytymisessä, pienempänä sairastuvuutena että parempana tuotoksena. Tuulisilla, kylmillä ja paahteisilla alueilla laiduntavat eläimet kärsivät usein sään aiheuttamasta stressistä. Puiden luomat mikroilmastot (varjo, sadesuoja, tuulensuoja) parantavat eläimen lämpötilansäätelykykyä, vähentävät lämmönsäätelyyn kuluva energiaa ja sen seurauksena pienentävät rehuntarvetta tai parantavat kasvua. Toimivat puustoiset laitumet pidentävät ulkoilukautta, ja vähentävät poikaskuolleisuutta synnytyksessä tai ääriolosuhteissa, silloin kun eläimet poikivat laitumella.

Australiassa tutkittiin poikaskuolleisuutta ja todettiin että poikaskuolleisuus oli 50% alempi silloin kun alueella oli hyvä puiden tarjoama suoja. Toinen tutkimus Uusi-Seelannissa osoitti että tuulensuoja vähensi kaksospoikasten kuolleisuutta 14-37% kokonaiskuolleisuutta 10%.

Lämpöstressi vähentää laiduneläinten syömishalukkuutta, ja sitä kautta se pienentää elopainon kertymää, vähentää maidontuotantoa ja heikentää hedelmällisyyttä. Myös kanojen immuunijärjestelmä heikentyy ja munan koko pienenee lämpöstressin seurauksena. Varjon ja suojan etsiminen ovat luontaisia käytösmalleja laiduneläimille, ja puustolaitumella, jolla auringon tulosäteilyn määrä vähenee 58% voi eläinten ihon lämpötila olla 4 astetta alempi kuin vastaavissa olosuhteissa avoimella laitumella. Sen seurauksena muut normaalit käyttötoiminnot, kuten syöminen ja lepääminen, toimivat paremmin. Avoimilla alueilla eläimillä on myös tapana kasaantua tiiviiksi laumaksi. Tämä on puolustuskeino luontaisia vihollisia vastaan. Laumautuminen voi joissain olosuhteissa lisätä sairastumisriskejä, maan tiivistymistä tai kasvuston heikentymistä.

Laitumen märkien alueiden puustoittaminen (*mikäli kyseessä ei ole salaojan toimintahäiriö, tai muu pellon kuivatukseen liittyvä ongelma,*

suom.huom.) voi auttaa maata pysymään kuivempana, mikä vähentää sorkkavälin ajotulehdusta (engl. *foot rot*) aiheuttavan bakteerin selviämistä maassa, sekä vähentää maksamadon (engl. *liver fluke*) elinkiertoon kuuluvien etanoiden esiintymistä. Joillekin lentäville haittahyönteisille puut voivat tarjota habitaatin, toisaalta puusto voi lisätä lantakuoriaisten määrää ja lannan väheneminen vähentää kärpästen lisääntymispaikkoja. Lisääntynyt luontaisten vihollisten määrä voi vähentää haittahyönteisten määrää verrattuna avoimeen laitumeen.

Erityistä siipikarjasta

Siipikarjan ja puiden yhdistäminen parantaa siipikarjan hyvinvointia ja vähentää niiden stressiä. Tämä parantaa munien laatua. Se voi myös vähentää lintuinfluenssariskiä, koska suuri riskitekijä ovat villit linnut, jotka parveilevat avoimilla aukeilla.

Metsään viedyt linnut joutuvat helposti nälkään, ketun ja haukkojen saaliiksi. Siipikarjan puustoitteen laidun on parempi sijoittaa pellolle.
(*Suom.huom.*)

Puuston rehuarvo ja merkitys lisärehuna

Puut sisältävät yleensä korkeampia pitoisuuksia hivenravinteita kuin ruohot. *Suomessakin kerput eli lehdeskimput ovat olleet perinteistä eläinten rehua (suom.huom.)*. Puista saatava lisärehu voi parantaa hivenravinteiden saamista, ja joillain tanniinipitoisilla lehdillä on sisäloisia torjuva vaikutus. Hollantilainen tutkimus osoitti että paju oli lypsykarjalle mieluisa rehu. Naudat söivät pajua verrattain vähän (0,4-0,6% tarvittavasta kuiva-aineen määrästä), mutta natriumin, sinkin, mangaanin ja raudan saanti oli 2-9% päivän tarpeesta. Normaalisti nämä ravinteet annettaisiin ravintolisinä.

Puut voivat myös tarjota ravintoa kuivina, tai laidunkauden ulkopuolisina aikoina. Rehu voidaan kerätä ja varastoida 24 kk ennen ruokintaa. Pe-

rinteisesti Suomessa lehdekset kerättiin heinänteon jälkeen kesällä, ja kerppuihin kelpasivat kaikki tavallisimmat lehtipuut.



Kuva 3. Hereford-karja laiduntaa koivikkoa. Kuva Mikko Leikola.

Peltolaitumen puiden agroekologiset hyödyt

(The Agroforestry Handbook – Pagella&Whistance, lyhennetty)

Agroekologiset hyödyt on usein vaikeampi esittää talouslukuin, mutta ne voivat olla kriittisen tärkeitä tilan toiminnallisuudelle ja toiminnan jatkumiselle muuttuvissa ilmasto-oloissa. Hyötyjä on luokiteltu taulukkoon 1, "Agroekologiset hyödyt".

Taulukko 1. Agroekologiset hyödyt. Pagella&Whistance, muokannut I. Mattila.

Mihin puut vaikuttavat?	Mitä hyötyjä puista?	Miksi?
Vesitalous, maaperä, maaperäeliöt	Veden varastointi ja imeytyminen maahan paranee	Juuristo luo syvän hyväkenteisen maakerroksen, juuret kanavoivat sadevettä maahan, juuristoalueen eliöt lisäävät multavuutta ja parantavat vedenpidätyskykyä, juuret vähentävät sorkkien aiheuttamaa tiivistymistä
Maaperä, peltotyöt	Eroosio vähenee	Puut luovat muokkaamattoman alueen ympärilleen, kujanteilla voidaan ohjata muokkaussuuntia, juuriston pysyvyys ja syvyys vähentävät maan eroosiota.
Vesitalous	Veden saanti kuivana aikana parantuu	Puun mykorritsat tehostavat veden saantia syvältä maasta, puut hillitsevät haihduntaa
Maaperä, maaperäeliöt, ravinnetalous	Lehdet tuottavat orgaanista ainesta maahan	Karikeruo suojaa maaperäeliöitä paahteelta ja kuivuudelta. Orgaaninen aines lisää niiden ravintovarantoja. Multavuus lisääntyy. Tyypeä sitovat puuvartisten tuovat lisää ravinteita peltomaahan.
Ilmastonmuutoksen haitat	Hiilensidonta, haihdunnan vähentyminen alla olevasta kasvustosta, ääreiden sääolosuhteiden tasaaminen (helle, kylmä, myrsky...)	Runko ja juuret sitovat hiiltä kasvuun. Niin kauan kuin puu on paikallaan, on hiili tallessa. Puiden myönteiset vaikutukset laidunkasvillisuuteen voivat parantaa maan biologista aktiivisuutta ja myös sitä kautta lisätä hiilensidontaa.
Maaperä, ravinnetalous	Maan biologinen aktiivisuus ja ravinnekierto tehostuu	Juuristoalueen eliöt lisäävät maan biologista aktiivisuutta, syvät juuret pyydystävät syvälle huuhtoutuneet ravinteet ja palauttavat ne lehtinä maan pintakerrokseen. Typensitojapuut voivat parantaa typen saatavuutta.

Taloudelliset hyödyt ovat suoria ja epäsuoria

(the Agroforestry Handbook – Pagella&Whistance)

Puista saadaan taloudellista hyötyä, jos niitä hoidetaan tuotteiden tuottamista ajatellen (esimerkiksi rakennuspuuksi, polttopuuksi, biomassaksi). Tällöin puutuotteet voidaan joko markkinoida tilan ulkopuolelle tai käyttää tilalla kustannusten alentamiseksi. Puiden lukuisat ekosysteemipalvelut voivat myös tuottaa epäsuoraa tulosta tilalle. Esimerkiksi puiden varjostus ja tuulensuoja vähentävät eläinten kuuma- tai kylmästressiä, ja siten parantavat eläinten tuottavuutta. Samat puut voivat myös helpottaa maan kuivumista, mikä vähentää laiduneläinten sorkkasairauksia. (Taulukko 2. Taloudelliset hyödyt.)

Puiden taloudellisen arvon maksimoiminen vaatii sekä huolellista suunnittelua että hoitoa. Esimerkkejä suunnittelussa huomioitavista asioista ovat puulajivalinnat, alueen ympäristön perusominaisuudet (lämpö, vesi, maalaji, ravinteisuus), sijoittelu tilan tavoitteiden mukaan (rivit tai metsiköt, hajapuut, hedelmätarhat, aidat) puiden hoito tavoitteen mukaan (aitaus, hoitoleikkaukset, kaato) ja markkinointi tai tilan omien tarpeiden täyttämisen.

SUOMESSA. (suom.huom.) Eläimiä voidaan käyttää talousmetsän taimikonhoitoon, mutta aiheesta on toistaiseksi saatavilla vähän kirjallista materiaalia. Tärkeää huomioitavaa talousmetsän hoidossa eläinten avulla on kiinnittää huomiota laidunpaineeseen, laidunaikaan ja havainnoida taimikon kuntoa. Laiduneläimet (naudat, lam-paat) syövät ensisijaisesti ruohovartisia, mutta niiden loppuessa taimetkin alkavat kelvata.

Puuston arvon maksimointi

(the Agroforestry Handbook - Pagella&Whistance)

Oikean puulajin valinta

Puiden istuttaminen on työlästä ja siitä syntyy kustannuksia. Oikean puulajin valinta korostuu. Avoimilla aukeilla taimien on kestävä tuulisia oloja ja joillain alueilla maan vettymistä. Taimimateriaaliksi kannattaa etsiä alueelle ominaisia puita, alueella tuotettuja taimia jos mahdollista, koska niiden sopeutuminen paikallisiin olosuhteisiin on todennäköisempää.

Puiden sijoittelu

The Agroforestry Handbook peltolaidunnuksesta **Britanniassa:** 100 puuta/ha on sopiva määrä peltolaitumen nurmen hyvinvointiin. Myös 50

Taulukko 2. Taloudelliset hyödyt Pagella&Whistance

Suora/epäsuora hyöty	Kategoria	Tarkempi kuvaus
Suora	Puutuotteet	Rakennusmateriaalit Energia Hedelmät, marjat ja pähkinät Biomassa (hake, kuivike)
Epäsuora	Agroekologiset hyödyt (taulukko 1)	Laidunnuksen haittoja vähentävät vaikutukset Agroekosysteemin toimivuutta lisäävät vaikutukset



Kuva 4. Lampaat laiduntavat kirsikkapuiden alla Espanjassa. Kuva Michael den Herder.

puuta/ha on esitetty optimaaliseksi määräksi laidunnurmen kannalta. Useimpien puulajien latvustot eivät näillä tiheyksillä tee täyttä latvuspeittoa ensimmäisten 12 vuoden aikana. Nopeasti kasvavat lajit kuten haapa ja leppä voivat alkaa varjostaa aikaisin. Latvuskerroksen alettua sulkeutua puita kaadetaan valikoiden, jotta jäljelle jäävät saavat tilaa kasvaa.

Lajiston suunnittelussa kannattaa miettiä mihin puuta haluaa käyttää. Ensiharvennuksen pienet puut käyvät polttopuiksi, biomassaksi, askarteluun tai veistelyyn. Avoimella paikalla kasvavat puut vaativat usein pystykarshintaa tuottaakseen laadukasta, oksatonta puutavaraa.

Rivijärjestelmissä (kujanteet, pensasaidat, suojavyöhykkeet, hedelmätarhat, puuplantaasit) puut voi istuttaa lähemmäs toisiaan (yhteen tai useampaan riviin). Erilaisia lajiyhdistelmiä voidaan käyttää, ja niin voidaan suojata arvopuiden taimien alkuvaiheen kasvua. Esimerkiksi kolmirivinen kaista puuvartisia kasveja, jossa reunoille on istutettu nopeakasvuista pajua ja keskelle arvo-puu (tammi, leppä, pihlaja, saarni, vaahtera jne.) luo keskimmäisen rivin taimille sopivaa varjostusta ja kilpailuasetelman, joka ohjaa puuta kasvamaan suoraa, oksatonta runkoa.

Rivijärjestelmissä voidaan tuottaa myös hedelmiä, pähkinöitä ja rehua. Jos puita käytetään rehuksi tai biomassaksi, on vesametsätalous kannattava vaihtoehto (ks. luku 3), koska vesovat puut voidaan kaataa toistuvasti nopealla kierrolla ennen kuin ne alkavat varjostaa muuta kasvustoa.

Rivien välien on oltava niin leveät, että puustoa pääsee hoitamaan valitulla kalustolla.

Puuryhmillä on monia mahdollisia tuotannollisia ja ympäristöllisiä etuja verrattuna yksittäin istutettuihin puihin. Puiden suojaus tulee edullisemmaksi kun puut sijoitetaan ryhmiin. Ryhmistä voidaan valikoida parhaanlaatuiset rungot jatkokasvatukseen vaiheittaisella harvennuksella, jossa poistetaan aina huonompilaatuista taimimateriaalia. Puiden keskinäinen kilpailu ja varjostus kasvun alkuvaiheessa voi tehostaa puiden korkeuskasvua ja oksattomuutta. Suojattomilla alueilla reunapuut suojaavat ryhmän sisäisiä puita tuulelta ja paahteelta.



Kuva 5. Vanhat heinäladot ympäröivine metsikköineen luovat hyvän elinympäristön linnuille ja villeille nisäkkäille. Kuva Iiris Mattila



Kuva 6. Pienenkin metsäsaarekkeen monimuotoisuusvaikutus voi olla merkittävä hyönteisten elinympäristönä. Kuva Iiris Mattila

Puuryhmät luovat parempia pieniä elinympäristöjä villieläimille kuin yksittäiset puut avoimilla alueilla. Ryhmien varjostusvaikutusta voidaan parantaa valikoimalla reunoille ikivihreitä tai varhain lehteen puhkeavia puulajeja. (*Suom.huom:*

Useilla viljelyalueilla yleiset metsäsaarekkeet ovat luontaisia puuryhmiä.)

Kaikissa tapauksissa monilajinen puusto on vastustuskykyisempi puiden tauteja ja haittahyönteisiä vastaan.

Kilpailu valosta ja nurmen kasvu

Keväällä puusto voi hidastaa laitumen sulamista, kuivumista ja kasvuunlähtöä. Kesällä puiden luoma mikroilmasto suojaa laidunta lämpöstressiltä ja tuulen aiheuttamalta kuivumiselta.

Puuston varjostusvaikutusta voidaan rajoittaa istuttamalla rivit pohjois-etelä-suuntaan. (*Mikäli ollaan rinteisellä alueella, korkeuskäyrän suuntaisuus on tärkeämpi sijoittelukriteeri.*)

Puut voivat myös hyödyttää laidunnurmea kuljettamalla ravinteita syvemmistä maakerroksista kuin mihin nurmikasvien juuret yltävät, ja lopulta tuottamalla ne maan pinnalle lehtikarikkeena. Jos puulajien seassa on tyypeä sitovia puuvartisista (leppä, siperianherne, tyrni), ne voivat vähentää lannoituksen tarvetta.

Puiden suojaus

Laiduntavat eläimet vahingoittavat puiden runkoja, juuria ja maanpinnan kasvillisuutta, ja siksi sekä naudat että lampaat ovat mahdollinen uhka puille. Niiden luontaiseen käyttöön kuuluu talomista, kaluamista ja kyhnytystä, mikä tarkoittaa että puuston perustaminen laitumelle ilman suojausta ja jatkuvaa valvontaa on yleensä mahdotonta. Jos puusto on istutettu riveihin, ja rivit on jätetty riittävän leveiksi ajoneuvolla ajamista varten, voidaan rivivälit niittää rehuksi muutaman ensimmäisen vuoden ajan, kunnes puut ovat riittävästi vahvistuneet.

Puiden suojaaminen lampailta on edullisinta. Nautakarjalta puut on suojattava korkeammalla suojalla kuin lampailta. Hevoset ja kaurit vaativat nautojakin korkeamman suojan. Yksittäisten puiden suojaaminen on kalliimpaa kuin puuryhmien ja -rivien suojaaminen. Puita suojataan myös siipikarjalta, jäniksiltä ja vesimyyriltä, sen mukaan mikä on alueellinen uhkatekijä. (Suojaamisesta lisää "luku 2 Puiden kasvatusta")

Metsässä aitaamisen voi tehdä pysyvästi tai väliaikaisesti. Lauman kokoa ja laidunpainetta on valvottava, karjaa on siirreltävä ja tarpeen mukaan poistettava metsästä.

Puiden hoito

Yksittäisten puiden ympäriltä on torjuttava rikkaruohot taimivaiheessa (3-5 vuotta). Puiden suojaus on säännöllisesti tarkistettava, ylläpidettävä, ja korjattava jos se on vahingoittunut. Puiden kasvaessa ne tarvitsevat talviaikaan karsimista. Huonokuntoisia puita poistetaan.

Puiden hoito voi tuottaa useita sivutuotteita, joita maatilalla voidaan käyttää, esimerkiksi polttopuuta, aidanseipäitä, puuhaketta puiden suojaamiseen tai eläinten pehkuksi, tai joulukuusia. Suomessa tosin joulukuuset eivät kuulu peltoviljelyssä maataloustukialaan.

SUOMESSA 50 täysikasvuista (vähintään 4m korkeaa) puuta/ha on pitkään ollut tukiehdossa sallittu runkoluku PYSYVÄLLÄ NURMELLA, joka käytännössä on yleensä niittyä, hakamaata, perinnebiotooppia tai vastaavaa ympäristötukialaa.

Karjalle rehukelposta taimikkoa (alle 1,5m korkeaa) saa samalla lohkolla olla. Uusimmat ohjeet löytyvät Ruokaviraston sivuilta ja Viljelijätukien hakuoppaista. Jos laidunlohkoa lähtee puustoitamaan uusi taimi, se on tukihaussa tehtävä sijoittamalla puut kasvulohkoihin tai peruslohkon reunassa sallittuun "tuulensuojaan" (max 2m leveä, ei metsään rajautuville lohkon reunoille). Puulajit on valittava sallittujen "pysyvien kasvien" listalta ja vaadituin istutustiheyksin. Puukaistoista enemmän luvussa 4.

Eläimet puustoisilla laitumilla

Erilaisia puustoisien maatalouden laiduntyypppejä (the Agroforestry Handbook - Pa-gella&Whistance)

Jos tarkastellaan puiden sijoittelua laitumella, voidaan puustoiset laitumet jakaa esimerkiksi seuraavasti (taulukko 3. Erilaisia puustoisia laitumia.): Puita laitumen reunoilla (A), puita laidunlohkolla (B), ja karja metsäalueella (C).

Taulukko 3. Erilaisia puustoisia laitumia (the Agroforestry Handbook, s.51 - suomennettu/sovellettu Suomeen Iiris Mattila)

Puustolaidunjärjestelmä		Esimerkkejä	
Puita karjan laitumella	A	Reunapuusto/rajapuusto	Pensasaidanteet kasvulohkojen reunoilla, tuulensuojakujanteet, vesistöjen suojakaistat
	B	Kasvulohkolle sijoitetut puut	Laidunnetut hedelmätarhat, puukujanteet, puusaarekkeet
Karjaa metsäalueella	C	Metsälaidunnus	Taloustmetsän laiduntaminen, Reunametsien hyödyntäminen, metsäsaarekkeet perinnebiotoopit

A: Lineaariset, suoralinjaiset puujärjestelmät ovat käytännöllisiä laitumella, jossa tarvitaan jonkinlaista suojaa – yleensä tuulta ja eroosiota vastaan ja vedenlaadun suojaamiseksi. Näistä järjestelmistä (Euroopassa) saadaan yleensä rakennuspuuta, polttopuuta, biomassaa ja hedelmiä sivutuotteena.

B: Puut on sijoitettu laitumelle tasaisiin kuvioihin tai riveihin. Tarkoituksena on yleensä tuottaa tai ylläpitää laadukkaita puutuotteita (rakennuspuu, hedelmät). Jos alue on hyvin aukea ja suojaton, puiden ryhmittely suojaa niitä esimerkiksi tuulelta.

Toinen esimerkki on hedelmätarha, jossa laiduneläimet käytetään osan vuotta. Lampaat vähentävät niittokustannuksia ja parantavat typen kiertoa ja mahdollisesti vapauttavat toisen laidunlohkon rehuntekoon.

Jos halutaan tuottaa lisärehua puilla, puurivit ja tasaiset kuviot ovat selkeä tapa järjestää laidun.

Suomessa yleinen näky ovat metsäsaarekkeet peltujen keskellä tai reunamilla. Näiden suurin merkitys on usein eläinten suoja- ja lepäilypaikkana, sekä biodiversiteetin ylläpitäjinä. Metsäsaarekkeet kuuluvat myös kohtaan C, joko on hieman keinotekoinen.

C: Suomessa: *Talousmetsän laiduntaminen on mahdollista mutta aihetta on toistaiseksi tutkittu vähän. Taimikonhoito eläinten laidunnuksen avulla onnistuu, kun laidunpainetta valvotaan ja kasvustoa havainnoidaan.*

Peltolaitumen ulottaminen reunametsään, puustoiselle vesistönsuojakaistalle ja karjan pääsy peltujen keskellä sijaitseville metsäsaarekkeille on normaali käytäntö useilla alueilla Suomessa.

Perinnebiotooppien ylläpitoon ja ennallistamiseen eläinten avulla kannustetaan valtiollisin tuin. Perinnebiotooppien heikentyminen on vähentänyt useiden eliölajien elinympäristöjä, ja perinnebiotooppilaidunnuksella pyritäänkin palauttamaan uhanalaisille eliöille lisääntymismahdollisuuksia ja habitaatteja.



Kuvat 7. ja 8. Lampaista erilaisissa puustoisissa ympäristöissä. Vasen suomalaisessa omenatarhassa (Iiris Mattila), oikea kirsikkapuiden alla Espanjassa (Michael den Herder).



Kuva 9. Naudat laiduntavat Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilán haassa. Alue hoidetaan Helmi-hankkeen tuella. Kuva Annika Michelson.

Puustoinen laidun karjanhoidollisesta näkökulmasta

Pellolla

(the Agroforestry Handbook - Pa-gella&Whistance)

Pensasaidanteiden, tuulensuojien ja puukaistojen avulla vähennetään karjan altistumista **tuulen aiheuttamalle kylmästressille**. Myös puuryhmät ja harvempaan puustoitettu laidun vähentävät tuulistressiä.

Toisaalta, Suomessa kotieläimet etsiytyvät kesäaikaan tuuliseen paikkaan, koska siellä on vähemmän hyttysiä ja paarmoja. Porojen liikkuminen teillä liittyy samaan ilmiöön: Avoimella, tuulisella paikalla hyönteisvaiva on vähäisempi. (Suom.huom.)

Täysikasvuiset puut tarjoavat parhaan varjon ja vähentävät **lämpöstressiä** eläimillä. Mikäli puita on hyvin harvassa yksittäin, on mahdollista että eläimet ryhmittyvät puiden alle ja tiivistävät maata, lanta kerääntyy näille paikoille ja tautien leviäminen lisääntyy. Kun istutuksia suunnitellaan lämpöstressin lieventämistä varten, huomioidaan ympäristössä paikat missä eläinten nähdään kokoontuvan (esimerkiksi lypsyn jälkeen, tien ylityksissä), ja varmistetaan että eläinten kerääntymispaikoille tulee riittävä määrä puita ryhmittymisen välttämiseksi.

Puustoinen laidun parantaa eläinten **luontaista lajinmukaista käyttäytymistä**. Karja käyttää hyvin suunniteltua puustoista laidunta tehokkaammin kuin avointa laidunta. Ne myös toimivat paremmin ryhmänä. Tämä johtuu osin siitä että puiden alle pääsee suojaan ja piiloon, osin siitä että puustolaitumella on vähemmän eläinten välistä kilpailua varjopaikoista ja siksi vähemmän stressiä. Siitä johtuen sosiaaliset suhteet paranevat puustolaitumella.

Täysikasvuisten puiden rungot ovat hyviä kyhnyttypuita. Kaikille karjaeläimille päivittäinen turkinhoito on tärkeää. Puiden kyhnyttäminen irrottaa kuollutta ihoa ja irtokarvaa. Myös siipikarja sukii itseään mieluummin puuston varjossa kuin avoimella maalla.

Jos puustoista laidunta suunnitellaan ympärivuotiseen laiduntamiseen, ovat suojakaistat ja kujanepuusto tehokkaampi suoja talven kylmyyttä ja tuulta vastaan kuin avoimen laitumen tasainen puustoittaminen.

Suojakaistat ja pensasaidat vähentävät tutkitusti ammoniakkipäästöjä siipikarja- ja sikatiloilla, kun ne on sijoitettu tuulen alapuolelle suhteessa maatilán rakennuksiin: 10 m leveät puukaistat vähentävät ammoniakkipäästöjä n.53%.

Metsässä (koonnut Iiris Mattila)

Puustoisien laitumen käyttöä voidaan havainnoida kolmesta eri näkökulmasta:

- 1) puuston kasvu ja uudistuminen,
- 2) puuston alla kasvavan laidunkasvuston monimuotoisuus ja tuottavuus, sekä
- 3) eläinten hyvinvointi, joka näkyy sekä eläimen tuotoksessa että terveydessä.

Laidunsuunnitelmassa on päätettävä metsänhoidollinen tavoite, huomioitava alueen rehtarjonta sekä eläinten laiduntamistapa (taulukko 4., Laamanen 2010), jotta voidaan ennakoita laidunnuksen vaikutuksia metsään.

Eläinmäärä vaikuttaa laiduntamisaikaan, kuten myös laidunlohkon koko. Tilannetaajuuden laidunnuksen perusteita käsitellään BSAG:n tuottamassa Laidunoppaassa (Mattila&Saarinen

2020), sekä HAMK:n opinnäytetyössä (Sammalistonaho 2022). Laidunnuksen vaikutuksia on seurattava ja aitojen kuntoa (myös sähköistystä) tarkastettava säännöllisesti. Tallaus voi tiivistää maata niin että taimet eivät pääse juurtumaan (Mayle 1999), karja voi maistella taimia ja vahingoittaa niitä jos taimensyönti on mittavaa. Toisaalta laiduntajien maata paljastava ja heinikon varjostusta vähentävä vaikutus voi olla taimettumiselle hyvä.

Suomessa on positiivisia kokemuksia eläimistä taimikonhoitajina sekä taloudellisesta (säästöt), ekologisesta (monimuotoisuus, metsän kasvu) että eläinten hyvinvointinäkökulmasta (*Kulttuurinurkka: Millolan tila – Laiduntavat naudat tuottavat monimuotoisuutta ja voivat hyvin. SEKÄ Kulttuurinurkka: Vaahermäen tila – Monipuolista luonnonhoitoa ja talousmetsän laidunnusta Itä-Savossa.*).

Suomalaisessa metsäisessä luonnossa on kuitenkin huomioitava petoeläimet ja hyönteiset, jotka voivat vaikuttaa eläinten hyvinvointiin negatiivisesti.

Taulukko 4. Erilaisten suurten kasvinsyöjien laidunnustapoja, rehuksveja, sekä vaikutuksia elinympäristöön puustoisella laitumella. Koostettu Armstrong (1996) ja Mayle (1999) julkaisussa Woodland Grazing Toolkit (Sumsion&Pollock 2005) Brittein saarten oloihin

.Laji	Laidunnustapa	Valikoivuus	Pienin laitumen syöntikorkeus	Mieluisin ravinto	Vuodenajan mukainen kausivaihtelu
Naudat	<p>Massa/bulkki-laiduntaja</p> <p>Tarvitsee suuria määriä rehua. Repii pitkää kasvillisuutta. Märehtijät laiduntavat 60% päivän ajasta.</p>	Vähäinen	>6 cm	<p>HYVÄLAATUISET RUOHOT, röllit, nadat</p> <p><i>Huonolaatuiset ruohot: sarat, (siniheinä, jäkki) kanerva</i></p> <p>Syö todennäköisemmin huonolaatuista kasvustoa (sarat, kanervat) kuin lampaat.</p>	Vähäinen
Hevoset&ponit	<p>Massa/bulkki-laiduntaja</p> <p>Leikkaa kasvuston läheltä maata. Ei-märehtijä. Laiduntaa n. 75-88% päivästä.</p>	Merkittävä	2cm	<p>Röllit ja nadat</p> <p><i>Kanerva, varvut, sarat, kaislat, saniaiset.</i></p> <p>Yleensä valikoivat helposti sulavaa ruokaa, jopa lyhyttä kasvustoa.</p> <p>Alkuperäisrodut ottavat myös karkeampaa heinää.</p>	Runsas vaihtelu
Lampaat	<p>Valikoiva laiduntaja</p> <p>Yleensä laiduntaja enemmän kuin maistelijä. Leikkaa kasvuston läheltä maata.</p>	Hyvin merkittävä	3 cm	<p>Hyvälaatuiset heinät ja kukat</p> <p><i>Kanerva ja karkeat ruohovartiset.</i></p>	Runsas vaihtelu
Vuohet	Valikoiva maistelijä	Merkittävä	>6cm	<p>Hyvälaatuiset ruohovartiset, sarat, kaislat, pienikokoinen pensasto</p> <p><i>Sananjalat, karkeammat ruohot, sarat ja kaislat.</i></p>	Runsas vaihtelu

Taulukko 4. Erilaisten suurten kasvinsyöjien laidunnustapoja, .. jatkoa edelliseltä sivulta

.Laji	Laidunnustapa	Valikoivuus	Pienin laitumen syöntikorkeus	Mieluisin ravinto	Vuodenajan mukainen kausivaihtelu
Siat	Sekasyöjä Syö selkärangattomia, juurimukuloita, sieniä, hedelmiä, siemeniä, ruohovartisia ja raatoja.	Vähäinen	Kaikki, myös maan alta	MERKITTÄVÄ vähäinen Mikä vaan maistuva	Vähäinen Hedelmät ja siemenet (erityisesti tammenterhot) syksyllä.

Karjaeläimet laiduntavat hieman eri tavoin (Laamanen 2010):

“Lammas on valikoiva ruokansa suhteen ja syö mieluummin ruohoja kuin heiniä, mutta tehokkaasti vesakoita sekä ongelmalajeja kuten mesiangervoa, koiranputkea ja vadelmaa (Virolainen, Tuominen, Lauren

2004, 128–129). Lampaat ovat hyviä kuivien ja vähätuottoisten alueiden laiduntajia, sillä niiden jäljiltä jää syömättä rehevää itävää kasvimassaa. Nekuutenkin syövät myös lehdeksiä ja jopa lepän lehtiä. (Heikkilä, Borg, Tarvainen 1996) Varsinkin vanhat uuhet osaavat kävellä vesojen yli niin että vesat taipuvat syömäkorkeuteen (Korpilo 997)(Sairanen, S., Sormunen-Cristian, R.1995). Nauta soveltuu kaikenlaisille alueille, mutta ei tehoa vesakoihin ja jättää kasvuston pidemmäksi kuin lammas tai hevonen (Huuskonen 2006, 8). Vuohi taas syö aivan kaiken ja on kekseliäs”

[Joitain ohjeita ja kokemuksia Yhdysvalloista ja Brittein saarilta – inspiraatioksi, kokeiluun, sovellettavaksi, pohdittavaksi](#)

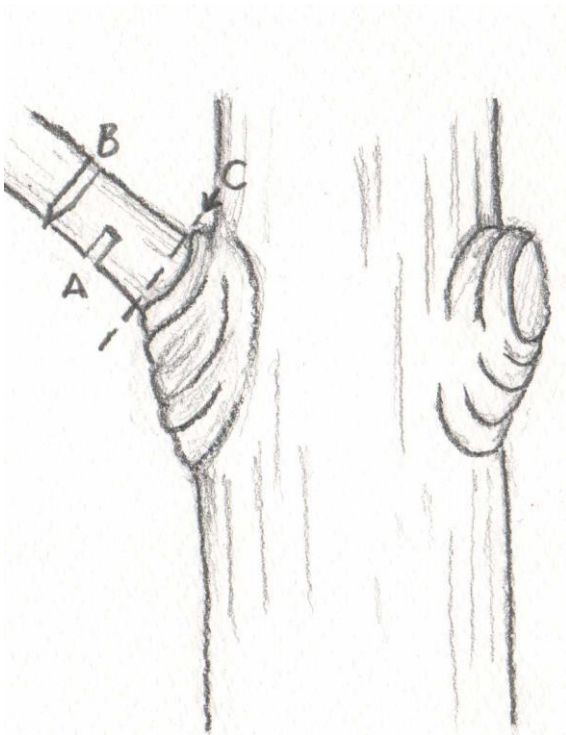
Yhdysvalloissa tehty kokoomatutkimus havainnollistaa, että viljelijät luovat puustoisesta laitumen mieluummin metsään kuin istuttavat laitumelle

puita, koska perustamiskustannukset jälkimmäisessä ovat merkittävästi korkeammat (Smith ym.2022). Kokoomatutkimuksen kyselyselvitys näytti että viljelijät perustavat puustoisia laitumia kuudella eri tavalla:

- 1) Puita harvennetaan olemassaolevalla puuplantaasilla
- 2) Puita harvennetaan olemassaolevassa istutusmetsässä tai luonnonmetsässä
- 3) Puita harvennetaan laitumen reunametsässä
- 4) Puita istutetaan pellolle tai laitumelle
- 5) Laiduntavat eläimet viedään olemassaolevaan hedelmätarhaan
- 6) Laiduntavat eläimet viedään olemassaolevalle savannille

Amerikassa viljelijät kylvivät yleisesti puustoiselle alueelle laidunnurmiseoksen (Hamilton, toim, 2008). Olemassaolevan metsän muuttaminen laitumeksi aloitetaan sopivalla harventamisella, mikä tuo laidunnurmelle optimaaliset valo-olosuhteet, minkä jälkeen maaperää saatetaan muokata ja lannoittaa kylvön onnistumiseksi. Taimia suositellaan istutettavaksi aluksi tiheään (4-6 x toivottu korjuukypsän metsän tiheys). Laitumen nurmen vuoksi latvustoa harvennetaan 25-60% peittävyteen kun puut kasvavat.

Perusoletus amerikkalaisilla puu-laidun -viljelmillä on, että puita pystykarsitaan hyvälaatuisen sahatavaran aikaansaamiseksi: Karsinta aloitetaan puiden ollessa 4,6-6 m (15-20 jalkaa) korkeita ja läpimitta saavuttaa 12,7 cm (5 tuumaa) 15,2 cm (6 tuuman) korkeudella. Karsinta poistaa kaikki oksat >10 cm (>4 tuumaa) läpimittaisesta rungosta, kuitenkin niin että elävää latvaa jätetään vähintään 30% puun kokonaispituudesta. Karsintaa jatketaan kunnes puu saavuttaa toivotun korkeuden. Paras karsinta-aika on puun ollessa levossa, eli talvella, tai hyvin varhain keväällä ennen aktiivisen kasvun alkua. Eräs esimerkki mäntymetsän hoitotavoista karjan laidun-nympäristönä on koottu taulukkoon 5.



Kuva 10. Miten karsitaan? Oksa leikataan oksankauluksen ulkopuolelta. Kuoren repeämien estämiseksi leikataan ensin avaus oksan alapuolelta (A), sitten katkaistaan oksa hiukan etämmältä (B), lopuksi katkaistaan oksan tynkä kauluksen vierestä (C). Piirros Iiris Mattila

Taulukko 5. *Mäntymetsän* hoito metsälaitumena (Hamilton, toim. 2008) Yhdysvalloissa

Puiden sijoittelu	Puiden tiheys	Kokemus Yhdysvalloissa
Yksittäiset rivit, joiden välissä laidun	Puiden etäisyys toisistaan: 2,5-3,5 m rivissä 5-9 m rivivälissä	Rivivälin kaventuessa konetyö vaikeutuu ja laitumen kasvu heikentyy
Tuplarivit, joiden välissä laidun	Puiden etäisyys toisistaan rivissä, ja tuplarivien etäisyys toisistaan 2,5-3 m Rivivälien leveys suunnitellaan laitumen ja puustonhoidon koneistuksen mukaan.	Toimiva järjestelmä, kun puut ovat kasvussa.
Useita rivejä, joiden välissä leveämpi laidunkaista	Puiden etäisyys 2,5m x 3m tai 3m x 3m Laidunkaistan leveys 6-12 m	Joidenkin mielestä helpottaa sekä laitumen että puuston hoitoa.
Kolmi-neliriviset puukujat, joiden välissä laidunkaista		Puurivien keskimmaisiet puut kasvavat ohuempina ja ovat heikompilaatuisia ravinnekilpailun vuoksi
Block planting - ryhmäistutukset	Puut istutettu tasavälein esimerkiksi 3,5m x 3,5m tai 4,5m x 4,5m)	Joidenkin mielestä suosii puuntuotantoa. Pystykarsinta ja harvennukset on tehtävä ajoissa jotta laidunnurmi kasvaa hyvin.
Rehun-/heinänteko		Alkuvuosina (ensimmäiset 2-4 vuotta istutuksesta) voidaan riviväleistä tehdä heinää/rehua. Rivivälit suunnitellaan koneistuksen mukaan.

Irlannissa on koottu metsälaidunnuksen tueksi tutkimusta ja kokemuksia tietokorttiin **Domestic Stock Grazing to Enhance Woodland Biodiversity** (Mayle 1999). Tässä pyritään historiallisen maiseman ja luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseen ja ennallistamiseen laidunnuksen avulla. Tietokortti käsittelee erilaisten eläinten laidunnusvaikutuksia metsän eri eliöryhmiin ja niiden monimuotoisuuteen, metsän kasvuun ja uudistumiseen. Esitetään myös suositeltuja eläintehyksiä ja laidunnuksessa huomioitavia teknisiä asioita (aitaus, vesi, eläinten käytös, lauman koko, rodut jne.)

Skotlannin oloihin tuotettu **Woodland Grazing Toolkit** (Sumsion & Pollock 2005) käsittelee alueen metsien ja karjanhoidon nykytilaa: Ylilaidunnus on johtanut metsien häviämiseen. Skotlannissa laajaperäinen laidunnus on yleinen tapa. Työkalulaatikko on suunniteltu metsäalueiden monimuotoisuuden ylläpitoon ja ennallistamiseen, yksittäisten lajien tai lajiryhmien hoitoon, taimikon uudistumisen edistämiseen sekä monitoroinnin kehittämiseen. Metsän kasvusta ei julkaisussa puhuta.

Woodland Grazing Toolbox (<https://forestry.gov.scot/woodland-grazing-toolbox>) on lyhyempi versio metsälaitumen suunnitteluun skotlantilaisissa ympäristöissä. Työkalu sopii metsänhoitoon ja laiduntamiseen jo tutustuneille ihmisille. Arvioidaan laidunnettavan metsän ominaisuuksia, sitten laiduntamiseen liittyviä rajoitusta tai tavoitetta. Työkalu olettaa että käyttäjällä on kokemusta metsästä ja eläimistä, tarkoitus on auttaa hahmottamaan omat resurssit ja käyttää niitä toivotun tuloksen saavuttamiseen.



Kuvat 11.1, 11.2 ja 11.3: Lampaat hyötyvät pensasaidanteen suojasta Irlannin Corkissa. Kuvat Maureen Kilgore.

Kulttuurinurkka: Millolan tila

- Laiduntavat naudat tuottavat monimuotoisuutta ja voivat hyvin.



Kuva 12. Anu Juurakko ja Mikko Leikola, Millolan tila. Kuva Anu Juurakko.

Lohjan Saukolassa sijaitsee Millolan tila, jonka viljelijät Anu Juurakko ja Mikko Leikola hoitavat Mikon sukutilaa ja laiduntavat hereford-karjaa. "Tilannetajuisesti", he toteavat. Ympäristön kunnioitus ja eläinten hyvinvointi ovat Millolassa tärkeitä arvoja. Tila on mukana BSAG Carbon Action hiiliviljelyprojektissa yhtenä koetilana. Millolan tilan metsät ovat FSC® -sertifioitu.

Mikon suku on asunut tilalla vuodesta 1890. Edellisen sukupolven lehmät lähtivät tilalta 60-luvulla, ja nykyisen järjestelmän tähdet, emolehvät, palasivat maisemaan 90-luvulla. Pariskunta on kehittänyt tilan toimintaa sukupolvenvaihdon jälkeen nyt 15 vuotta.



Kuva 13. Mikko Leikola: Kuvan metsä on luontaisesti uudistunut koivikko vuoden 1995 päätehakkuun jälkeen. Aukea on kulotettu keväällä 1996 ja raivattu kerran raivaussahalla. Muun taimikonhoidon ovat hoitaneet naudat. Harvennushakkuu on tehty kesällä 2022.

Metsälaidunnuksen perintö

Metsälaidunnus on kuulunut luonnollisena osana eläinten hoitoon edellisillä sukupolvilla, ja toiminta jatkuu luontevasti nykyisen isäntäparin työssä. Metsät ympäröivät tilan peltoja.

Peltojen väliset metsäsaarekkeet ovat heikompiuuttoista metsämaata mutta oivallista karjan käyskentelyaluetta. Tilan metsien FSC-suojeluala (5% metsäalasta) sopii hyvin metsälaidunnukseen.

Millolassa on käytetty eläimiä myös taimikonhoitoon, muun muassa nyt 15-vuotiaassa koivikossa. Koivikon päätehakkuun jälkeen, eli 15 vuotta sitten, eläimiä käytettiin siistimään taimikkoa heinistä.

“Läpilaidunnuksella metsää hoidetaan – aika on avain.” Mikko tiivistää kokemuksiaan. Eläinten ei pidä antaa olla taimikossa liian kauaa, koska “Ne ovat vähän niinkuin me ihmisetkin – tai mikä vaan muu laji – että ensin syödään se maistuvin mitä löydetään.” Mikon mukaan ensin menee heinä, sitten pajut. Jos alkaa näkyä kuusentaimien vaurioita, on syytä siirtää eläimet laitumelta pois. Alueen koivikko on nyt hyvässä kasvussa.

“Karja pääsee suojaan metsään, ja se saa toteuttaa luontaista käyttäytymistään. Petoeläimistä ei tässä mallissa ole haittaa”, he kertovat. Yksittäisiä vasikan kuolemia sattuu, kuten sattuisi sisäruokinnassakin, mutta lähtökohtaisesti alueen ilvekset karttavat suurta karjalaumaa. Metsäaidat eivät pitele kau-
riseläimiä, jotka jouhevasti loikkivat niiden yli. Hirvet kulkevat rymisten aitojen läpi toisinaan. Muuten Anu ja Mikko vaikuttavat hyvin tyytyväisiltä metsälaitumen toimintaan.



Kuva 14: “Savijärven niityllä”, kuva: Mikko Leikola

Niittyjen laiduntamisella monimuotoisuutta

Peltoja rajautuu myös Savijärven tulvaniittyihin, joiden ravinnekuormaa kevennetään laidunnuksella. “ELY-keskuksen epäilyt lintujen häiriintymisestä pesintäaikaan osoittautuivat turhiksi”, isäntä kertoo. “Eihän se lehmä mikään Mikki-Hiiri ole”, Mikko tokaisee. “Siis että mättähältä mättähälle se ei käy.” Ja linnut kun pyrkivät laittamaan pesänsä mättäälle, nimenomaan. Ajan myötä lintujen määrä on laidun-
nuksen seurauksena vain lisääntynyt

Kulttuurinurkka: Vaahermäen tila

– Monipuolista luonnonhoitoa ja talousmetsän laidunnusta Itä-Savossa
Ulkomailta inspiiraatiota hakenut Vaahermäen tilan isäntäväki on hoitanut itäsavolaista talousmetsää lammaslaujoin jo vuosia. Tilan eläinoperaatio tuottaa lammaslomia, lihaa, metsänkasvua, maisemanhoitoa ja luonnon monimuotoisuutta. Tilan isäntä Otto Makkonen kertoo ensisijaiseksi tavoitteekseen eläinten hyvinvoinnin, mutta kokee myös että laiduntavan lauman tarjoama heinätorjuntapalvelu on erinomainen taimikonhoidon väline.

Laidunnuksen historiaa ja metsänhoidon tätä päivää

Tilan metsiä on jo 1800-luvun loppupuolelta alkaen laidunnettu, aina kulloinkin vallitsevan eläinlajin mukaan. Tilan laidunnushistoriaan mahtuu muun muassa lemmiä ja lampaita. Tämän hetkinen laiduntaja on suomenlammas. Metsissä kulkeneet laumat ovat ajan kuluessa muodostaneet polkuverkostoja, joita muutkin metsien kulkijat, marjastajat ja sienestäjät, käyttävät mielellään.

Sukupolvenvaihdos tilalla tehtiin vuonna 2005, minkä jälkeen Makkonen on perheineen kehittänyt talousmetsän laidunnusrutiinia. Tällä hetkellä tilalla on metsää noin 160 ha, josta laidunnuksen alaista metsää on noin 100 ha. Tästä noin 20 ha on perinnebiotooppisopimuksin hoidettua maisemaa.

- Metsämme ovat reheviä maita. Taimien heinittyminen on ongelma, jota lapsuudessani ratkottiin käsitöinä perheen voimin. Halusin muuttaa tätä kesänviettotapaa, ja huomasin lampaat erinomaisiksi heinijöiksi, Makkonen kertoo.

Tilan metsistä puolet on kuusikkoa, 10-15% mäntykangasta ja sekametsää. n.30%. Puuston kehitystä pyritään ohjaamaan kohti sekametsää. Metsät hakataan pieninä aukkoina, joihin perustettava taimikko saa ensimmäisen vuoden olla lampailta vapaa. Toisena vuonna lampaat jo päästetään heinätorjuntaan. Vesistöt ja lammenrannat, jotka ovat luonnostaan jatkuvan kasvatuksen piirissä – siis vesistön-suojavyöhykkeinä joita ei avohakata – laidunnetaan myös.

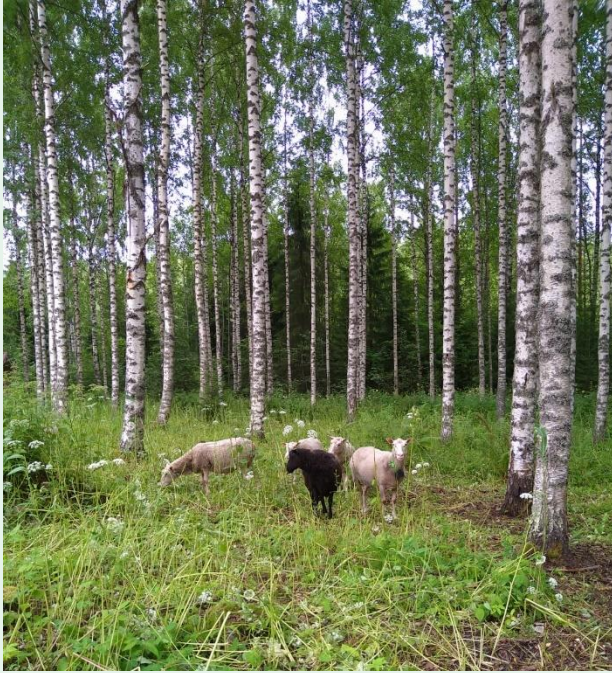
Laidunnuskäytäntöjä tilalla

Tilalla on noin 200 suomenlammasta. Lammaskoira auttaa eläinten hoidossa, ja työt tehdään pääasiassa oman perheen voimin

Karitsat laiduntavat pelloilla, vasta karitsoistaan vierotetut emot viedään reheville metsäalueille, joutilasuuheet joutuvat köyhemmille metsälohkoille. Vuodessa puolet uuhista karitsoi ja puolet pidetään ”reservissä”. Laumojen muodostetaan luontevasti niin, että vanhempia uuhia on myös nuorten laumoissa ”näyttämässä mallia” ja jouhevoittamassa lauman toimintaa.

Osa laitumista on sijoitettu vain metsään. Osa on peltolaitumia, joista on kuitenkin aina pääsy puuston suojaan – metsänreunaan, metsäsaarekkeeseen jne. Osa on pääasiassa metsälaidunta, josta on kuitenkin myös pääsy pellolle. Ravinnesiirtymä on Makkosen mukaan usein pellolta metsään päin. Joitain alueita hoidetaan paimen-koira-lauma -menetelmällä ilman aitaamista: Esimerkiksi koneilla saavuttamattomat rantakohteet tai pienet erityiset maisema-alueet voidaan käydä hoitamassa päivän keikalla paimenkoiran avulla. Pensoittumisen estoa ja vieraslajitorjuntaa on harjoitettu näin.

Viljelijöiden pääasiallinen tavoite on eläinten hyvinvointi. Puuston suoja mahdollistaa eläinten lajinmukaisen käytöksen. Myös eläinten hoitajan hyvinvointi liittyy tähän kokonaisvaltaiseen luonnon- ja eläin-tenhoitoprosessiin. Luonnon monimuotoisuusvaikutukset ja muut laidunnuksen ympäristöhyödyt on Vaahermäessä selvästi tiedostettu, ja ne ovat päätöksenteossa ja suunnittelussa näkyvästi mukana.



Kuva 15. Vaahermäen lampaat laiduntavat metsää. Kuva Otto Makkonen.

Laidunpaine

Eläinten lukumäärä laumoissa vaihtelee tarpeen, ravintotarjonnan ja kohteen mukaan. Kesä-heinäkuussa laumojen koko vaihtelee 5-50 eläimeen. Maisemanhoitoon käytetään 5-20 eläintä ja metsälaidunnukseen 20-50 eläintä. Myös laitumella vietetty aika vaihtelee. Laitumen kuntoa seurataan silmämääräisesti ja lauman kokoa säädetään laitumen kasvun vuodenaikaisvaihtelun mukaan. Ylilaidunnusta vältetään etenkin syksyllä. Keväällä vähäinen alueellinen ylilaidunnus on Makkosen mukaan hyväksyttävää, koska luonnossa on runsaasti ravintoa eri muodoissa.

Metsälaidunnuksessa eläimet viipyvät lohkoilla 1-2 viikkoa / laidun. Laidunpainetta säädellään vaihtelemalla laidunkierron pituutta ja laitumen lepoaikaa. Syksyllä metsälaitumien kokoa kasvatetaan väliaitojen portteja aukomalla. Tämä yleensä tuplaa laidunlohkojen pinta-alat noin 60ha kokoon. Talven lampaat viettävät kylmäpihatossa, jossa olkikuivitus. Lauman koko talvella on 20-50 eläintä, riippuen eläimenkäyttötarkoituksesta. Karitsoivat uuhet noin 20 eläimen laumoissa ja muut noin 50 laumoissa.

Vahinkoriskit?

Otto Makkonen kertoo, että kanssaviljelijät ovat varovaisia kokeilemaan metsien laidunnusta, koska metsänomistajia pelottaa eläinten tapa järsiä ja kaluta puita. Lisäksi vanha tieto juurien tallausvahingoista, jotka johtavat puuston lahovikoihin, aiheuttavat metsälaidunnuksen karttelua. Hän itse ei ole havainnut lampaiden tuottavan vahinkoa puiden juuristolle eikä taimille. Laidunpaineen säätely on taimikonhoidossa tärkeää.

Makkonen jakaa omat kokemuksensa kaluamisesta käytännön havaintoina kolmeen osaan:

1. opittu käytös

Edellisen sukupolven aikana havaittiin nuorten kuusten kaluamisvahinkoja metsässä. Tämä saattoi liittyä siihen, että talvisin lampaille annettiin kuusenlatvoja ulkotarhaan vitamiini-/hivenaineliseksi ja puuhaksi. Tapa saattoi jäädä lampaille päälle, vaikka hivenainepuutosta ei kesällä olisikaan ollut.

2. tylsistyminen

Nykyään kaluamista tapahtuu lähinnä lauman lepopaikkojen lähiympäristössä. ”Tämä johtunee joidenkin yksilöiden tylsistymisestä. Vahtivuorossa saattaa olla tylsää ja muun lauman levätessä ei ole seuraakaan, joten eläin täyttää muodostuneen toimintatyhjiön järkevästi puita.”

3. puutostila

Vitamiinien ja hivenaineiden puutostilat aiheuttavat puiden kaluamista.

Ympäristöhoito ja yhteisöllisyys

Lammaslaumojen käyttö maisemanhoidossa ja lomapalveluna on herättänyt myös julkistahojen kiinnostusta. Toistaiseksi pienimuotoisena mutta heräilevänä yhteistyönä Makkoset ovat mm. luoneet kunnan matkailukohteeseen laidunloman, sekä hoitaneet kunnan perinnemaisemaa ja luonnonhoitokohteita keikkatyönä lauman ja koiran kanssa.

Perinnebiotooppien hoidossa Makkoset ovat tehneet paljon yhteistyötä aiheesta kiinnostuneiden kanssa, ja verkosto on laaja. Talousmetsän laiduntamisessa he ovat tienraivaajia. Vaahermäen tila näyttää inspiroivaa esimerkkiä taloudellisesti kannattavasta puustoisesta maataloudesta, jossa tulevat yhteen eläinten hyvinvointi, luonnonhoito ja kokonaisvaltainen viljelijäisyys.



Kuva 16. Vaahermäen tila. Kuva Otto Makkonen.

Vaahermäen tila

<http://www.vaahermaki.com/>

Ruokaviraston laidunnusopas, laidunpaineesta ja luonnonhoidosta

<https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/oppaat-ja-esitteet/laidunnus.pdf>

Perinnebiotooppien hoitokortti 1 – laidunnus.

Perinnebiotoopit: puustoinen laidunnus suomalaisessa kulttuurissa. Miten perinnebiotoopit syntyivät (ja hävisivät)?

“Perinteisten maankäyttötapojen luomat perinnetilaisemat voidaan jakaa pääasiassa niitto- ja laiduntalouden muovaamiin luonnonympäristöihin eli perinnebiotooppeihin sekä näihin ynnä muuhun perinteiseen kulttuuriin liittyviin rakennettuihin perinnetilaisemiin. Avoimia perinnebiotooppeja ovat erilaiset niityt ja nummet, puustoisia ovat lehdesniityt, hakamaat ja metsälaitumet. Hakamaat ja metsälaitumet ovat aina olleet ensisijaisesti karjan laidunmaita. Lehdesniityt puolestaan ovat nimensä mukaisesti ensisijaisesti niitetyjä heinämaita, joilla myös puustoa on käytetty talvirehun keräämiseen.” (SYKE 2003)

Ihmisen ja eläimen muovaama ympäristö loi habitatin monenlaisille kasveille, hyönteisille, maaperäeliöille, nisäkkäille ja linnuille. Puustoisella laitumella yhdistyivät niityn ja metsän elinympäristöt, ja niille kehittyi hyvin rikas ja runsas eliölaajisto. Nykyisin perinnebiotooppien taantuminen herättää huolta niiden ylläpitämisen elonkirjon vähenemisestä. Tämä on johtanut erilaisiin perinnebiotooppien laidunnusta kannustaviin tuki- ja tutkimusohjelmiin.

Perinnebiotooppien taantuma alkoi jo 1880-luvulla, kun viljelijöitä alettiin kouluttaa uusiin maatalouden käytäntöihin ja maataloutta alettiin valtion taholta tehostaa. Niittyjä raivattiin pelloiksi. Peltoala kaksinkertaistui mutta niitynpinta-ala väheni yli puolella vuosina 1880–1920. Keinolannoitteiden yleistymisen ja maatalouden koneellistumisen vähensivät perinnebiotooppien käyttöä perinteiseen tapaan. Vielä 1960-luvun lopulla niityt sekä luonnonlaitumet olivat silti vielä melko tervallisia.

Niityt vähenivät nopeammin kuin metsälaitumet ja hakamaat. Työläimmät perinteiset toimintatavat, kuten lehdesten teko ja kevätsiivous lehdesniityillä sekä nummien kulutus, loppuivat lähes kokonaan jo 1940–1950-luvuilla. Metsälaitumien vähenemiseen suurin syy oli maa- ja metsätalouden erottaminen toisistaan.

https://www.ymparisto.fi/fi-fi/luonto/luontotyypit/luontotyypien_uhanalaisuus/Perinnebiotoopit/Maatalouden_muutokset_ja_perinnebiotooppien_vaheneminen

Tunnistaminen, ennallistaminen ja hoito
Pitkään hoitamatta jääneet perinnebiotoopit voidaan tunnistaa, ja niiden ennallistamiseen on erilaisia menetelmiä. Metsittyneiden hakamaiden ja käyttämättä jääneiden metsälaitumien tunnistaminen talousmetsästä voi kuitenkin olla hankalaa. Pelloksi raivattujen niityjen palauttaminen luonnonniityiksi on haastavaa ja työlästä. Tästä syystä tarjolla on sekä neuvontaa että taloudellista tukea tunnistamiseen, ennallistamiseen ja hoitoon.

Perinnebiotooppien ennallistaminen aloitetaan yleensä kunnostusraivauksella, mitä seuraa jatkuva, vuosittain toistettava hoito. Jatkuva hoito on laidunnusta ja niittoa, jotka ovat toisiaan täydentäviä menetelmiä. Hoidon lähtökohtana tulisi olla alueen oma historia, kohteen erityisluonne ja käytettävissä olevat resurssit.

Liitteen 3 ”Perinnebiotoopit” taulukkoon 1. on koottu perinnebiotooppien tyypillisiä ominaisuuksia, historiaa ja ekologiaa. Liitteen 3 ”Perinnebiotoopit” taulukkoon 2. on kerätty puustoisten perinnebiotooppien tunnistaminen, historia sekä hoidon ja ennallistamisen periaatteet. Taulukot on koostanut Jenni Parviainen.

Neuvontaa ja resursseja perinnebiotooppien ennallistamiseen ja hoitoon

Monimuotoisuuden lisäämiseen ja ylläpitoon on monia keinoja, ja neuvontapalveluja näihin liittyen saa seuraavasti:

- Neuvo 2022 ja 2027- järjestelmistä ja järjestelmään kuuluvilta ympäristöneuvojilta (ProAgria ja yksityiset neuvojat). Nämä mahdollistavat sekä maastossa tapahtuvan neuvonnan että ympäristösopimuksen liitteeksi tarvittavan suunnitelman teon.

- Maa- ja kotitalousnaisten (MKN) maisemapalvelusta saa neuvontaa.

- Metsähallituksella on neuvontaa omien kohteidensa hoitoon.
- Paikallinen ELY-keskus neuvoo.
- Helmi -ohjelma on antanut neuvontaa ja kunnostanut yksityisten maanomistajien aloja sekä yksityisten luonnonsuojelualueiden kohteita.
- Metsähallituksen Luontopalvelut tekevät työtä suojelualueiden perinnebiotooppikohteiden parissa. Pääosin toimitaan valtion kohteilla, mutta myös yksityisten suojelualueiden kohteilla, ELY-keskusten kanssa sovitun työnjaon mukaisesti.

(Lähde: Auli Hirvonen, *ProAgria&Maa- ja kotitalousnaiset*, 1.12.2022, Katja Raatikainen, *Metsähallitus*, 7.12.2022)

- Ruokavirasto ylläpitää selkeää materiaalia perinnebiotooppien hoidosta, ennallistettavien alueiden tunnistamisesta, suunnittelusta, asiantuntija-avun löytämisestä sekä niihin liittyvistä maataloustuista. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/maatalousluonnon-monimuotoisuuden-opaat/>
- Erinomainen, vaikka hieman vanhempi, resurssi luonnonsuojelualueiden näkökulmiin ja käytäntöihin löytyy **Suomen Ympäristökeskuksen** julkaisusarjasta **Perinnebiotooppien hoidon ohjevikokset** (2003).

1. Avoimet perinnebiotoopit
2. Puustoiset perinnebiotoopit
3. Perinnebiotooppien hoidon suunnittelu ja rahoitus

4. Perinnebiotooppien hoitomenetelmät ja -kustannukset



Kuva 17. Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilan haka. Aluetta hoidetaan Helmi-hankkeen tuella. Kuvat Annika Michelson HAMK, Mustiala.

Ohjevikosissa käsitellään perinnebiotooppien syntyä, taantumista, ennallistamista, hoitoa, monimuotoisuutta ja sen ylläpitoa eri menetelmin sekä menetelmiä vertaillen. Myös hoitokustannuksia on hahmoteltu. Ohjevikokset löytyvät toistaiseksi internetistä (ks. kirjallisuuslistaus).

Valtakunnalliset perinnebiotooppien arvioinnit

Perinnebiotooppeja on inventoitu valtakunnallisesti 1990-luvulla, ja uudestaan 2019-2022 ELY-keskusten, Metsähallituksen, Ympäristöministeriön ja Suomen ympäristökeskuksen yhteistyönä. Kaikki maastosta kerätty tieto on luvattu tallennettua Metsähallituksen ylläpitämään ja ympäristöhallinnon käytössä olevaan paikkatietojärjestelmään. Maanomistaja saa omien maidensa tiedot mm. kysymällä alueen ELY-keskuksesta.

Inventoidut, arvokkaat kohteet luokitellaan kolmeen pääluokkaan: valtakunnallisesti, maakunnallisesti tai paikallisesti arvokkaiksi. Kunnostuskelpoisiksi luokitellaan jo pahoin heikentyneet kohteet, joilla kuitenkin on edelleen jäljellä perinnebiotooppien piirteitä ja lajistoa. Näitä kohteita voidaan kunnostaa Helmi-elinympäristöohjelmassa. (SYKE <https://www.ymparisto.fi/perinnebiotooppieninventointi>)

Aluetieto yritetään parhaillaan saada myös Viljelijöiden käytössä olevaan Vipu-järjestelmään ja se tullaan tulevaisuudessa julkaisemaan Syken

avoimissa aineistoissa. (Lähde: Maarit Jokinen, SYKE 21.11.2022)

Perinnebiotooppien tukijärjestelmät Suorat tuet viljelijöille ja maisemanhoitajille

Maataloustuet, ympäristösopimus (VANHA CAP 2020): Maatalousluonnon monimuotoisuus ja maiseman hoito

Tukea myönnetään peruskohteille 450 €/ ha / vuosi. Jos hoitokohde on arvokas ja inventoitu arvoluokkaan "maakunnallisesti arvokas" tai "valtakunnallisesti arvokas", on tuki 600 €/ ha / vuosi. Sopimus on viisivuotinen ja sitä ei voi lopettaa kesken. Ensi vuonna (2023) on 10 euron korotus tukeen. Aitaamiseen tulee saamaan lisätukea samoin kuin peruskunnostusraivaukseen. Laidunus on ainoa hoitomuoto, jota tuetaan. (Lähde Auli Hirvonen ProAgraria, MKN, 1.12.2022)

Tarkista tilanne ajantasaisista ympäristötukioppaista.

ELY-keskus:

https://www.ely-keskus.fi/henkilöasiakkaan-palvelut/-/asset_publisher/vOJbUsQBRWx8/ptv/id/43377811

Korvausta perinnebiotoopin tai luonnonlaitumen alkuraivauksesta ja aitaamisesta voi hakea paikallisesta ELY-keskuksesta viljelijöiden päätukihaun yhteydessä. Korvaukset maksetaan toteutuneiden kulujen mukaisesti, erillisen hakemuksen perusteella.

Lainaus sivustolta:

"Ei-tuotannollisen investoinnin korvauksella kunnostat kunnostuskelpoisia perinnebiotooppeja ja luonnonlaitumia, joilla on monipuolisen kasvillisuuden ja eläimistön elinympäristöjä, pitkäaikaiseen maankäyttöön liittyvää maaseudun kulttuuriperintöä tai maisemallisia arvoja. Investointia tarvitaan kohteilla, joilla ylläpitävän hoidon onnistuminen edellyttää kunnostustoimenpiteitä ennen hoidon aloittamista.

Investointi on toteutettava kahden vuoden kuluessa siitä, kun päätös korvauksen myöntämisestä on tehty.

Ei-tuotannollisten investointien korvausta voidaan maksaa enintään 3 hehtaaria tai sitä pienemmille kohteille enintään 1862 euroa hehtaaria kohden. Yli 3 hehtaarin ja enintään 10 hehtaarin kohteille tukea voidaan maksaa enintään 1108 euroa hehtaaria kohden. Yli 10 hehtaarin kohteissa tukea voidaan maksaa enintään 754 euroa hehtaaria kohden.

Korvausta maksetaan koko maassa."

Luonnon monimuotoisuuden ennallistamis- ja suojeluohjelmat

Helmi-elinympäristöohjelma rahoittaa muun muassa perinnebiotooppien ennallistamista ja ylläpitoa.

*"Ympäristöministeriön käynnistämän Helmi-ohjelman suunnitteluun ja toteutukseen osallistuvat useat organisaatiot. Ohjelman suunnittelusta vastaavat ympäristöministeriön ohella maa- ja metsätalousministeriö, Metsähallituksen Luontopalvelut, ELY-keskus, Suomen Metsäkeskus, Suomen Riistakeskus, Suomen ympäristökeskus ja Luonnonvarakeskus. **Kunnat toteuttavat Helmi-töitä Kunta-Helmi-ohjelman kautta, ja eri järjestöt ja organisaatiot toteuttavat alueilla erilaisia kunnostushankkeita yhteistyössä ELY-keskusten ja maanomistajien kanssa.**"*

Suomen Ympäristökeskus <https://www.ymparisto.fi/helmiohjelma>

"Helmi-ohjelman tavoitteena on kunnostaa vuoden 2023 loppuun mennessä 15 000 hehtaaria perinnebiotooppeja. Hoitaminen ja kunnostaminen aloitetaan Natura 2000 -verkostoon kuuluvilla alueilla. ELY-keskukset kartoittavat arvokaimmat perinnebiotoopit vuosina 2019–2021. Hoito- ja kunnostuskohteet valitaan kartoitusten perusteella."

(Ympäristöministeriö <https://ym.fi/helmi/perinnebiotooppien-hoito>)

Kulttuurinurkka: Mustialan perinnemaisemat.

Annika Michelson, Hämeen ammattikorkeakoulu (20.2.2023)

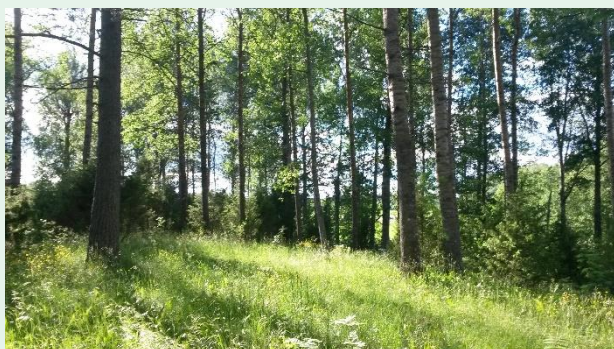
Mustialan valtakunnallisella maisema-alueella sijaitsee kulttuurihistoriallisesti arvokas, entiseen kunnikaankartanoon perustettu maatalousoppilaitos. Maatalousoppilaitoksen länsi- ja koillispuolella sijaitsevat komea historiallinen kokonaisuus, jossa on useita perinnebiotooppeja, muinaismuistoa sekä lukuisia huomionarvoisia kasveja. Kolme aluetta on otettu hoitoon osana Helmi-hanketta:

Vartiovuori (1.76ha) oli 1970-luvulla lammaslaidun.

Sepän laitumella (1,39ha) ja Kyttälännyppylällä (1.31ha) laidunnettiin omalla karjalla vielä 1990-luvun loppupuolella. 2000-luvulla alue vuokrattiin ja laidunnettiin lampailla.

Vartiovuorella on rehevöityneitä niittytyyppejä, kuten kalliokettoa, pienruohokettoa, tuoretta heinäniittyä ja metsälaidunta. Alueella on komeita vanhoja mäntyjä ja katajia. Alueella on huomionarvoista lajistoa, kuten keltamataraa, pölkkyruohoa, ketoneilikkaa ja tummatulikukkaa. Alueen länsipuoli on pahasti kasvanut umpeen lepällä. **Sepän laidun** on tuoretta heinäniittyä, hakamaata ja kettoa. Alueella on runsaasti merkkejä vanhasta asutuksesta, kuten vanha holvikellari ja vanhojen rakennuksien kivijalkoja. **Kyttälännyppylä** on edustava lehti puuhaka, jossa kasvaa kookkaita koivuja ja haapoja. Alueella on pylväskatajia ja runsaasti pystylahoa. Alueella on nähty liito-oravia ja valko-lehdokkia. Koivuilla on merkkejä tuohenotosta.

Alueet ovat rehevöityneitä, ja vaatii pitkäjänteistä hoitamista, jotta niiden niittymäinen luonto palautuisi.



Kuvat 18.-21. Mustialan opetusmaatilan perinnemaisemia. Kuvat Annika Michelson.



6. Metsämaanviljely



Luku 6. Sienten ja kasvien viljely metsässä

Michael den Herder, EFI

Metsämaan viljely (forest farming) hyödyntää metsän valo- ja kosteusolosuhteita tiettyjen arvokkaiden sienten ja kasvien kasvattamisessa. Suomalaisten kokemusten ja tutkimuksen mukaan metsässä voi viljellä laadukkaita raaka-aineita teollisuudelle ja vientiin, ja tällainen metsänkäyttö voi tuoda niin ympäristöhyötyjä kuin metsänomistajalle merkittäviä lisätulojakin.

Metsätalouden monipuolistaminen on mahdollisuus

Metsä peittää noin 78 % Suomen pinta-alasta, ja metsät ovat tärkeä osa suomalaista kulttuuria ja kansallista identiteettiä. Metsät ovat äärimmäisen tärkeitä biologiselle monimuotoisuudelle ja elämää tukevien ekosysteemipalveluiden, kuten puhtaan veden ja raikkaan ilman, ylläpitämiselle. Suomessa on noin 600 tuhatta metsänomistajaa. Parin viime vuosikymmenen ajan suurin osa Suomen metsistä on ollut talouskäytössä. Silti merkittäviä metsäalueita on edelleen hoitamatta, mikä johtuu pääasiassa metsänhoidon, kuten harventamisen, korkeista kustannuksista. Näistä varhaisista metsikönhototöistä ei välttämättä ole välitöntä hyötyä metsänomistajalle, mutta niistä olisi hyötyä tulevaisuuden metsikkökehityksen edistämisessä. Oikealla hoidolla jäljelle jääneet puut kasvavat paremmin harvennushakkuiden jälkeen ja tämä voi lisätä metsänomistajan tulevaa tuloa.

Tällä hetkellä puun ja energian kasvavan tarpeen myötä Suomen metsiä hoidetaan intensiivisemmin, ja vuonna 2021 Suomen maankäyttösektorista (maa-, metsätalous- ja muu maankäyttö) on tullut ensimmäistä kertaa kasvihuonekaasupäästöjen nettopäästäjä. Tämä johtui pääasiassa lisääntyneistä hakkuista, jotka ovat johtaneet metsien hiilensidonnan vähentymiseen ja metsien rakenteen ja ikäkoostumuksen muutoksiin. Suomalaiset metsävarat ovat kuitenkin edelleen tärkeä

hiilinielu, ja meidän onkin pohdittava tarkasti, miten metsiä voidaan hoitaa parhaalla tavalla, jotta ne varastoisivat jatkossakin suuria määriä hiiltä.

On myös tärkeää pohtia, miten metsänomistajat haluavat hoitaa omaa metsäänsä. Kaikki 600 tuhannesta metsänomistajasta eivät ole kiinnostuneita talousmetsänhoidosta, ja osa metsänomistajista saattaa olla kiinnostunut muusta metsänhoidosta, esimerkiksi heidän tavoitteenaan voi olla luonnon monimuotoisuuden, virkistys-, hyvinvointipalvelujen tai jopa ruoantuotannon lisääminen. Metsäluonnontuotteet (*“non-wood forest product”*) ovat olleet tärkeä osa suomalaista metsäperinnettä, ja useimmat suomalaiset perheet keräävät aktiivisesti metsän antimia, kuten marjoja ja sieniä. Suurin osa kerätyistä marjoista ja sienistä menee perheiden omaan kotitalouskäyttöön, mutta niitä myös myydään markkinoille tai viedään vientiin. Vuonna 2021 Suomesta vietiin noin 544 tuhatta kiloa sieniä ja 1,4 miljoonaa kiloa marjoja (Ruokavirasto 2022), nämä marjat ja sienet viedään pääosin raaka-aineina ilman paljon jatkojalostusta jalostetuiksi tuotteiksi, joilla olisi korkeampi lisäarvo.

Sienten viljely

Syötäviä ja lääkesieniä on useita lajeja, joiden tuotantoa metsässä voidaan lisätä aktiivisella viljelyllä. Tämä toisi lisätuloa metsänomistajille, joiden normaalista puunmyynnistä tai energiapuun myynnistä saadut tulot olisivat muuten melko vähäisiä. Lisäksi puuta lahottavien sienien viljelyä voidaan käyttää luonnollisena harvennusmenetelmänä, mikä säästäisi kaupallisen harvennustoiminnan kustannuksia.

Sienen viljely sopii melkein mihin tahansa metsään. Metsävarojemme optimaalisen käytön saavuttamiseksi ja ristiriidan rajoittamiseksi puuntuotannon kanssa (mitä myös tarvitsemme) sieniviljely sopisi kuitenkin erityisesti matalatuottoisiin metsiin, joita ei käytetä kaupalliseen puuntuotantoon.

Matalatuottoisia koivikkoja on Suomessa runsaasti. Pakurin viljelyä voi olla vaikea yhdistää intensiivisesti hoidettuihin ja tuottavimpiin raudus-

koivikoihin (*Betula pendula*), mutta matalatuottoisissa hieskoivumetsiköissä (*B. pubescens*) se olisi mahdollisuus ansaita lisätuloa (Miina ym. 2021).

Ekologisen tuotantotavan lisäksi sienet ovat myös terveellistä ruokaa. Sienten terveyshyödyt on osoitettu monissa tieteellisissä tutkimuksissa (Lee ym. 2012). Osterivinokkaat ja shiitakesienet ovat esimerkkejä syötävistä sienistä, joita voidaan viljellä Suomessa. Lakkakääpä ja pakurikääpä ovat esimerkkejä lääkesienistä, joita käytetään ravintolisien ja lääkkeiden valmistukseen.

On olemassa useita sienilajeja, jotka soveltuvat viljelyyn metsissä tai agrometsätalousjärjestelmissä. Seuraavassa osiossa on vain lyhyt yleiskatsaus sienistä, joille on mielenkiintoisia mahdollisuuksia erityisesti Suomessa, kuten pakurikääpä, lakkakääpä, shiitake, osterivinokkaat ja tryffelit. Suomessa viljelyyn soveltuvia ja kiinnostavia lajeja saattaa olla enemmänkin. Tämä vaatisi kuitenkin laajaa asiantuntijatietoa, joka ei kuulu tämän kirjan piiriin. Siksi suosittelemme sienimaailmaan tutustumisesta kiinnostunutta lukijaa ottamaan yhteyttä asiantuntijaan tai sienien viljelyyn erikoistuneeseen yritykseen.

Pakurikääpä, chaga

Pakurikääpä (engl. chaga, lat. *Inonotus obliquus*) on yleinen puuta lahottava sieni, joka kasvaa koivun rungolla. Pakuria on käytetty suomalaisessa kansanlääketieteessä vuosisatojen ajan sen havaittujen terveyshyötyjen vuoksi. Suomessa pakurin teollinen tuotanto "tikkatee" -teet tuotteelle aloitettiin 1930-luvulla (Miina ym. 2021). Perinteisessä kiinalaisessa lääketieteessä lääkesieniä on käytetty tuhansia vuosia terveyttä ylläpitävänä ravintona ja lääkkeinä sairauksien hoitoon (Lee ym. 2012). Pakurikäävän suurimmat markkinat ovatkin tällä hetkellä Aasiassa.

Pakurikääpää kerätään metsistä (luonnonmukaisesti kasvatettu pakuri) sekä viljellään metsissä. Aasian maissa (erityisesti Kiinassa, Japanissa, Etelä-Koreassa) pakuria viljellään, mutta näihin maihin myös tuodaan huomattavia määriä tätä sienilajia. Pakurin kysynnän odotetaan kasvavan entisestään tulevaisuudessa. Suomen metsissä

tuotetun pakurin määrät ovat tällä hetkellä vähäisiä. Arvoketju on jo olemassa, mutta myyntimäärät ovat Suomessa pieniä. Suurin osa Suomessa myytävästä ja Suomesta vietävästä pakurikäävästä on metsästä kerättyä luonnonmukaisesti viljeltyä pakuria.

Koska aktiivinen viljely aloitettiin vasta äskettäin, tarvitaan lisää tutkimusta luotettavien satoarvioiden saamiseksi (Miina ym. 2021). Siitä huolimatta pakurin viljely voisi olla kannattavaa toimintaa etenkin vähätuottoisissa koivumetsissä. Tuoreen pakurin arvo on noin 20 €/kg ja jatkokäsittely voi nostaa arvoa huomattavasti (esim. pakurijauhe tai pakuritee 300 €/kg). Arvokkaimmat pakurituotteet myydään pikauutejauheena tai nesteenä, jonka hinta on noin 1000 €/kg (Verkasalo ym. 2017).

Jotkut suomalaiset yritykset (ks. "resurssit") ovat erikoistuneet pakurikäävän viljelyyn metsissä, tai pakurin ja muiden lääkesienten jatkojalostukseen jauheiksi ja uutteiksi, joita voidaan käyttää elintarvikelisiä aineina tai nautittavaksi teenä. Lisäksi pakurikääpää käytetään monenlaisissa juomissa, kosmetiikka-, terveys- ja hygieniatuotteissa.



Kuva 1. Koivun päällä kasvava chaga-sieni. Lähde www.iStock.com/amarinchenko

Kuinka pakurikääpää viljellään?

Pakuria viljellään elävillä koivuilla. Koivuun ympätään 3-4 sienirihmastoja sisältävää tappia (puinen tulppa) työntämällä ne pieniin reikiin, jotka

porataan puuhun. Pakurikäpärihmastoa viljellään laboratoriossa ja niiden viljelyyn on erikoistunut useita suomalaisyrityksiä.

Melko hitaan kasvunsa ansiosta pakurin viljely sopii parhaiten matalatuottoisiin koivumetsiin taolousmetsänhoidon ulkopuolella. Koska pakurin viljely ei vaadi paljoa hoitoa ympäyksen ja korjuun lisäksi, sopii se myös kaukana metsästään asuville metsänomistajille tai ihmisille, joilla ei ole paljoa aikaa.

Jotkut palveluntarjoajat järjestävät pakurikäävän viljelykurssseja. Asiakkaan tarpeista riippuen löytyy myös metsäpalveluita, jotka hoitavat koko prosessin puiden ympäyksestä, pakurin korjuuseen ja myyntiin.

Ympäyksen jälkeen ensimmäiset pakurikäävät korjataan 5-9 vuoden kuluttua. Jokaista koivua kohden on mahdollista saada noin 2-4 satoa. Noin 15 vuoden kuluttua 2-4 sadonkorjuun jälkeen puu yleensä kuolee. Siitä huolimatta puu voidaan edelleen korjata ja myydä polttopuuna tai kuitupuuna, tai esimerkiksi kompostoida maanparannusta varten. Lisäksi pakurin viljely heikottuottoisissa koivuissa, tai koivunmahlan ja pakurin yhteistuotanto, voivat edistää lahoppuun syntymistä, millä on suotuisia vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen.

Lakkakäpä, reishi

Lakkakäpä (engl./japan. reishi, kiina lingzhi, lat. *Ganoderma lucidum*) on käytetty Aasian maissa lääkesienenä tuhansia vuosia sen terveyshyötyjen vuoksi. Tämä laji kasvaa luonnossa Suomessa, mutta sitä voidaan viljellä myös metsissä puunrunkoja tai kantoja ympäämällä. Lakkakäpää kutsutaan "kuolemattomuuden sieneksi", ja sitä on käytetty Kiinassa, Japanissa, Koreassa ja muissa Aasian maissa yli 2000 vuoden ajan laajalti vahvistavana aineena ja erilaisien sairauksien hoitoon, mukaan lukien krooninen hepatopatia, verenpainetauti, neurasthenia, unettomuus, keuhkoputkentulehdus, mahahaava, diabetes ja syöpä (Sanodiya et al. 2009). Odotettujen terveyshyötyjen ja ilmeisen sivuvaikutusten puuttumisen vuoksi lakkakäpä on saavuttanut

idässä mainetta yhtenä tehokkaimmista lääkesienistä, ja sen lääkearvoa on kuvattu 2000 vuotta vanhoissa kiinalaisissa lääketieteellisissä teksteissä (Sanodiya et al. 2009).

Tällä hetkellä muinaisia perinteisen kiinalaisen lääketieteen lääkkeitä tutkitaan uudelleen nykyaikaisilla tieteellisillä menetelmillä niiden tehokkuuden ja turvallisuuden varmistamiseksi, ja niitä kehitetään ravintolisäksi sekä uusiksi lääkkeiksi (Lee et al. 2012). Lakkakäävällä on kasvavat markkinat. Globaalit päämarkkinat ovat Aasian maissa, erityisesti Kiinassa, Japanissa ja Etelä-Koreassa. Jotkut suomalaisyritykset tarjoavat yksityisille metsänomistajille palveluita tämän sienilajin viljelyyn Suomen metsissä. Suomalaisilla metsänomistajilla olisi mahdollisuuksia lisätä lakkakäävän tuotantoa sekä pienille ja keskisuurille yrityksille uusien tuotteiden kehittämiseen ja arvokkaiden sienien ja sienituotteiden vientiin.



Kuva 2. Lakkakäpä (*Ganoderma lucidum*) kasvaa kuusella (*Picea abies*). Kuva: Urmas Ojango .
Lähde: flickr.com (CC BY-NC 2.0)

Kuinka viljellä lakkakäpää?

Lakkakäpä on puuta lahottava sieni, jota esiintyy sekä pohjoisilla lauhkeilla että trooppisilla alueille. Sitä löytyy havu- ja lehtipuista. Sillä on suuri vuotuinen itiöemä. Toisin kuin pakuri, se ei elä elävillä puilla, vaan esiintyy yleensä vanhoilla kannoilla ja tuulen kaatamilla puilla. Erityisesti sitä löytyy koivun ja kuusen kannoista kosteilla turvemilla.

Lakkakääpää on mahdollista viljellä. Itiöemän kappaleita löytyy yleensä kaatuneista puunrungoista, lahoavista oksista ja kannoista, jotka ovat pitkälle hajonneita, mutta usein vain pieni osa puusta saattaa olla pesäkkeitä. Tämä viittaa siihen, että lakkakääpä pystyy ottamaan haltuunsa lahopuuta vain sopivissa olosuhteissa tehokkaasti. Ympärys tulisi suorittaa tuoreisiin puiden runkoihin tai kantoihin, jolloin rihmasto saa etumatkan muihin ympäristössä oleviin puuta lahotaviin sieniin nähden ja on valmis kolonisoimaan hajoavia puusoluja. Suhteellisen kosteilla kasvupaikoilla on suurempi onnistumisprosentti lakkakäävän itiöemien tuottamisessa; esimerkiksi kuisikon harvennuksesta syntyneitä kantoja turve- maalla voidaan pitää suotuisana elinympäristönä. Sopivia puulajeja ovat koivu, kuusi, tammi ja leppä.

Metsänhoidossa sopivia kasvuympäristöjä luodaan lisäämällä lahopuuta tai jättämällä metsiin säästöpuuta ja kantoja. Sekapuulajikoostumuksen varmistaminen voi hyödyttää lakkakääpää. Sopivia kasvualustoja voidaan luoda myös suojelemalla lepälle tyypillistä elinympäristöä, kuten rantametsiä.

Riskejä ja mahdollisuuksia

Ympäristön on raskasmetallit ja myrkyt kerääntyvät sieniin. Puhdas metsäympäristö antaa suomalaisille sienille kilpailuedun. Lisäksi useimmat lakkakääpää jalostavat yritykset pystyvät jäljittämään sieniensä alkuperän ja ne testataan säännöllisesti raskasmetallien varalta.

Lakkakääpä kasvaa kuolleella puulla. Tämä antaa mahdollisuuden lisätä lahopuuta metsissä, millä on myönteisiä vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen. Sisätiloissa, valvotussa ympäristössä, kasvatetun lakkakäävän sato on korkeampi kuin metsissä viljellyn. Metsäviljelyn pienemmästä sadontuotannosta huolimatta, se tuo lisää taloudellista toimintaa yksityisille metsänomistajille, ja luo lisäarvoa kuolleen puun ja säästöpuiden ylläpitoon Suomessa. Säästöpuiden jättäminen on yleinen suojelutoimenpide luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi boreaalisisissa ja lauhkeissa metsissä.

Shiitake

Shiitake-sienet (*Lentinus edodes*) ovat tällä hetkellä maailman viljellyimpiä syötäviä sieniä (Lee et al. 2011). Niitä on käytetty lääkkeinä ja terveellisinä elintarvikkeina tuhansia vuosia Japanissa, Kiinassa ja Koreassa, ja nyt niistä on tulossa suosittuja ravinto- ja lääketuotteita kaikkialla Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa. Kaukoidästä kotoisin olevaa shiitakea on tavattu luonnossa vain Kiinassa, Japanissa ja Koreassa. Myös Etelä-Suomen ilmasto-olosuhteet sopivat tämän lajin viljelyyn, ja jotkut maanviljelijät ovatkin tehneet pieniä aloituksia tämän sienien viljelyyn.

Luonnossa shiitaket ovat pinnalla eläviä (saprofyttisiä) valkolahosieniä, jotka hajottavat puunneksen pysyviä, vaikeasti hajoavia ligniini-komponentteja. Tämän ominaisuuden ansiosta mm. puupölkkyjä ja sahanpurua käytetään shiitaken viljelyn alustana (Mushroom Growers' Handbook, 2005). Shiitake-sieniä voidaan kasvattaa koivu-, leppä-, tammi- tai haapölkkyillä. Pölkkyjen tulee olla halkaisijaltaan noin 10 cm, pituudeltaan 1 m, ja pinottuna pinoihin.

Shiitake-sienten metsäviljelyssä voidaan hyödyntää tehokkaasti metsätalouden sivutuotteita, kuten harvennushakkuista saatuja pieniläpimittaisia puita, joita käytetään normaalisti bioenergiana tai sellupuuna. Näiden puiden arvo on yleensä vain noin 1-2 € / puu. Käyttämällä tätä jätettä shiitake-sienten (ja myös muiden lajien, kuten osterisienten) viljelyalustana, puun lisäarvo voi olla huomattavasti suurempi. Metsätalouden sivutuotteiden käyttö ruoantuotantoon lisää maankäytön tehokkuutta.



Kuva 3. Koivun päällä kasvavia shiitakeja Uusimaalla.
Kuva Michael den Herder



Kuva 4. Koivun päällä kasvavia shiitake-sieniä. Viljely jyrkillä rinteillä on mahdollista pinottaessa hirssiä japanilaisella menetelmällä. Kuva Michael den Herder

Tämän luvun kirjoitustyö on saanut rahoitusta Euroopan unionin Horisontti Eurooppa -tutkimus- ja innovaatioohjelmasta (projekti DIGITAF-apurahasopimus 101059794 ja hanke AF4EU-apurahasopimus 101086563).



Kuva 5. Sienitoteemi . Kuva Michael den Herder

Tryffelit

Tryffelit ovat maailman kallein syötävä sieni. Ne muodostavat symbioosin puiden, pensaiden ja joidenkin muiden kasvilajien juurien välillä. Tryffeleitä esiintyy luonnossa metsissä, mutta niitä voidaan myös viljellä. Tryffelien viljely aloitettiin ensin Ranskassa ja Italiassa, ja myöhemmin Espanjassa, Ruotsissa ja Tanskassa. Tryffelin korkean kaupallisen arvon vuoksi myös Suomessa on herännyt kiinnostusta tryffelin viljelymahdollisuuksien kartoittamiseen. Ensimmäiset tryffelien viljelykokeet Suomessa aloitettiin noin 15 vuotta sitten. Tryffelitarhoja on perustettu Ahvenanmaalle ja Etelä-Suomeen sekä pohjoisempana, esimerkiksi Etelä- ja Pohjois- Savoan.

Tryffelitarhat perustetaan istuttamalla pähkinän tai tammen taimia, joiden juuriin on ympätty tryffelirihmasto. Istutuksesta kestää noin 8-10 vuotta ennen kuin ensimmäiset tryffelit ilmestyvät. Kun tuotanto alkaa, tryffelitarhat voivat pysyä

tuottavina vuosikymmeniä, jopa sata vuotta. Tryffelinviljely voi olla viljelijöille kiinnostava sivutoimi ja tuoda lisätuloja.

Yrtit ja lääkekasvit

Trooppisilla alueilla metsät ovat tärkeä ravinnonlähde ja luovat hyvinvointia paikallisille yhteisöille. Pohjoismaisista metsistä voisi myös tulla jälleen mielekäs luonnon- ja villiravinnon tarjoaja. Kuten sientenviljelyskin, yrttien ja lääkekasvien viljely olisi ekologinen tapa tuottaa terveellistä ruokaa maatalousmaan ulkopuolella. Se voisi lisätä maankäytön tehokkuutta ja tuoda lisätuloja metsänomistajille. Yrttien ja lääkekasvien viljely tarjoaisi vaihtoehdon intensiiviselle metsänhoidolle.

Mahdollisuuksia on useita, ja täydellinen luettelo menee tämän kirjan soveltamisalan ulkopuolelle. Myös "Metsäpuutarhat"-luvussa (luku 7) käsitellään joitain metsäisen ympäristön viljelemisen näkökulmia. Tässä luvussa keskitymme vain joihinkin merkittäviin esimerkkeihin. Lisätietoja saa maa- ja metsätalousministeriöstä

<https://mmm.fi/luonnontuotteet> , Arktiset Aromit ry <https://www.arktisetaromit.fi/fi/etusivu/> , tai Aitoluonto- hanke <https://www.aitoluonto.fi/tutkimus-ja-kehittaminen/hankkeet/lumoa/>

Villiyrtit

Luonnontuotteiden taloudellisia näkökohtia on tutkittu joissakin Euroopan maissa. Jotkut tutkimukset korostivat, kuinka "villiruoka" voisi kilpailla kaupallisesti viljeltyjen lajikkeiden kanssa. Korkean palkkatason ja kustannustason maissa luonnontuotteiden kilpailuasema on vaikea. On esitetty, että näissä maissa metsänomistajille tai metsäyhtiöille voisi olla jonkinlainen tukijärjestelmä, joka helpottaisi "villivihannesten" viljelyn ja niiden arvoketjun kehittämistä (Kilchling ym. 2009). Varsinkin Pohjois-Amerikan tutkimuksissa luonnonvaraisten kasvien viljely nostetaan esiin puhuttaessa luonnontuotesektorin kehittämisestä. Kannattavuuden parantamiseksi ehdotetaan myös metsässä kasvatettujen tuotteiden sertifiointia ja brändäämistä niiden erottamiseksi tavallisista viljelykasveista (esim. Burkhart & Jacobson 2009; Kilchling ym. 2009). Vaikka "villivi-

hannesten" kilpailuetu on haastava, voi maanomistajille olla mielenkiintoista ansaita niillä lisätuloja. On mahdollista, että "villiruokien" kysyntä kasvaa lähitulevaisuudessa osana globaalia trendiä, joka koskee lisääntyvää kiinnostusta luonnonmukaisempia elintarvikkeita kohtaan.

Ginseng

Joillekin tällä hetkellä harvinaisille peltokasveille voisi olla tuotantomahdollisuuksia kujanneviljelyssä ja metsäviljelyjärjestelmissä.

Ginseng (*Panax ginseng*) on lääkekasvi, jota on viljelty Kiinassa tuhansia vuosia. Kiina ja Yhdysvallat ovat suurimmat ginsengin tuottajat. Tutkimukset ovat osoittaneet, että amerikkalaista ginseng *Panax quinquefoliumia* voidaan viljellä Pohjois-Euroopan lauhkeassa ja boreaalisessa ilmastossa. Ginsengiä voidaan kasvattaa niin pelloilla kuin metsissäkin. Kasvi tarvitsee varjoa, joten peltoviljelyssä kasvit on suojattava katolla. Ginsengin tuotanto metsissä on hieman vähäisempää kuin peltotuotanto. Metsäviljelyn suuri etu on kuitenkin se, että kattoa ei tarvitse erikseen rakentaa. Lisäksi ginseng voi tarjota lisätuloa metsänomistajille. Ginseng kasvatetaan siemenistä ja juuret voidaan korjata 5 vuoden kuluttua.

Nokkoset (ja harmaaleppä)

Nokkosen (*Urtica dioica*) kuitua voidaan käyttää ekotekstiilien raaka-aineena. Sitä voidaan valmistaa alueilla, joilla on lauhkea kostea ilmasto ja se voi olla ympäristöystävällisempi vaihtoehto verrattuna puuvillaan, viskoosiin, bambuun tai keinotekoisiin kankaisiin (nailon, polyesteri). Nokkosta voidaan käyttää myös C-vitamiiniuutteissa ja suoraan kulutukseen (esim. pinaatin korvaamiseen, teenä, hivenravinnelisänä). Nokkonen viihtyy ravinteikkaassa maassa. Luonnossa se kasvaa hyvin yhdessä harmaaleppä (*Alnus incana*) kanssa.

Leppä on typensitoja, ja sen maahan putoavat typpipitoiset lehdet rikastavat maaperää ja lisäävät puiden, kuten pähkinän, Douglas-kuusen ja poppelin tuotantoa huonolaatuisella maaperällä.

Leppä soveltuu pidemmässä kierrossa kasvatetuna puutuotteiden valmistukseen (huonekalut, ikkunakehykset, puukengät, lelut, lyijykynät, kulhot). Puu voi elää jopa 160 vuotta, mutta se on parasta kaataa puuksi 60-70 vuoden iässä ennen ytimen lahovaurioiden ilmaantumista.

Humala

Laadukkaan humalan (*Humulus lupulus*) viljelylle on kasvava tarve. Paikalliset pienpanimot ovat kiinnostuneita aidosti paikallisen tuotteen käyttämisestä tuotteissaan. Paikallisesti tuotetun oluen raaka-aineista humala tuodaan aina ulkomailta (Yhdysvalloista, Saksasta, Tšekin tasavallasta). Luonnonvarakeskus (LUKE) on toteuttanut projekteja, joissa on kerätty noin 1000 suomalaista humalan alkuperäiskantaa, pääosin toimivilta ja hylätyiltä tiloilta ja puutarhoilta. LUKE tutkii nyt yhdessä paikallisten panimoiden kanssa, mitkä alkuperät sopisivat oluen tuotantoon. Viljelykoikeissa valitaan oluen valmistukseen lupaavimmat humalakannat. Humalaa kasvatetaan yleensä puuvarrella tuettuna pellolla. Tuen tarpeen voisi täyttää luontainen puusto metsän ja pellon rajalla, jolloin humalasta tulisi uusi peltometsäviljelytuote.

Koivunmahla

Koivunmahlaa voidaan uuttaa koivuista lyhyen ajan keväällä. Koivunmahla sisältää lukuisia kiennäisaineita ja antioksidantteja, magnesiumia ja mangaania sekä C-vitamiinia. Koivunmahla voidaan käyttää tuoreena, ja sitä käytetään myös juoma- ja kosmetiikkateollisuuden ainesosana. Jotkut suomalaisyritykset ovat erikoistuneet koivunmahlan talteenottoon koivuista ja kehittäneet menetelmiä koivunmahlan pidempään varastointiin. Viime vuosina koivunmahlan keräys on lisääntynyt ja sen vuosituotantomäärien arvioidaan (epävirallisesti) ylittävän kaksi miljoonaa litraa (den Herder ym. 2022). Merkittävä osa tuotetusta koivunmahlasta kulutetaan kotimaan Suomen markkinoille, mutta osa menee vientiin. Suurin osa vientiin päätyvästä koivunmahlasta käytetään kosmetiikkateollisuudessa ihonhoitotuotteisiin Kiinan ja Japanin markkinoille, ja parhaillaan selvitetään tapoja päästä myös Aasian juomamarkkinoille. Koivunmahlan keruu voi olla metsänomistajille kiinnostava lisätulo.



Kuva 6. Humala (*Humulus lupulus*). Kuva Bertalan Galambosi

Kulttuurinurkka: Pakurin vuokraviljely vieraalla maalla.

Sienenkasvatusmetsän ei ole pakko olla oma metsä. Metsänhoitaja Jussi Saarinen vuokrasi tutulta metsänomistajalta 2 hehtaaria koivikkoa pakurin viljelyyn. Vuokrakaudeksi päätettiin 20 vuotta, minkä aikana pakuri ehtii kypsyä.



Kuva 7 ja 8. Ympäystä käytännössä ja kypsä pakuri, kuvat: Jussi Saarinen

Puusto harvennettiin ennen sienenviljelyä, ja on uudelleen harvennettavissa vuokrakauden jälkeen. Sienenviljelyn ulkopuolelle jätettiin n. 500 suurinta hyvälaatuista koivua hehtaarille. Nämä jäävät metsänomistajan käyttöön vuokrakauden päätyttyä.

- Pakurikäpää on ensisijainen kasvatettava laji, kantoihin on lisäksi ympätty lakkakäpää. Pakurikäävän osalta näkyy jo jonkin verran pakurikasvannaisia koivujen rungoilla. Lakkakäävän osalta itiöemiä ei vielä ole syntynyt, Saarinen kertoo viljelmästä.

Hänellä on ostosopimus Käpää Biotech Oy:n kanssa. Yritys on sitoutunut ostamaan sadon. Talouspuolella sientenviljely vaikuttaa kannattavalta: - Pakurin tuotto-odotus on n. 10-15 000 e/ha 10-15 vuoden päästä viljelmän perustamisesta, riippuen viljelytiheydestä, Saarinen kertoo.

Sadon määrään ja ajoitukseen liittyy kuitenkin epävarmuutta, sillä menetelmä on uudehko, eikä sadonkorjuuseen ehtineitä koemetsiä vielä ole. Kustannusten tasaamiseksi palstan vuokraaminen on vartenotettava vaihtoehto. Muuttaisiko tilannetta, jos metsä olisi oma?

- Samalla tyylillä perustaisin viljelmän omaan metsäänkin, eli yhdistäisin pakurin- ja puuntuotannon. Pakuri ympätään runkoihin, jotka myytäisiin joka tapauksessa vähän tuloa tuottavana kuitupuuna, joten puuntuotannon menetykset ovat pieniä ja ympäämättömät koivut tuottavat joka tapauksessa arvokasta koivutukkaa, Saarinen kuittaa.

Vuokrametsäpalsta vaatii osallisilta yhteistä tahtotilaa ja hieman harvennusten suunnittelua, mutta on erinomaisen toimiva malli kahden itsenäisen toimijan yhteistyöhön jaetulla maapinta-alalla.



7. Metsäpuutarhat



Luku 7. Metsäpuutarhat

Kirsi Mäkinen, Iiris Mattila, Joel Rosenberg

Metsäpuutarhoja on monenlaisia. Pienimmät niistä voivat olla pihan osia tai pienten rivitalopihojen siimeksiä. Metsäpuutarha voi sijaita maatian yhteydessä tai kaupunkiviheralueella puistomaisessa ympäristössä.

Metsäpuutarhan perustamiseen on useita reittejä: 1) metsään tehdään metsäpuutarha, 2) avoin piha- tai peltokasvillisuus muutetaan metsäpuutarhaksi tai 3) metsäpuutarha suunnitellaan kaupunkiympäristöön joko avoimelle tai puistomaiselle paikalle. Joissain tapauksissa puutarhassa voi olla jo latvuskerros, mikä varmistaa monien varsinaisten metsälajien viihtymisen ja tunnistettavan metsäntunnun. Toisinaan metsikköilmaston ja muiden olosuhteiden tekeminen aloitetaan alusta, mutta sitä voidaan pioneerilajien avulla kirittää.



Kuva 1. Metsäpuutarhan sommiteltu tilarakenne. Kuva Kirsi Mäkinen.



Kuva 2. Metsänreuna kulttuuriympäristössä. Metsikköiden, puuryhmien ja puiden kasvun tuntemisesta on paljon hyötyä metsäpuutarhan toteuttamisessa. Kuva Kirsi Mäkinen.

Määritelmiä

Joel Rosenberg, LIVIA:

Syötävä metsäpuutarha eli hyötymetsäpuutarha (engl. *edible forest garden*) on kerroksellinen puutarhaekosysteemi, joka tuottaa ruokaa sekä muita hyödykkeitä ja parantaa ympäristön tilaa. Se on agroekologinen sovellus puutarhahoidosta ja ruuantuotannosta, ja yksi alkuperäisiä trooppisen peltometsäviljelyn muotoja. Nykyään syötävät metsäpuutarhat yleistyvät vauhdilla eri puolilla Eurooppaa.



Kuva 3. Syötävä metsäpuutarha. Kuva Joel Rosenberg.

Kirsi Mäkinen, HAMK:

Elämyksellinen metsäpuutarha on puutarha, joka tavoittelee metsän tuntua. Metsäpuutarhoilla julkisissa tiloissa tavoitellaan maiseman kokemusta, puutarhan kasvun ja kehityksen kokemista ja urbaanin kulttuurin kytkeytymistä puustoiseen maisemaan.



Kuva 4. Maisemallisen metsäpuutarhan polku. Kielot menestyvät reilussa varjossa. Jos puut poistetaan, tilalle kasvavat heinät, maitohorsmat ja vadelmat peittäen kielot alleen. Kuva Kirsi Mäkinen.

Syötävä metsäpuutarha

- Joel Rosenberg -

Syötävässä metsäpuutarhassa pyritään yhdistämään metsien ravinnekierto, vesitalous, monilajisuus ja ekologinen toimivuus ruoantuotannon kanssa. Metsälajiston sijaan syötävä metsäpuutarha rakennetaan monivuotisten hedelmä-, marja- ja pähkinäkasvien sekä köynnöksen, hyötyperennojen ja maanpeitekasvien varaan. Mukaan istutetaan tukikasveja joiden tehtävänä on houkutella pölyttäjiä, huolehtia maaperän viljavuudesta, paljaan maan peittämisestä, luoda suotuisa pienilmasto sekä hoitaa muita puutarhan toimintoja.

Syötävään metsäpuutarhaan voidaan toivottaa tervetulleiksi sinne ilmestyvät luonnonkasvit. Ne tuovat mukanaan hyönteiset, linnut ja muita eliöitä vuorovaikutusverkostoihin. Näin syntyy ekosysteemi, joka säätelee tuholaipopulaatioita, luo resilienssiä äärisäiden ja mullistusten iskiessä ja tuo riippumattomuutta ulkoisista tuotantopanoksista.

Hyötymetsäpuutarhan kasvuolosuhteet

Täällä pohjoisella havumetsävyöhykkeellä syötävä metsäpuutarha muistuttaa metsän sijaan valoisaa hakamaata tai luonnollista metsänlaitaa harvoine puineen.

Metsäpuutarhuri ottaa suunnittelussaan mallia metsäekosysteemin periaatteista ja puutarhuri kuin metsä: istutukset muodostuvat monivuotisista lajeista, kasvavat useassa kerroksessa ja toistensa lomassa. Lajisto on runsas, paljasta maata ei näy, biomassaa kertyy runsaasti ja multakerros paksuuntuu. Lajirikas ja tiivis kasviyhteisö käyttää veden ja ravinteet tehokkaasti, eikä eroosiota ja ravinnevalumia synny. Aikaisesta keväästä myöhään syksyyn jatkuva yhteyttäminen sitoo runsaasti hiiltä ja lisää elämää maan alla. Maaperä muuttuu muruisammaksi ja kuohkeammaksi, sienirihmastot kukoistavat ja yhdistävät kasviyhteisön jäsenet elämän verkoksi.

Tällaisen puutarhan kehityskulku eroaa merkittävästi niin kasvimaan kuin peltoviljelynkin rytmistä. Metsäpuutarhaviljely on alkuvuosien jälkeen paljolti sadonkorjuuta, keräilyä. Maankäntelyä, kylvöjä, kasteluita ja kitkemisiä on vuosi vuodelta vähemmän, työmäärän ja satomäärän suhde paraneekin tarhan varttuessa. Metsäpuutarhurointi on kuitenkin tietointensiivistä ja alkupanostus taimineen ja maa-alan varauksineen voi olla suuri.

Avohakkuuaukea tai aiemmin viljelty pelto sopivat erinomaisesti hyötymetsäpuutarhan kasvupaikoiksi, metsä on lähtökohtana hankalampi. Avoimen tilan suunnittelu on helppoa. Istutukset, kuten pähkinäpensaat, pajut, marjakasvit, hedelmäpuut sekä runsaslajinen syötävien perennojen joukko muuttavat paikan monimuotoisemmaksi ja satoisammaksi. Alkuvuosien sato koostuu villivihanneksista ja pensaiden marjoista. Puutarhan varttuessa saadaan enemmän varjoa ja tuulen-suojaa, jolloin lajistoa voidaan monipuolistaa. Myös avohakkuulle ilmestyvä vesakko toimii suo-japuustona aremmille hyötypuille. Paikalla oleva sienirihmasto kytkeytyy pian uusiin istutuksiin. Kangasmetsämaata on kuitenkin usein paranettava tuhkallevityksellä, hivenlannoituksella ja orgaanisilla maanparannusaineilla, jotta vaateli-aamat puutarhalajit saadaan viihtymään.

Hyötymetsäpuutarhan satoa

Syötävä metsäpuutarha on tehokas eli sen panos–tuotos-suhde on hyvä. Perustamisen alkuvuosina työtä on runsaammin (istutus, suojaus, kastelu), mutta perennojen ja puuvartisten vakiintuessa ja kasvaessa työn määrä vähenee. Sadoiksi voidaan kerätä monipuolisesti lehtivihanneksia, hedelmiä, marjoja, juuria ja siemeniä, mukaan lukien erilaiset pähkinät. Lisäksi hyötymetsäpuutarhasta saadaan polttopuuta, punontamateriaaleja, kateaineksia, eläinten rehua, aineksia yrttilääkintään sekä kaikki luonnossa olemisen ja hyötyliikunnan terveysvaikutukset.

Jos tällaisen puutarhan haluaa kaupallistaa voisi hedelmien, marjojen, pähkinöiden tai muun syötävän itsepoiminta olla yksi liiketoiminnan kulmakivistä. Ulkomailla toimivien hyötymetsäpuutarhojen tarjontaan kuuluvat usein myös taimien myynti ja kurssipalvelut.

Syötävä metsäpuutarha suuntaa elämää kohti omavaraisuutta ja keräilytaloutta. Samalla syntyy kestävämpi elämäntapa, rikkaampi luontosuhde,

uudenlainen ruokakulttuuri ja kaunis paikka, joka tuottaa satoa pitkälle tulevaisuuteen.

Suunnitteluperiaatteita ja lajistoa hyötymetsäpuutarhan luomiseen löytyy muun muassa kirjoittajan teoksesta Syötävä metsäpuutarha – opas suunnitteluun ja lajistoon (Into Kustannus, 2023). Lisäksi, seuraava jakso ”Metsäpuutarha maisemaelementtinä” auttaa asemoitumaan puustoisien puutarhan kasvuprosessiin ja sukcession suunnitteluun.



Kuva 5. Viljelemättömäksi jätetty pelto kasvaa valmista verhopuustoa, jota moni puulaji taimivaiheessa tarvitsee. Kuvassa näkyvää pioneeripuustoa voisi käyttää suojana istutuksille, ja harkiten poistaa omien istutusten kasvaessa. Säilytettävän latvuston määrä säätelee niin peltoheinien ja vadelmien määrää kuin myös puutarhurin istuttamien perennojen ja pensaiden määrää. Kuva ja kuvateksti Kirsi Mäkinen

Pellolle perustettavan metsäpuutarhan mahdollisuuksia ja rajoitteita

- Iiris Mattila -

Viljelijätuet rajoittavat ja mahdollistavat Pellolle perustettavat metsäpuutarhat voivat tuottaa maisemaa, monimuotoisuutta, elinkeinovalikoimaa ja ekosysteemipalveluja. Metsäpuutarhan monivuotisuus ja monilajisuus voi kuitenkin luoda tukihauassa ongelmia.

Mikäli metsäpuutarha perustetaan tukikelpoiselle pellolle, on (toistaiseksi) tukiehtojen täyttymisen vuoksi valittava mikä on metsäpuutarha-alan puuvartinen pääkasvi, täytettävä taimitiheysvaatimus kyseisen kasvin osalta, ja haettava tuki kyseisen kasvin kasvulohkolle. Säännöllisin väliajoin uudistuvat EU-laajuiset CAP-strategiat (Common Agricultural Policy) muuttavat tukiehtoja. Ajantasaiset maatalouden tukien vaatimukset löytyvät Ruokavirastolta. <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/tuet-uudistuvat/maatalous> (12.1.2023)

Kaikkia Suomessa viihtyviä kasvilajeja ei tukihakuoppaiden listoilta löydy. Esimerkiksi pähkinät on toistaiseksi voinut merkitä tukihakulomakkeisiin kasvulohkoittain nimellä ”muu hedelmä” (tukihakuopas 2022). Käytännössä vaaditut taimitiheydet ovat hedelmäpuiden osalta niin alhaisia, että ne mahdollistavat muidenkin kasvilajien viljelyn puiden väleissä ja alla, vaikka näistä ”ylimääräisistä lajeista” ei erikseen voikaan hakea tukea. Esimerkiksi omenatarhan aluskasvusto voi muodostua yrteistä, pensaista, muista puista jne.

Puustoisten suojakaistojen metsäpuutarhat

Maatalouden tukijärjestelmä ei tällä hetkellä (23.3.2023) tue vesistönsuojakaistojen tarkoituksellista puustoittamista. Suojavyöhykkeet (tukihakunimike), joille haetaan tukea, on pidettävä avoimina. Suojakaistatuet on pitkään myönnetty ruohovartisten kasvien viljelyyn, tavoitteena pysäyttää ravinnevirta vesistöön.

Puuvartisten kasvilajien istuttaminen vesistön varrelle lienee mahdollista, jos suojakaistatukea ei haeta. Ennen suunnitelman tekoa on syytä tarkistaa kyseisen vuoden maataloustukien hakuopas sekä konsultoida maaseutuasiamiehen



Kuva 6. Pähkinäntaimi peltomaassa on tukihakunimeltään ”muu hedelmä”. Kuva Iiris Mattila.



Kuva 7: Hedelmätarha kukkii. Kuva Iiris Mattila

tai paikallisen ELY-keskuksen näkemystä asiasta. Vesistöön rajoittuvalle lohkolle voi ainakin teoriassa istuttaa hedelmätarhan, energiapuuviljelmän, tai hoitaa sitä pysyvänä nurmena. (Luku 3 Puustoinen vesistönsuojavyöhyke).

Suojakaistojen lajistovalinnalla voidaan saavuttaa muun muassa

- luonnon monimuotoisuutta,
- ekosysteemipalveluja (ravinteidenpidätys, hiilensidonta, pölytytys, kasvintuholaisten torjunta viljelmillä luontaisia vihollisia lisäämällä, vesien puhtaus ja vesiekosysteemien tilan paraneminen, tuulensuoja, pienilmastot),
- lisätuloja tuotteista (hedelmät, pähkinät, marjat, puu),
- sosiaalista pääomaa (kauneus, ympäristökriisin ratkominen, ympäristökasvatus),
- yhteisöllisyyttä (korjuuketjun ja kaminen, talkoot, yhteisöviljelmät, virkistysmahdollisuudet alueella),
- yhteistyötä ja
- maisema-arvoja.

Vesistönsuojapuusto voi hyvin sisältää syötäviä lajeja niin latvusto-, pensas, kuin aluskasvikerroksessa. Alueelle luontaiset lajit ovat kestävin ratkaisu, ja villieläinten laidunnuspaine (eli tuhoriskit) on huomioitava puiden suojaamisessa ja sadonkorjuussa: Oravat syövät mieluusti pähkinät, marjovat puut ja pensaat houkuttelevat ruokailemaan linnut, taimet maistuvat hirvi- ja jämseläimille.

Metsäpuutarhan suunnittelun perusteita

- Kirsi Mäkinen -

Suunnittelun lähtökohdat – metsän ja metsäpuutarhan ekologiaa

Luonnossa puustoiset ympäristöt muodostuvat latvus- ja kasvillisuuskerroksiksi. Latvustoa muodostava lajisto asettuu sille sopivalle kasvupaikalle ja latvuston alle kehittyy monenlainen lajikirjo. Luonnossa kasviyhteisön muotoutumiseen vaikuttavat lajien ja yksilöiden välinen kilpailu valosta, tilasta, vedestä ja ravinteista. Latvuskerrosten määrä lisääntyy, mitä ravinteikkaampi maaperä on. Karuilla alueilla pensaskerros puuttuu kokonaan. Metsäpuutarhan kasvillisuus suunnitellaan kerroksittain alkaen latvustosta ja edeten matalampiin kenttä- ja pohjakerroksiin. Vierekkäiset ja toisiinsa lomittuvat kasvilajit voivat olla eri mantereilta peräisin, ne voivat olla luonnonkasveja tai syötäviä monivuotisia kasveja.

Useat puuvartiset kasvit hyötyvät taimivaiheessa siitä, että niillä on verhopuusto. Luodakseen metsäpuutarhan kasveille suojaisat olosuhteet, voi avoimelle paikalle aluksi istuttaa hyvin nopeakasvuisia pioneerilajeja. Tämä verhopuusto varjostaa ja säätelee kasvuympäristöä. Verhopuut voidaan poistaa, kun hidaskasvuisemmat lajit saavat sopivan mitan. Sopiva latvuspeittävyys metsäpuutarhassa on 40-99% (Jacke&Toensmeier 2005)

Metsäpuutarhan maastonmuotoja voi muuttaa vaihtelevammaksi tekemällä painanteita ja kumpareita siirretyistä kaivuumaista. Näistä tulee samalla heti omanlaisiaan kasvupaikkoja eri kasvilajeille, sillä painanteet keräävät enemmän vettä ja kumpareet kuivuvat nopeammin.



Kuva 8. Metsän rakenteen tuntemus helpottaa metsäpuutarhan suunnittelua: Korkeimman latvuston alla ovat alemmassa latvustossa menestyvät lajit, pensaskerros ja kenttäkerros varjoa sietävine heinä- ja ruoholajeineen. Aivan alimpana on sammalkerros. Jos latvus on hyvin niukka ja metsäpuutarhan pohja valoisa, aluskasvillisuus alkaa kasvaa voimakkaasti, mikä voi syötävässä metsäpuutarhassa olla toivottu ominaisuus. Kuva Kirsi Mäkinen.

Metsäpuutarha maisemaelementtinä - Kirsi Mäkinen -

Historia-nykypäivä-tulevaisuus

Nykyisin tuntemillamme maisemallisilla metsäpuutarhoilla (engl. *woodland gardens*) on historialliset juuret 1800-luvun Euroopassa ja varsinkin Englannissa. Vanhempia malleja metsäpuutarhoille ovat aateliston metsästyspuistot, mutta myös vanhemmissa puutarhakulttuureissa on malleja puustoisista istutuksista. Maisemaelementtinä metsäpuutarhaa on kuvattu englantilaisessa 'cottage garden'-tyylisuunnassa, jossa kotitalon puutarhan metsäisempi osa oli hyöty- ja koristetarhan takaosassa.

Koko 2000-luvun ajan puutarhojen istutusmallit ovat uudistuneet enemmän luonnonmukaisemmiksi, koska tavoitteiksi on muodostunut istutusten pitkäikäisyys, hoidon halpuus, istutusten laadun kestävyys ja monimuotoisuuden lisääminen esimerkiksi pölyttäjäkadon vuoksi. 2010-luvulla

alkanut lähiluonnon ja retkeilyalueiden suosio, "luontobuumi", on lisännyt myös pihojen ja puutarhojen tarkastelua hyvinvoinnin, riittävyden ja terveysvaikutusten kautta. Puutarhanhoito ja kaupunkiviljely nousivat megatrendeiksi. Lisäksi vuosikymmenen lopun IPBES-raportoinnit ja EU:n biodiversiteettiohjelmat ovat muokanneet 2020-luvun varsinkin kaupunkivihreän tavoitteita aina ennallistamisvaateisiin saakka.

Tultaessa 2020 luvulle luontopohjaiset ratkaisut istutuksissa ovat olleet keskeisiä kehittämistavoitteita Suomessa. Luontokadon torjuminen on myös tullut istutusten esteettisten tavoitteiden rinnalle. Keskeisiä tuoreita teemoja ovat luonnon lajien monimuotoisuuden säilyttäminen sekä kasvilajien geneettisen monimuotoisuuden säilyttäminen. Kaupunkivihreän suunnittelussa huomioidaan nykyään myös ravintoketjut ja tilalliset ekologiset kytkennät.

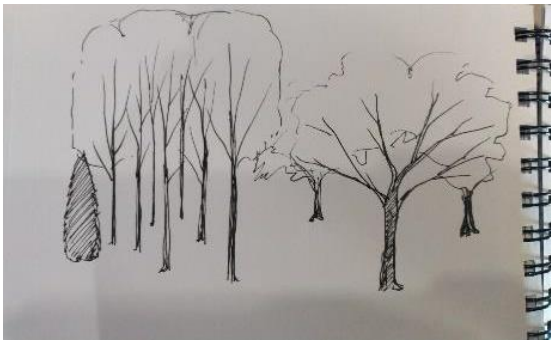
Luonnonkasveilla on rakennetussa ympäristössä ympäristökasvatuksellinen ulottuvuus. Maisemalliset ja syötävät metsäpuutarhat voisivat toimia yhteisöllisyyttä ja kestävyttä lisäävinä malleina puutarhanhoidolle niin yksityisillä kuin julkisillakin alueilla.

Maisemallisen metsäpuutarhan suunnittelu

Maisemallisen metsäpuutarhan suunnittelussa metsän rakenteen tuntemus on hyödyksi. Eri kasvillisuuselementtien määriä voi jäsentää pohdimalla: Kuinka paljon pitäisi olla varjoa, jotta metsäpuutarha tuntuisi metsäiseltä? Millaiset metsäpuutarhan reuna-alueiden tulisi olla? Millaiset kasvit auttavat tilan yhtenäisyyden hahmottamisessa? Miten paljon lajeja voidaan käyttää metsäpuutarhan hahmottamisen kannalta? Miten paljon tiettyjen kasvien tuottamaa kasvillisuuspinntaa tulisi olla, jotta ympäristö hahmottuisi selkeänä? Miten näkymiä voidaan rajata ja mistä tarkastelukohdista?



Kuva 9. Pienen pihan metsäpuutarha muodostaa vuosien kuluessa sulkeutuneen maisematilan, jossa suuri osa reunakasveista saa paljon valoa. Kuva Kirsi Mäkinen.



Kuva 10. Suurempi metsäpuutarha rakentuu tilasarjoiksi. Tämä on maisemallisen metsäpuutarhan suunnittelussa huomioon otettava aihe. Kuva Kirsi Mäkinen.

Metsät ja metsiköt muodostavat **tilasarjoja**, jotka koetaan eri tavoin erilaisissa kasvuympäristöissä. Esimerkkejä tilasarjoista:

- Karuilla ja kuivilla mailla tilasarjat ovat avaria ja **näkösyvyys** suuri. Kuivien kangasmaiden pilari-männiköt puolukkavarvikoineen ovat esimerkki näistä ympäristöistä.
- Tuoreilla ja runsasravinteisilla kasvupaikoilla, kuten lehdossa, näkösyvyys vähenee ja lähimaisema muuttuu sulkeutuneeksi pensaskerroksen vuoksi.

Maisemallisen metsäpuutarhan kokemuksesta ja estetiikasta enemmän Kulttuurinurkassa ”**Metsäpuutarha esteettisenä kokemuksena – maisema ja leikki**”



Kuvat 11.1 Metsäpuutarhan elementtejä: runsaita latvuksia ja latvuston alla menestyviä kasveja. Kuvat Kirsi Mäkinen.



Kuva 11.2 Syyskuva Lepaan dynaamisesta istutusryhmästä.

Suomessa metsäpuutarhoista on kirjoitettu muutamia kasvilajeja ja metsäpuutarhan elementtejä ja kasvupaikkoja esittelevät kirjat: Luonnonmukainen puutarha (2001) ja vuonna 2015 ilmestynyt Suomalainen metsäpuutarha lukuisine laji- ja kasvupaikkaesimerkkeineen. Näissä kirjoissa metsäpuutarhojen perustamista tarkastellaan varsinkin metsätyyppien kautta.

Metsäpuutarha julkisessa tilassa

Kaupungeissa on vielä vähän julkisia metsäpuutarhoja. Kaupunkien metsikköistutusten tarkoitus on verhota kaupunkikuvaa, tuoda viihtyisyyttä ja vähentää erilaisia häiritseviä tekijöitä. Monet puustoiset istutukset muistuttavat rakenteeltaan ja dynaamisuudeltaan metsäpuutarhan kehitysmalleja, mutta ne eivät ole puutarhoja, koska niistä puuttuu puutarhanhoitoon kuuluva asukkaiden henkilökohtainen vuorovaikutus (esim. kasvien kasvattaminen, seuraaminen, tiedonhankinta, sadonkorjuu).

Puustoisia istutuksia perustetaan taajamissa yksittäispuiksi, puuriveiksi, kujanteiksi tai puuryhmiksi. Tilaa istutetuille puille on usein vähän. Hyvin rajoitettuja ja niukkoja kasvupaikkoja ovat etenkin kadut, talojen edustat, sisäpihat, kansipihat ja tulevaisuudessa viherkatot. Eniten tilaa on puustoiksi kaavoitetuilla alueilla.

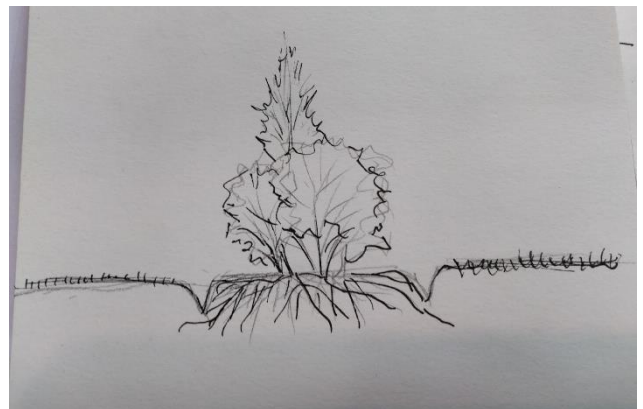
Taajaan rakennettuun kaupunkitilaan olisi tärkeä saada tuttujen istutusten lisäksi enemmän monimuotoisuutta, ”luontoa” ja elämyksellisyyttä. Kaupunkivihreän suunnittelussa huomioidaan nykyisin myös ravintoketjut ja tilalliset ekologiset kytkennät.



Kuva 12. Eräs metsäpuutarhan sommitelma. Kuva Kirsi Mäkinen.

Metsäpuutarhan sovittaminen julkiseen tilaan

Julkisessa tilassa viheralueet luokitellaan niiden suunnittelua, rakentamista ja ylläpitoa varten erilaisiin viheralueityyppeihin: taajamametsiin, avoimiin viheralueisiin kuten niittyihin ja rakennettuihin viheralueisiin (nurmikot, uusniityt, perennaitutukset tai puuvartistet istutukset). Eri alueilla on erilaiset ylläpidon tavoitteet, ja näiden pinta-alojen perusteella määritellään ylläpidon tarve ja kustannukset. Kun yhtä viheralueityppiä halutaan muuttaa toiseksi, esimerkiksi nurmipinta-alaa puustoiseksi istutukseksi, täytyy usein myös viheralueen tyyppiä muuttaa. Tämä voi vaikuttaa kustannuksiin.



Kuva 13. Poikkileikkaus puustoisesta kaistaleesta pellolla tai julkisessa tilassa (pensasrivi, tuulensuoja, ekologinen käytävä). Kuva Kirsi Mäkinen

Olisiko mikrometsän mallista metsäpuutarhaksi?

Eräs ehdokas nopean metsäpuutarhan kasvatusmalliksi on Japanista saapunut pienten metsiköiden istutusmalli, mikrometsä eli Miyawaki -menetelmä, kehittäjänsä, professori Akira Miyawakin mukaan. Mikrometsämallissa käytetään usean puulajin pieniä piiskataimia tiheinä istutuksina, ja istutus muistuttaa pioneerivaiheen tiheikköä. Metsikkö voi olla hyvin pieni kooltaan, esimerkiksi puolesta aarista aariin. Menetelmän avulla voi myös ekologisesti ja nopeasti metsittää piha-, puistoympäristöjä ja betoniviidakoita.



Kuva 14. Tavanomaisen väljemmän puuistutuksen ja mikrometsäistutuksen ero. Yläpuolisessa kuvassa vähintään 10-vuotiaita taimistolla kasvatettuja pihlajia suomalaisessa puistossa ja alapuolella 4-vuotias mikrometsä Ranskassa. Kuvat Kirsi Mäkinen.

Mikrometsiin istutetaan luonnonvaraisia puulajeja ja lisätään siten lajien monimuotoisuutta ja näitä hyödyntävien eliölajien monimuotoisuutta. Aasiassa mikrometsiä kutsutaan kehittäjänsä mukaan

Miyawaki-metsiksi. Miyawaki-mallilla on jälleenistutettu puustoa metsäkatoalueille. Mallin on nähty tuovan enemmän hyötyjä kuin tavanomaiset, usein yksilajiset metsitykset. Usein istutukset sijaitsevat maaseudulla ja hyödyttävät paikallisväestöä monin eri tavoin, niin ekosysteemipalveluin kuin taloudellisesti. Japanissa mikrometsiä on perustettu sekä koululaistoimintana että paikallisten hoitamiksi kylämetsiköiksi. Malli on levinnyt Japanista Indonesiaan, Filippiineille ja Intiaan. Euroopassa erilaiset yhteisöt ovat perustaneet mikrometsiä kaupunkiympäristöihin Englannissa, Hollannissa, Belgiassa ja Ranskassa. Siinä missä Aasian valtiot painottavat metsien jälleenistuttamisen merkitystä eroosion torjunnan, maaperänsuojelun ja vesienhallinnan vuoksi, on Euroopassa pyritty kaupunki-ilmastojen viilentämiseen, hiilensidontaan ja ihmisten viihtyisyyden lisäämiseen. Erityisesti Pariisin asukkaat ovat olleet aktiivisia mikrometsien perustajia.

Malli sopii ympäristökasvatukseen, kasviopetukseen ja puutarhakasvatukseen. Sillä voidaan lisätä ympäristötietoisuutta ja osallisuutta, koska se kutsuu tutkimaan erikoista istutusmallia eri tavoin kuin suunnittelijan perinteinen istutussommitelma. Mikrometsän ideaa voidaan hyvin soveltaa. Siitä voidaan hyödyntää määriä, rakenteita ja mittasuhteita, sekä tuoda myös koriste- tai hyötykasveja mukaan istutukseen. Pikkumetsikköä voi myös tuunata ajan kuluessa ja sillä voi leikitellä: yhdestä osasta voi tehdä metsäpuutarhan tunnelman ydintä tavoittelevan siimeksen, ja toisesta osasta tehdä villiintyneen ja ”unohdetun” metsäpuutarhan.



Kuva 15. Yksivuotias mikrometsä. Kuva Kirsi Mäkinen.

Lopuksi

Metsäpuutarha ei ole villi ja kesytön, vaan puutarhamalli, jossa usein havitellaan luonnonmukaisuutta ja tietynlaista villiyyttäkin. Metsäpuutarhan idea on siinä, että sinne pääsee kulkemaan ja oleskelemaan, joten sen suunnitteluunkin tarvitaan tilan hahmotuksen malleja: miten tehdään erilaisia latvustotiloja ja latvusten alaisia tiloja ihmisille ja kasvillisuudelle. Latvustojen sommitelua ja kasvun ohjausta on kuvattu melko vähän pihan tai puutarhan suunnitteluoppaissa. Yksi tärkeä seikka suunnittelussa ja kasvatuksessa on aika: puut kasvavat ja kehittyvät latvustoiksi hitaasti ihmisen näkökulmasta. Metsäpuutarha on kuitenkin houkutteleva ylisukupolvinen maisematyyppi, jonka latvusarkkitehtuuria ja tilarakennetta voidaan istuttaa, kasvattaa ja muokata.



Kuva 16. Puuhailua metsäpuutarhassa, Kuva:Joel Rosenberg.

Kulttuurin ja tieteen nurkka: Metsäpuutarha esteettisenä kokemuksena – maisema ja leikki

- Kirsi Mäkinen -

Metsäpuutarha on ensisijaisesti kokemuksellinen ympäristö, metsän tuntuinen tila, jossa ihminen puutarhurina hoitaa valikoiden maiseman kehitystä.

Metsiköitä tai metsiä ei ole länsimaissa pidetty maisemallisen tarkastelun kohteena siinä missä avoimia maisemia (Gustavsson 2004). Metsän sisäisiä maisemia ei ole nähty maisemina, vaan maiseman rajoina ja kehystäjinä. Metsät ovat myös monessa kulttuurissa koettu enemmän tai vähemmän vieraina, ja metsässä olemiseen liittyy helposti epämukavuus. Metsät on koettu syystäkin pelottavina ja uhkaavina, ja niihin ei ole välttämättä ole ollut lupaa mennä. Erämaatarkasteluissa metsiin on kiinnitetty huomiota viljeinä maisemina. Näistä syistä metsiköiden ja metsien maisematarkasteluun on ollut vähän kiinnostusta.

2000-luvun luonnonmukaisempi suunnittelutapa on alkanut nähdä monikerroksisten ja monilajisten puuistutusten arvon, ja myös metsäpuutarha on puutarhan mallina tullut tunnetummaksi. Metsiköiden maisematarkastelusta on hyötyä uudenlaisten istutusten perustamiseen puistoissa, pihossa ja puutarhoissa. Aiheesta ovat kirjoittaneet mm. Ella Rätty ja Hanna Marttinen teoksessaan *Suomalainen metsäpuutarha* (WSOY 2014).



Kuva 17. Suomalainen metsäpuutarha. Kuva Joel Rosenberg

Lähimaisemana metsäpuutarhan voi kokea kaikilla aisteilla ja tämä onkin metsäpuutarhan tärkein suunnittelutaso: miten metsäpuutarha koetaan latvuston alla. Metsäpuutarha on melko pienimuotoista lähimaiseman suunnittelua. Metsäpuutarhaa aistitaan ja tarkastellaan aina myös liikkeessä, eteenpäin kulkien ja välillä pysähtyen, usein viipyenkin. Metsäpuutarhasta halutaan paikka, jossa askel hidastuu, ja kulkija voi uppoutua tarkastelemaan yksityiskohtia. Metsäpuutarhan vetovoima on osittain siinä, että se tarjoaa ihmiselle näkymiä ja yksityiskohtiaan vähän kerrallaan säilyttäen salaperäisyyttä polun varrella.

Käyskentelyn ja tutkimisen lisäksi metsäpuutarha on kiehtova tekemisen ympäristö, vaikka tarhuri säästyikin monilta tavallisimmilta puutarhurin töiltä, kuten ruohonleikkuulta tai haravoimiselta. Metsäpuutarhuri voi sen sijaan sekatoorien ja oksasaksien avulla muokata oksistoja, ohjata silmuista oksien kasvua, huomioida lintuja ja muita eläimiä, säästää sopivia tiheiköitä ja täydentää istutuksia olevien puiden juuristojen äärelle. Hän voi seurata ja ohjata istuttamiensa ja kylvämiensä eri kasvillisuuskerrosten lajien menestymistä. Kenties joistakin lajeista saa satoa, siemeniä tai pistokkaita.



Kuva 18. Metsäpuutarhoissa on paljon nähtävää. Kuva: Kirsi Mäkinen

Kasvustotilat ja tilasarjat metsäpuutarhoissa

Metsäpuutarhoissa kuljetaan siis erilaisissa kasvustotiloissa. Kasvupaikka saattaa vaihdella karusta rehevämpään maalajin vaihtumisen, maaston korkeuserojen ja kivisyyden vuoksi. Rehevimmät kohdat tuottavat tiheimmät kasvustotilat ja sulkevat näkymät kulkijan edestä. Sulkeutuneita näkymiä voidaan myös luoda avaraan latvuston alaiseen tilaan istuttamalla pitkälatvuksisia havukasveja tai tiheitä varjopuulajeja väliverhoiksi. Väliverhot rajaavat näkymiä ja voivat tehdä metsästä mielenkiintoisen. Tiheet väliverhot ovat usein myös suoja-puita eläimille ja pesimäpuita metsälinnuille.

Puulajien valinnalla, sekä pensaskerrosta muokkaamalla ja ohjaamalla voidaan tuottaa erilaisia tiloja metsäpuutarhan sisätilaan. Tiheään ja ravinteikkaaseen kasvupaikkaan voidaan kehittää latvuston alaisia huonetiloja, joissa on näkösyvyyttä. Latvuston voi avata myös niin, että näkymä taivaalle syntyy tuottaen valokuilun tai pienen aukion.

Metsäpuutarhan hoitaja voi myös nauttia tiheydestä, varjoisuudesta ja sammaleista ja karikkeen tuokusta. Sammaleet, jäkälät, karike ja sienet, ja lahopuu ovat metsän maisemaelementtejä sekä elinympäristöjä luonnon eliöille.

Taulukko 1. Viihtyisän ja turvalliseksi koetun ympäristön kokemisessa tärkeitä ominaisuuksia, joiden avulla metsäpuutarhakin voidaan suunnitella (kootu lähteestä Kaplan & Kaplan, 1989)

<p>Harmonia, yhteensopivuus Ympäristön osat noutuvat toisiinsa. Eri elementtien suhteet ovat sopuinnussa keskenään.</p>	<p>Ympäristön ymmärrettävyys, luettavuus. Saamme aisteillamme selvää ympäristöstä. Siinä ei ole häiritseviä, sekavia elementtejä ja pysytymme suunnistamaan ja liikkumaan siinä.</p>
<p>Monimuotoisuus Ympäristö tarjoaa monia ominaisuuksia, rakenteita, tiloja, paikkoja, mahdollisesti ravintoa, suojaa, levähdyspaikkoja, toiminnan ympäristöjä.</p>	<p>Salaperäisyys Ympäristö houkuttelee tarkastelemaan sitä, se on kutsuva. Ympäristö ei avaudu kertavilkaisulla, vaan siinä on rajautuvia näkymiä.</p>

Maisema-arkkitehti **Anne Rihniemen** julkaisussa esitellään lukuisia karujen ja rehevien maiden kasvustotilatyyppejä, joista on hyötyä metsäpuutarhan suunnittelussa tilasarjoiksi. Erilaisilla kasvustotiloilla on omat kasvunopeutensa ja kasvuprosessinsa.

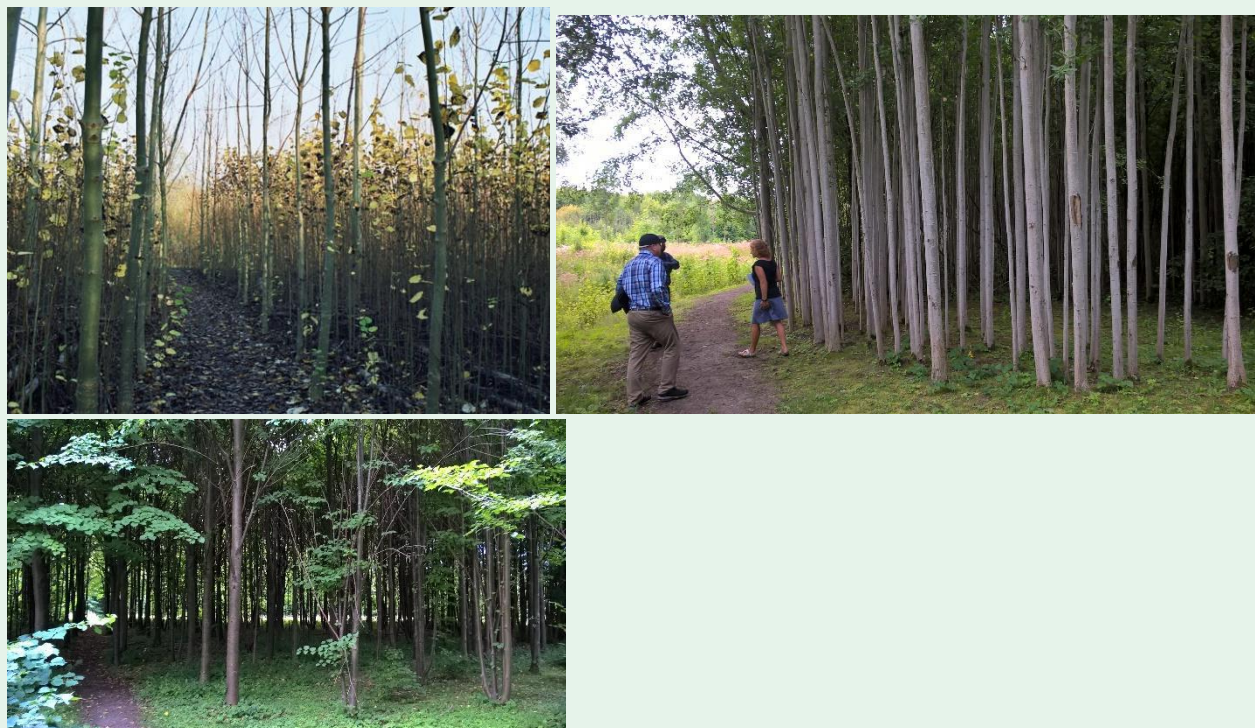
Erilaisia metsikkö – ja metsäpuutarhan tiloja: (Rihniemi, 1995)

- **Rungostot ja latvustot:** Pilaritila, väljä pilaritila, monikerroksinen latvusto
- **Reunavyöhykkeet:** avoin, puoliavoin, suljettu, laiteellinen reunavyöhyke
- **Aukiot:** valokuilu, huonetila, metsäaukio
- **Muut elementit:** porttiaiheet, väliverhot, katseenvangitsijat, historialliset jäänteet

Kokeilua, tutkimusta, taidetta, estetiikkaa

2000-luvun ajan Ruotsissa ja Tanskassa on tehty mielenkiintoisia holistisia tarkasteluja metsiköiden kasvusta, joiden malleista, seurannoista ja ideoista on hyötyä suomalaisten metsäpuutarhojen ja puustoisten istutusten miettimiseen. Ympäröivä maisema – maaseutu tai kaupunki, metsäalueet, avoin viljelymaisema ja rakennusten sijainti, määrittävät, miten metsäpuutarha asettuu maisemaan. Näitä tarkasteluja käsittelee ruotsinkielinen teos: **Det Nya Landskapet**.

Ruotsin maatalousyliopiston (SLU) Alnarpin kampuksella ja kahdessa muussa maisemalaboratorioissa on 1990-luvulta asti istutettu kymmeniä tai jopa satoja nuoria puuryhmiä eri puulajeista, joissa on tutkittu ja seurattu näiden kasvua niin lähimaisemina kuin kasviekologisina kasviyhteisöinä - unohtamatta muuta eliölajistoa ja myös kasvintuotantoa. Näistä ovat opiskelijaryhmät saaneet muokata erilaisia kasvustotiloja. Osasta puustoistutuksia on muokattu harvennusten avulla design-tyyppisiä näkymiä. Osassa alaoksia ja latvuksia muotoilemalla on saatu aikaan erityisiä tiloja.



Kuvat 19. Alnarpin maisemalaboratorion (perustettu n. 1990-luvun puolivälissä) juurivesoista kasvanut tiheä, pilarimainen hybridihaavikko muistuttaa bambumetsää. Kuvan esimerkeissä on toteutettu kasvillisuuden muokkausta keksimällä uusia malleja (nk. Creative management). Yläkuvassa haavikko noin 10 vuotta aiemmin. Haavikossa on jo toisen polven vesoja. Kuvat: Kirsi Mäkinen



8. Talous

Luku 8. Peltometsäviljelyn talous

Tuomas Mattila (SYKE)

Tavoitteena enemmän hyötyjä kuin haittoja

Peltometsäviljely muuttaa ympäröivää viljelyjärjestelmää. Oikein toteutettuna sen hyödyt ovat kuitenkin paljon suuremmat kuin haitat. Haittoja voidaan vähentää hyödyntämällä parhaita käytäntöjä, joita on kuvattu muualla kirjan osissa. Tässä luvussa käsitellään peltometsäviljelyn taloutta eri näkökulmista. Suorat myyntitulot ja menot puiden hoidosta ovat vain pieni osa kokonaisvaikutuksesta tilan talouteen. Niiden lisäksi peltometsäviljely vaikuttaa ympäröivään viljelyyn. Myös puuston arvo karttuu ajan myötä, mikä lisää puuinvestoinnin arvoa.

Peltometsäviljely aiheuttaa välittömiä suorja kuluja. Puiden lisääminen pellolle vaatii tuotantopainoksia (taimet, suojaus, pohjatyöt, kastelu, jne.) sekä työaikaa. Jos pyrkimyksenä on saada korkea-arvoista puuainesta tai hedelmiä, istutuksen jälkeen puut on suojattava eläimiltä ja oheiskasveilta. Lisäksi niitä on leikattava vuosittain kasvun ohjaamiseksi. Etenkin hedelmäpuilla ja pähkinöillä sadonkorjuu on toinen merkittävästi aikaa vievä työvaihe. Puustoisien maatalouden työmenekki voi olla noin kymmenkertainen pinta-alaa kohden peltoviljelyyn verrattuna.

Tämän lisäksi puiden istuttaminen vie maapinta-alaa, jota voitaisiin käyttää muuhun. Suomessa peltomaan arvo on noin 10 000 €/ha (Luke tilastot 2022, Peltomaan ostohinnat). Suurin osa pellon arvosta muodostuu sen tukioikeuksista, pellon tuottoarvo on vain noin 2000 €/ha (80 €/ha/vuosi Etelä-Suomessa, Verohallinto 2022).

Tuotantomuodon muuttumisesta johtuva tulon menetys voidaan laskea monella tapaa:

- 1) Jos peltometsäviljelyn alle jäävä maa-ala ei ole jatkossa tukikelpoista, tapahtuu kertaluokan menetys, noin 8000 €/ha.
- 2) Jos ala säilyy tukikelpoisena, ja "peltometsäviljely" on viljelykasvi muiden joukossa, voidaan vertailua tehdä muuttuvien kustannusten suhteen. Esimerkiksi viljanviljelyssä myyntitulojen

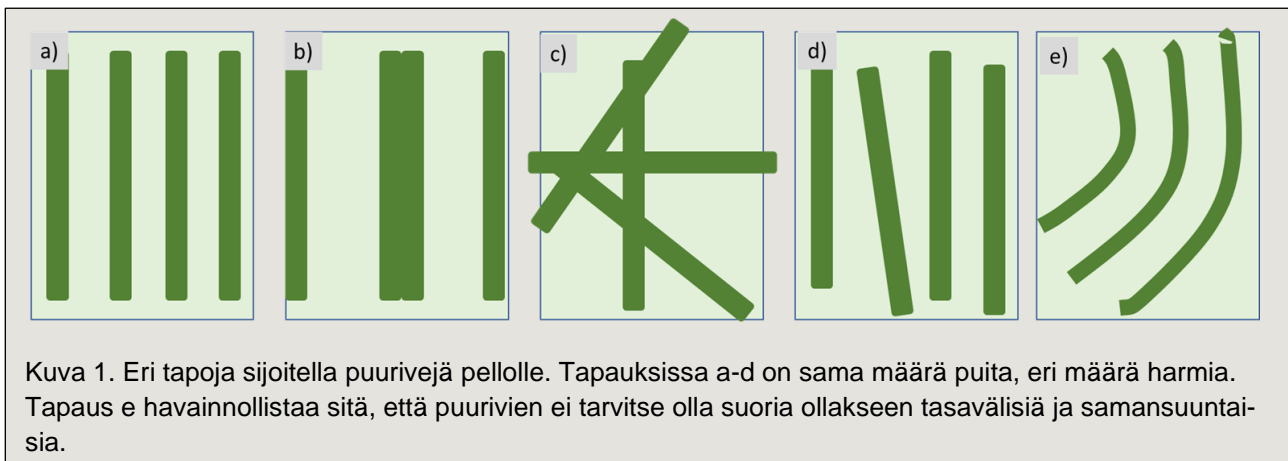
ja muuttuvien kulujen erotus (Kate A ilman tukia) on ollut keskimäärin noin 109 €/ha/vuosi (Luke, 2022. Taloustohtori, 2015-2021). Vertailun viljelykasvien välillä voi tehdä katelaskelmilla, tai siten, että esimerkiksi tämä keskimääräinen hehtaari-tuotto laitetaan mittatikuksi, johon peltometsäviljelyn tuottoa verrataan.

3) Toinen vaihtoehtoinen pellon käyttö on sen vuokraus. Vuokrahinnat ovat Etelä-Suomessa noin 300 €/ha. Jos pellon vuokraa pois sen sijaan, että sille istuttaa puita, ansaitsee noin 300 €/ha.

Joka tapauksessa pellon käytöstä peltometsäviljelyyn seuraa laskentatavasta riippuen noin 80-300 €/ha vuotuinen tuottovaatimus, jotta käyttö olisi muita käyttövaihtoehtoja kannattavampi. Puurivien kohdalla tarkastelun voi tehdä siten, että menetetty tulo lasketaan vain puurivien kohdalle tai sitten lasketaan katevertailu koko alalle (rivit + väli), jota verrataan koko alan vaihtoehtoiseen käyttöön.

Tarkasteluun vaikuttaa myös työmenekki, käytössä oleva työvoima sekä esimerkiksi viljanviljelyn kiinteät kustannukset. Jos vilja-ala pienenee, mutta kalusto pysyy samana, koneiden uusimisen ja huollon kustannukset kohdistuvat pienemmälle alalle, eli ovat korkeammat hehtaaria kohden. Periaatteessa peltometsäviljelyn tuottovaatimuksen tulee sisältää riittävästi voittoa, että saadaan katettua riittävä osuus koko tilan kiinteistä kuluista sekä työvoimakustannuksista.

Peltometsäviljelyn haitallisista vaikutuksista muuhun viljelyyn löytyy menetetyin pinta-alan lisäksi peltoalan pirstoutuminen ja mahdollinen varjostus. Varjostuksen haittoja voidaan minimoida sijoittamalla puut pohjois-etelä suuntaan ja sopivalle välimatkalle, mutta pirstoutumisen välttämisen vaatii enemmän suunnittelua. Kuva 1 havainnollistaa viittä eri tapaa sijoittaa puita pellolle. Tapauksissa a-d on sama määrä puita, mutta haittavaikutus muulle viljelylle on huomattavan erilainen. Tapauksissa a ja b puut on sijoitettu tasavälein ja päisteeseen on jätetty riittävä kääntymisalue. Jos puurivien väliin jäävä mitta sopii tilalla käytettyihin koneiden leveyksiin (esim. pui-muri 4 m, kasvinsuojeluruisku 16 m), puuriveistä



Kuva 1. Eri tapoja sijoitella puurivejä pellolle. Tapauksissa a-d on sama määrä puita, eri määrä harmia. Tapaus e havainnollistaa sitä, että puurivien ei tarvitse olla suoria ollakseen tasavälisiä ja samansuuntaisia.

ei ole juurikaan haittaa muun viljelyn toteuttamiselle. Niitä voi jopa käyttää tietynlaisena ajopastimena, jolla varmistuu, että ajolinjat ovat samansuuntaisia, ja päällekkäisajo minimoituu. Tapauksissa c ja d puuriveistä on huomattavasti haittaa viljelylle. Tapaus c pirstoo peltolohkon kahdeksaan osaan, joissa on lisäksi teräviä kulmia, joissa on mahdotonta kääntyä koneilla. Tapaus d on haitoiltaan lähestulkoon samanlainen: puurivit muodostavat kapenevia kiiloja, joissa aiheutuu huomattava määrä päällekkäinajoja. Lisäksi päisteet eivät ole täysleveitä, mikä haittaa siirtymistä ja kääntymistä huomattavasti. Jotta puurivit toimivat peltoviljelyssä, niiden on oltava samansuuntaisia ja tasavälisiä. Tapaus e havainnollistaa sitä, että samansuuntaiset ja tasaväliset puurivit voivat olla myös kaarevia, esimerkiksi maastonmuotoja mukailien sijoitettuja. Tällöin niiden muoto kuitenkin muuttuu riviltä toiselle siirtäessä.

Miksi sitten peltometsäviljelyä käytetään? Peltometsäviljely on mielekäs maankäyttöratkaisu, jos sillä saavutetut hyödyt ovat suuremmat kuin edellä kuvatut haitat. Eräs tapa tarkastella kannattavuutta on maankäytön ”sekaviljelyteho” (*land equivalent ratio, LER*), eli kuinka tuottavaa puiden ja pellon yhdistäminen on suhteessa näiden pitoon erillään. Esimerkkinä voidaan tarkastella vaikka tilannetta, jossa 16 m viljakaistojen välissä on 2 m omenapuukaista. Omenapuiden normaali riviväli tarhassa on 4 m, joten tässä omenapuiden tuottavuus on $4/2 = 200\%$. Viljan voidaan arvella hyötyvän puiden tekemästä mikroilmastosta, joten oletetaan, että sen satotasonousee 10%. Hehtaarin alalla kasvaa 0,11 ha

puita, jotka vastaavat 0,22 ha omenatarhaa ($200\% \cdot 0,11 \text{ ha}$). Viljaa on 0,89 ha, joka vastaa 0,98 ha vilja-alaa ($110\% \cdot 0,89 \text{ ha}$). Yhteensä ala vastaa tuottavuudeltaan 1,2 ha aluetta. (Samantyyppisen laskelman voi tehdä myös rahapohjaisena (*MER, monetary equivalent ratio; IER, income equivalent ratio*)).

Peltometsäviljely on investointi

Peltometsäviljelyn voi nähdä myös investointina tulevaisuuteen. Perustamisvaiheen kulut johtavat melko nopeaan arvonnousuun. Esimerkiksi alle 2 € omenapuun perusrunko vartettuna ja vuoden kasvatettuna vastaa jo 10 € piiskataimea, tästä vielä 2 vuotta kasvatettuna 40 € omenan taimea. Tuotantoikäinen omenapuu vastaa jo noin 200 € tuottoarvoa. Harvalla sijoituksella saa satakertaisen arvonnousun vuosikymmenessä.

Arvopuutavaran tuotannossa tuotot tulevat vasta vuosikymmenten päästä. Eräs menetelmä näiden arvottamiseen on nykyarvoistus, jota tässä luvussa aiemmin on sovellettu erilaisten tuottoarvojen määrittämiseen. **Nykyarvoituksessa eri ajankohtina tapahtuvat tulot ja menot siirretään nykytilaan korkokertoimen avulla.** Esimerkiksi, jos saat 10 € nyt ja se kasvaa 4% korkoa, tämä vastaa 14,80 € kymmenen vuoden päästä ($1,04^{10}$), eli noin 15 € kymmenen vuoden päästä on nykyarvoltaan sama kuin 10 € nyt. (Tulo nyt 10 €, nykyarvokerroin 1,04, vuosien määrä 10.) Tulevaisuudessa tapahtuvat tulot jaetaan sen vuoden nykyarvokertoimella, jolloin ne saadaan nykyarvoistettua. (Edellisessä esimerkissä $15\text{€} : 1,04^{10} = 10 \text{€}$.)

Tarkastellaan kuvitteellista esimerkkiä 0,1 ha mustajalopähkinäviljelmästä. Jos mustajalopähkinä kasvaa noin 6 m³/ha/vuosi ja puun arvo sahattuna ja kuivattuna on 2000 €/m³, sahauksen kustannus on 200 €/m³, hävikki 50% ja tarkoitus on korjata puusato 30 vuoden päästä. Taimet ja istutus maksavat 500 kpl/ha x 5 €/kpl x 0,1 ha = 250 €. Aitauksekustannus ja alkuhoito on 1000 €.

Tuotot ovat: 30 vuotta * 6 m³/ha/vuosi * 0,1 ha * 50% saanto * 2000 €/m³ = 18 000 €. Sahauksen kulut 18 000 €. Näiden erotus 16 200 €. Nykyarvokerroin on 4% korkokannalla $1,04^{30} = 3,24$, eli tulot vastaavat 16 200 € : 3,24 = 4 990 € nykyarvoa .

Perustamismenot ovat 1250 €, joten viljelmän nykyarvo on 3740 €. Vaikka menetettäisiin pellon tukiarvo (noin 8000 €/ha, tässä tapauksessa 800 €/viljelmä), viljelmä vaikuttaisi kannattavalta investoinnilta, mutta riskit ovat melko suuret. Jotta investoinnin kannattavuus toteutuu, puut pitää saada kasvamaan, korjattua ja myytyä vuosikymmenten päästä.

Kaksi esimerkkiä: tuulensuojakuja ja puustoinen suojavyöhyke

Tarkastellaan kahta käytännön esimerkkiä.

Tuulensuoja-aidanne

Pituus: 500 m. Pajuja 50 cm välein, tervaleppää 3 m välein.

Perustamiskustannukset: perustamistyöt: syväkuohkeutus, pinnan muokkaus ja muotoilu, konetyö noin 80 €; biohajoava suojamuovi 110 €; taimet 1000 kpl pajua (200 €), 167 kpl tervaleppää (350 €); istutustyö: 10 h x 30 €/h = 300 € Yhteensä: 840 €.

Menetetty peltoala 0,15 ha * 8000 €/ha = 1200 € (300 € jos alue säilyy tukikelpoisena ja menetetään vain viljasadon kannattavuuden nykyarvo 20 vuoden ajalta).

Hyödyt: hakepuuta 20 m³ 5 vuoden välein x 14 €/m³ = 280 € - haketus ja korjuu 200 € = 80 €. Nykyarvo 20 vuodelle 200 €. Tervaleppää 40 m³, 50

vuoden päästä x 200 €/m³ = 8000 €, nykyarvo 1126 € (korjuukustannuksia ei ole huomioitu)

Hyödyt – kustannukset: 1426 € – 1140 € = 286 €. (1907 €/ha)

Hyödyt riippuvat kuitenkin paljon siitä, että tuloksena on korkealaatuista puuta joskus kaukaisessa tulevaisuudessa. Jos tervaleppä jätetään pois, tuloksena on 940 € tappio.

Tuulensuojan ensisijainen tarkoitus on kuitenkin tuottaa tuulensuojaa ympäröiville kasvustoille. Jos tuulensuojavaikutus olisi esimerkiksi 100 m, tämä kujanne vaikuttaisi 5 ha pinta-alalle. Jos keskimääräinen sadonlisäys olisi 10%, tämä tarkoittaisi vuosittain sadon kasvua, joka vastaa 0,5 ha alaa. Nykyisillä viljasadoilla ja hinnoilla tämä vastaa 0,5 ha * 250 €/t * 4 t/ha = 500 € vuotuista hyötyä. Tämän nykyarvo 20 vuoden ajalle lasketuna on noin 7300 €. Eli tuulensuojaistutuksen hyödyt ympäröivälle viljelylle ovat noin kuusinkertaiset haittoihin nähden, vaikka tuulensuojasta ei korjattaisi puusatoa. (Jos tuulensuoja poistuu peltokäytöstä, sen haitat kasvavat, mutta hyödyt ovat silti yli kolminkertaiset haittaan nähden. Tuulensuoja on siis kannattava investointi, vaikka sadonlisä jäisi kolmasosaan arvioidusta laskelmasta.)

Puustoinen suojavyöhyke erikoispuulajien tuottoa varten.

Tässä tapauksessa metsitettäisiin noin 30 m vyöhyke vesistön tai valtaojan varteen. Tarkoituksena olisi muodostaa ekologinen käytävä, hillitä eroosiota ja parantaa vesistön tilaa, mutta myös tuottaa arvokasta puuainesta. Mikä korjattavan puusadon arvon pitäisi olla, jotta toiminta olisi taloudellisesti kannattavaa?

Perustamiskustannukset muodostuvat maan muokkauksesta (syväkuohkeutus, heinäntorjunta, n. 80 €/ha), salaojajärjestelmän muokkauksesta (kokoojaputki umpiputkeksi, laskuaukon uusiminen, n. 200 €), sekä myös taimista (ehkä 1000 €) ja aitauksesta (ehkä 1500 €), yhteensä 2780 €. Tässä tapauksessa pelto myös todennäköisesti luokitellaan metsäksi, eli se menettää tukikelpoisuuden (vaihtoehtoina olisi tuottaa hedel-

miä tai pähkinöitä, tai pitää pelto pysyvänä nurmena jonka alasta yli 50% on nurmikasvillisuutta ja suuria puita on alle 50 kpl/ha). Jos pellon menetetty arvo on 8000 €/ha, kokonaiskustannukset ovat 10780 €/ha. Jotta metsitys olisi myös taloudellisesti kannattavaa, nykyarvoistettujen tuottojen tulisi olla tätä suurempia.

Rehevällä peltomaalla puuston kasvu voi olla erittäin voimakasta. Jos kasvu on 8 m³/ha/vuosi ja ensimmäinen harvennus tehdään 25 vuoden päästä (100 m³/ha) ja toinen tästä 20 vuoden päästä (200 m³/ha). Jos nämä puumäärät nykyarvoistetaan 4% korolla, tämä vastaa nyt saatavana puumääränä $100 : 2,67 + 200 : 5,84 = 72$ m³/ha. Jotta toiminta olisi kannattavaa, puukuitin arvo tulisi olla vähintään 150 €/m³, eli noin kolminkertainen havupuusahatavaraan nähden. Hinta ei kuitenkaan ole mitenkään mahdoton, erikoispuulajeilla tämä voidaan saavuttaa, mutta tällöin puulle pitää olla ostaja ja puun laadun on oltava hyvää. Puustoinen suojavyöhyke ei olekaan "metsitä ja unohda" tyyppinen ratkaisu, vaan ennemmin perehtyminen uuteen kasvintuotantomuotoon.

(Tässäkin laskelmassa kannattaa huomioida se, että iso osa metsityksen tulonmenetyksistä verrattuna peltoviljelyyn muodostuu peltomaan menetetyistä arvosta, joka taas perustuu oletukseen tukien jatkumisesta. Jos pellon vaihtoehtoisen käytön arvo jätetään syystä tai toisesta huomiotta, jo 40 €/m³ puun hinta tekisi suojavyöhykkeestä kannattavaa.)

Tulevaisuuteen varautuminen

Samoin kuin metsänhoidossa ylipäätensä, peltometsäviljelyssä nykyiset kustannukset ja tulot ovat vain pieni osa koko yksikön elinkaaren aikaisista tuloista ja menoista. Tulot voivat tulla vasta vuosikymmenten päästä, jolloin eletään hyvin erilaisessa maailmantilanteessa. Esimerkiksi fossiilisten polttoaineiden kustannukset voivat olla paljon korkeampia; ehkä on löydetty edullisia uusiutuvia energialähteitä ja hakkeelle ei ole käyttöä; vertailukohtana toimivan peltoviljelyn kannattavuus voi olla joko parempi tai huonompi. Laskelmiin kannattaa tehdä herkkyystarkastelua: "entä jos käy näin tai noin".

Herkkyystarkastelua tärkeämpää on kuitenkin miettiä, millaisen tilan haluaa tehdä vuosikymmenten päähän. Missä kunnossa pellot, metsät ja vesistöt ovat? Millainen on ympäröivä kyläyhteisö? Voiko näihin tavoitteisiin päästä istuttamalla tuulensuojaistutuksia ja käynnistämällä pienimuotoista puunjalostusta? Pidemmällä aikajänteellä pieni vuosittainen muutos on iso vuosikymmenittäinen muutos.



Kuva 2. Mustajalopähkinän (*J. nigra*) taimi eteläisessä Suomessa. Mustajalopähkinä on arvokasta puusepänpuuta. Kuva Iiris Mattila



.Kuva 3. Hasselin tuottavuuden arviointia, Wake-lyns Agroforestry. Kuva Agforward Projekti. CC BY-NC-SA 2.0

Kirjallisuus

Luku 1.

Gregow, H., Lilja, S. ym. 2021. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjaukseen, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet.

Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2021. ISBN: 978-952-7457-047

https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2021/09/SUOMI-raportti_fi-nal.pdf

Kansallinen riskiarvio 2023. Kansallinen riskiarvio 2023. Sisäinen turvallisuus, Sisäministeriö 2023:4. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164627/SM_2023_4.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lilja, S. 2022. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen Suomessa, Voivatko luontopohjaiset ratkaisut olla avuksi? Ympäristö ja terveys lehti 1/2022.

Luukkanen O. (2020): Miksi vakiintunut pelto-metsäviljely-termi hylätään? Metsätieteen aikakauskirja 2020-10425. Puheenvuoro. 2s. <https://doi.org/10.14214/ma.10425>

Nygren P. (2020): Puustoinen maatalous vai pelto-metsäviljely – toimitussihteerin mietteitä sanastojen laatimisesta. Metsätieteen aikakauskirja 2020-10427. Puheenvuoro. 2 p. <https://doi.org/10.14214/ma10427>

USDA: Riparian Forest Buffers, infosheets <https://www.fs.usda.gov/nac/practices/riparian-forest-buffers.php>

USDA: Working trees infosheet. How can agroforestry help landowners adapt to climate change?

<https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/workingtrees/infosheets/WTInfoSheet-ClimateAdaptation.pdf>

Raskin B., Osborn S. (2019): The Agroforestry Handbook – Agroforestry for the UK. 150 s. Soil Association Limited

Rimhanen K., Määttä S., Yirdaw E. (2020): Puustoinen maatalouden termistöä suomen ja ruotsin kielellä. Metsätieteen aikakauskirja 2020-10408. Tieteen tori. 4 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10408>

Rimhanen K., Määttä S., Yirdaw E. (2020): Puustoinen maatalous -termi kuvaa ymmärrettävästi tuotantojärjestelmää. Metsätieteen aikakauskirja 2020-10435. Puheenvuoro 2 s. <https://doi.org/10.14214/ma10435>

Savela I. (2021): Agrometsätalouden menetelmiä ja mahdollisuuksia Suomessa. Opinnäytetyö helmikuu 2021, JAMK, luonnonvara-ala.

Saikku, L., Lilja, S. ym. 2022: Maakuntien rooli ja vaikuttavat ilmastotoimet hiilineutraalin Suomen saavuttamiseksi. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 1/2022 <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/341163>

Viitteet (Anu Riikonen)

Agus, F., Cassel, D. K., & Garrity, D. P. (1997). Soil-water and soil physical properties under contour hedgerow systems on sloping oxisols. *Soil and Tillage Research*, 40(3-4), 185-199.

Amadi, C. C., Van Rees, K. C., & Farrell, R. E. (2016). Soil-atmosphere exchange of carbon dioxide, methane and nitrous oxide in shelterbelts compared with adjacent cropped fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 223, 123-134.

Amadi, C. C., Farrell, R. E., & Van Rees, K. C. (2017). Greenhouse gas emissions along a shelterbelt-cropped field transect. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 241, 110-120.

Anderson LS, Sinclair FL (1993) Ecological interactions in agroforestry systems. *Agrofor Abstr* 6:57-91.

Aosaar, J., Varik, M., & Uri, V. (2012). Biomass production potential of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) in Scandinavia and Eastern Europe: a review. *Biomass and bioenergy*, 45, 11-26.

- Baah-Acheamfour, M., Chang, S. X., Carlyle, C. N., & Bork, E. W. (2015). Carbon pool size and stability are affected by trees and grassland cover types within agroforestry systems of western Canada. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 213, 105-113.
- Baah-Acheamfour, M., Chang, S. X., Bork, E. W., & Carlyle, C. N. (2017). The potential of agroforestry to reduce atmospheric greenhouse gases in Canada: Insight from pairwise comparisons with traditional agriculture, data gaps and future research. *The Forestry Chronicle*, 93(2), 180-189.**
- Baggs, E. M., Chebii, J., & Ndufa, J. K. (2006). A short-term investigation of trace gas emissions following tillage and no-tillage of agroforestry residues in western Kenya. *Soil and Tillage Research*, 90(1-2), 69-76.
- Batish, D. R., Jose, S., Kohli, R. K. & Singh, H. (2007). *Ecological basis of agroforestry*. CRC Press.
- Benhamou, C., Salmon-Monviola, J., Durand, P., Grimaldi, C., & Merot, P. (2013). Modeling the interaction between fields and a surrounding hedgerow network and its impact on water and nitrogen flows of a small watershed. *Agricultural Water Management*, 121, 62-72.
- Cerli, C., Celi, L., Johansson, M. B., Kogel-Knabner, I., Rosenqvist, L., & Zanini, E. (2006). Soil organic matter changes in a spruce chronosequence on Swedish former agricultural soil: I. carbon and lignin dynamics. *Soil science*, 171(11), 837-849.
- Dick, J., Skiba, U., Munro, R., & Deans, D. (2006). Effect of N-fixing and non N-fixing trees and crops on NO and N₂O emissions from Senegalese soils. *Journal of Biogeography*, 33(3), 416-423.
- Doyle ja Waterhouse 2018. Social and Economic Implications of Agroforestry for Rural Economic Development in Temperate Regions. Kirjassa Ecological basis of agroforestry, toim. Batish, Kohli, Jose, Singh, CRS press.
- FAO, 2011. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW)—Managing Systems at Risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London.
- Eschenbach, C., & Kappen, L. (1999). Leaf water relations of black alder [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.] growing at neighbouring sites with different water regimes. *Trees*, 14(1), 28-38.
- Everson, C. S., Everson, T. M., & Van Niekerk, W. (2009). Soil water competition in a temperate hedgerow agroforestry system in South Africa. *Agroforestry systems*, 75(3), 211-221.
- Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J., & Nayak, D. R. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions?. *Agriculture, ecosystems & environment*, 254, 117-129.
- Falloon, P., Powlson, D., & Smith, P. (2004). Managing field margins for biodiversity and carbon sequestration: a Great Britain case study. *Soil Use and Management*, 20(2), 240-247.
- Franzluebbers, A. J., Chappell, J. C., Shi, W., & Cubbage, F. W. (2017). Greenhouse gas emissions in an agroforestry system of the southeastern USA. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 108(1), 85-100.**
- Göbel, L., Heinlein, F., Schmidt, M., Veldkamp, E., & Corre, M. (2018, April). Nutrient leaching losses and nutrient retention efficiencies in temperate agroforestry systems versus conventional agricultural systems. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (Vol. 20, p. 7309).
- Herbst, M., Eschenbach, C., & Kappen, L. (1999). Water use in neighbouring stands of beech (*Fagus sylvatica* L.) and black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). *Annals of Forest Science*, 56(2), 107-120.
- Herbst, M., Roberts, J. M., Rosier, P. T., & Gowing, D. J. (2007). Seasonal and interannual variability of canopy transpiration of a hedgerow in southern England. *Tree physiology*, 27(3), 321-333.
- Herlin, I. L. S., & Fry, G. L. (2000). Dispersal of woody plants in forest edges and hedgerows in a Southern Swedish agricultural area: the role of site and landscape structure. *Landscape Ecology*, 15(3), 229-242.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

- Isaac, M. E., Gordon, A. M., Thevathasan, N., Oppong, S. K., & Quashie-Sam, J. (2005). Temporal changes in soil carbon and nitrogen in west African multistrata agroforestry systems: a chronosequence of pools and fluxes. *Agroforestry Systems*, 65(1), 23-31.
- Jose, S., & Gillespie, A. R. (1998). Allelopathy in black walnut (*Juglans nigra* L.) alley cropping. I. Spatio-temporal variation in soil juglone in a black walnut–corn (*Zea mays* L.) alley cropping system in the midwestern USA. *Plant and Soil*, 203(2), 191-197.
- Jose, S., & Bardhan, S. (2012). Agroforestry for biomass production and carbon sequestration: an overview. *Agroforestry Systems*, 86(2), 105-111.
- Karhu, K., Wall, A., Vanhala, P., Liski, J., Esala, M., & Regina, K. (2011). Effects of afforestation and deforestation on boreal soil carbon stocks—comparison of measured C stocks with Yasso07 model results. *Geoderma*, 164(1-2), 33-45.
- Kim, D.-G., Isenhardt, T. M., Parkin, T. B., Schultz, R. C., Loynachan, T. E., and Raich, J. W. 2009: Nitrous oxide emissions from riparian forest buffers, warm-season and cool-season grass filters, and crop fields, *Biogeosciences Discuss.*, 6, 607-650
- Kim, D. G., Kirschbaum, M. U., & Beedy, T. L. (2016). Carbon sequestration and net emissions of CH₄ and N₂O under agroforestry: Synthesizing available data and suggestions for future studies. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 226, 65-78.**
- Koivula, K. (2012). Peltometsävilyely mahdollisuutena tulevaisuuden Suomessa. Opinnäytetyö. Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma, Oulun seudun ammattikorkeakoulu.
- Kwak, J. H., Lim, S. S., Baah-Acheamfour, M., Choi, W. J., Fatemi, F., Carlyle, C. N., ... & Chang, S. X. (2019). Introducing trees to agricultural lands increases greenhouse gas emission during spring thaw in Canadian agroforestry systems. *Science of The Total Environment*, 652, 800-809.
- Lim, S. S., Baah-Acheamfour, M., Choi, W. J., Arshad, M. A., Fatemi, F., Banerjee, S., ... & Chang, S. X. (2018). Soil organic carbon stocks in three Canadian agroforestry systems: From surface organic to deeper mineral soils. *Forest ecology and management*, 417, 103-109.
- Linnenbrink, M., Lösch, R., & Kappen, L. (1992). Water Relations of Hedgerow Shrubs in Northern Central Europe. *Bulk Water Relations. Flora*, 187, 121-133.
- Livesley, S. J., Gregory, P. J., & Buresh, R. J. (2004). Competition in tree row agroforestry systems. 3. Soil water distribution and dynamics. *Plant and soil*, 264(1-2), 129-139.
- Long, R., Garbach, K., & Morandin, L. (2017). Hedgerow benefits align with food production and sustainability goals. *California Agriculture*, 71(3), 117-119.
- Lorenz, K., & Lal, R. (2014). Soil organic carbon sequestration in agroforestry systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(2), 443-454.
- Matthews, S., Pease, S. M., Gordon, A. M., & Williams, P. A. (1993). Landowner perceptions and the adoption of agroforestry practices in southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems*, 21(2), 159-168.
- Ntayombya, P., & Gordon, A. M. (1995). Effects of black locust on productivity and nitrogen nutrition of intercropped barley. *Agroforestry Systems*, 29(3), 239-254.
- Von Maydell, H. J. (1995). Agroforestry in central, northern, and eastern Europe. *Agroforestry Systems*, 31(2), 133-142.
- Merot, P. (1999). The influence of hedgerow systems on the hydrology of agricultural catchments in a temperate climate. *Agronomie*, 19(8), 655-669.
- Moore, B. D., Kaur, G., Motavalli, P. P., Zurweller, B. A., & Svoma, B. M. (2018). Soil greenhouse gas emissions from agroforestry and other land uses under different moisture regimes in lower Missouri River Floodplain soils: a laboratory approach. *Agroforestry systems*, 92(2), 335-348.
- Morandin, L. A., & Kremen, C. (2013). Hedgerow restoration promotes pollinator populations and exports native bees to adjacent fields. *Ecological Applications*, 23(4), 829-839.
- Mosqueru-Losada, M.R., Freese, D., Rigueiro-Rodriguez, A. 2011. Carbon sequestration in European agroforestry systems. In: Kumar, B. M., & Nair, P. R. (Eds.). (2011). *Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges* (Vol. 8). Springer Science & Business Media.

- Nair, P. R., Nair, V. D., Kumar, B. M., & Showalter, J. M. (2010). Carbon sequestration in agroforestry systems. In *Advances in agronomy* (Vol. 108, pp. 237-307). Academic Press.
- Negash, M., & Kanninen, M. (2015). Modeling biomass and soil carbon sequestration of indigenous agroforestry systems using CO2FIX approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *203*, 147-155.
- van Noordwijk, M.; Lawson, G.; Hairiah, K.; Wilson, J. (2015). Root distribution of trees and crops: competition and/or complementarity [Chapter 8]. In: Ong, Chin K.; Black, Colin R.; Wilson, Julia, (eds.) *Tree-crop interactions: agroforestry in a changing climate. 2nd ed.* Wallingford, UK, CAB International, 221-257.
- Noponen, M. R., Healey, J. R., Soto, G., & Hagger, J. P. (2013). Sink or source—the potential of coffee agroforestry systems to sequester atmospheric CO₂ into soil organic carbon. *Agriculture, ecosystems & environment*, *175*, 60-68.
- Ntayombya, P., & Gordon, A. M. (1995). Effects of black locust on productivity and nitrogen nutrition of intercropped barley. *Agroforestry Systems*, *29*(3), 239-254.
- Oelbermann, M., & Voroney, R. P. (2007). Carbon and nitrogen in a temperate agroforestry system: using stable isotopes as a tool to understand soil dynamics. *ecological engineering*, *29*(4), 342-349.
- Palma, J. H., Crous-Durán, J., Graves, A. R., de Jalon, S. G., Upson, M., Oliveira, T. S., ... & Burgess, P. J. (2018). Integrating belowground carbon dynamics into Yield-SAFE, a parameter sparse agroforestry model. *Agroforestry systems*, *92*(4), 1047-1057.**
- Peichl, M., Thevathasan, N. V., Gordon, A. M., Huss, J., & Abohassan, R. A. (2006). Carbon sequestration potentials in temperate tree-based intercropping systems, southern Ontario, Canada. *Agroforestry systems*, *66*(3), 243-257.
- Pumariño, L., Sileshi, G. W., Gripenberg, S., Kaartinen, R., Barrios, E., Muchane, M. N., ... & Jonsson, M. (2015). Effects of agroforestry on pest, disease and weed control: a meta-analysis. *Basic and Applied Ecology*, *16*(7), 573-582
- Rallings, A. M., Smukler, S. M., Gergel, S. E., & Mullinix, K. (2019). Towards multifunctional land use in an agricultural landscape: A trade-off and synergy analysis in the Lower Fraser Valley, Canada. *Landscape and Urban Planning*, *184*, 88-100.
- Rhoades, C. C., Nissen, T. M., & Kettler, J. S. (1997). Soil nitrogen dynamics in alley cropping and no-till systems on ultisols of the Georgia Piedmont, USA. *Agroforestry Systems*, *39*(1), 31-44.
- Rigueiro-Rodríguez, A., McAdam, J., & Mosquera-Losada, M. R. (Eds.). (2008). *Agroforestry in Europe: current status and future prospects* (Vol. 6). Springer Science & Business Media.
- Rosenstock, T. S., Tully, K. L., Arias-Navarro, C., Neufeldt, H., Butterbach-Bahl, K., & Verchot, L. V. (2014). Agroforestry with N₂-fixing trees: sustainable development's friend or foe?. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *6*, 15-21.
- Seiter, S., Ingham, E. R., & William, R. D. (1999). Dynamics of soil fungal and bacterial biomass in a temperate climate alley cropping system. *Applied Soil Ecology*, *12*(2), 139-147.
- Seiter, S., William, R. D., & Hibbs, D. E. (1999). Crop yield and tree-leaf production in three planting patterns of temperate-zone alley cropping in Oregon, USA. *Agroforestry Systems*, *46*(3), 273-288.
- Seiter, S., & Horwath, W. R. (1999). The fate of tree root and pruning nitrogen in a temperate climate alley cropping system determined by tree-injected ¹⁵N. *Biology and fertility of soils*, *30*(1-2), 61-68.**
- Shi, S., Zhang, W., Zhang, P., Yu, Y., & Ding, F. (2013). A synthesis of change in deep soil organic carbon stores with afforestation of agricultural soils. *Forest Ecology and Management*, *296*, 53-63.
- Shrestha, B., Chang, S., Bork, E., & Carlyle, C. (2018). Enrichment planting and soil amendments enhance carbon sequestration and reduce greenhouse gas emissions in agroforestry systems: A review. *Forests*, *9*(6), 369.
- Sileshi, G., Akinnifesi, F. K., Ajayi, O. C., Chakeredza, S., Kaonga, M., & Matakala, P. W. (2007). Contributions of agroforestry to ecosystem services in the Miombo eco-region of eastern and southern Africa. *African journal of environmental science and technology*, *1*(4), 68-80.

- Smith, J. (2010). The history of temperate agroforestry. Organic research centre, Newbury, Berkshire, UK.
- Staley, J. T., Sparks, T. H., Croxton, P. J., Baldock, K. C., Heard, M. S., Hulmes, S., ... & Pywell, R. F. (2012). Long-term effects of hedgerow management policies on resource provision for wildlife. *Biological Conservation*, 145(1), 24-29.
- Świątek, B., Woś, B., Chodak, M., Maiti, S. K., Józefowska, A., & Pietrzykowski, M. (2019). Fine root biomass and the associated C and nutrient pool under the alder (*Alnus* spp.) plantings on reclaimed technosols. *Geoderma*, 337, 1021-1027.
- Thiel, B., Smukler, S. M., Krzic, M., Gergel, S., & Terpsma, C. (2015). Using hedgerow biodiversity to enhance the carbon storage of farmland in the Fraser River delta of British Columbia. *Journal of Soil and Water Conservation*, 70(4), 247-256.
- Thiel, B., Krzic, M., Gergel, S., Terpsma, C., Black, A., Jassal, R., & Smukler, S. M. (2017). Soil CO₂, CH₄ and N₂O emissions from production fields with planted and remnant hedgerows in the Fraser River Delta of British Columbia. *Agroforestry Systems*, 91(6), 1139-1156.
- Tsonkova, P., Böhm, C., Quinkenstein, A., & Freese, D. (2012). Ecological benefits provided by alley cropping systems for production of woody biomass in the temperate region: a review. *Agroforestry Systems*, 85(1), 133-152.**
- Udawatta, R.P., Jose, S. 2011. Carbon sequestration potential of agroforestry practices in temperate North America. In: Kumar, B. M., & Nair, P. R. (Eds.). (2011). *Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges* (Vol. 8). Springer Science & Business Media.
- Uri, V., Löhmus, K., Kiviste, A., & Aosaar, J. (2008). The dynamics of biomass production in relation to foliar and root traits in a grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) plantation on abandoned agricultural land. *Forestry*, 82(1), 61-74.
- Uri, V., Löhmus, K., Mander, Ü., Ostonen, I., Aosaar, J., Maddison, M., ... & Augustin, J. (2011). Long-term effects on the nitrogen budget of a short-rotation grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) forest on abandoned agricultural land. *Ecological Engineering*, 37(6), 920-930.
- Uri, V., Löhmus, K., & Tullus, H. (2003). Annual net nitrogen mineralization in a grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) plantation on abandoned agricultural land. *Forest Ecology and Management*, 184(1-3), 167-176.
- Verchot, L. V., Van Noordwijk, M., Kandji, S., Tomich, T., Ong, C., Albrecht, A., ... & Palm, C. (2007). Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 12(5), 901-918.
- van der Werf, W., Keesman, K., Metselaar, K., Mayus, M., Stappers, R., Burgess, P., ... & van Keulen, H. (2007). Yield-SAFE, a parameter-sparse process-based dynamic model for predicting resource capture, growth and yield in agroforestry systems.
- Vesterdal, L., Ritter, E., & Gundersen, P. (2002). Change in soil organic carbon following afforestation of former arable land. *Forest ecology and management*, 169(1-2), 137-147.
- Wotherspoon, A., Thevathasan, N. V., Gordon, A. M., & Voroney, R. P. (2014). Carbon sequestration potential of five tree species in a 25-year-old temperate tree-based intercropping system in southern Ontario, Canada. *Agroforestry systems*, 88(4), 631-643.
- Wu, K., & Wu, B. (2014). Potential environmental benefits of intercropping annual with leguminous perennial crops in Chinese agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 188, 147-149.
- Zhang, L., Chen, Y., Zhao, R., & Li, W. (2012). Soil carbon dioxide flux from shelterbelts in farmland in temperate arid region, northwest China. *European journal of soil biology*, 48, 24-31.

Luku 2.

Ashton M.S. & Kelty M.J.: The Practice of Silviculture – Applied forest ecology. 758 s. John Wiley & Sons LTD 2018. (the coppice method s. 251-271)

Grimo Nut Nursery:

<https://www.grimonut.com/shared/media/editor/file/Chestnut%20Farming%20for%20Profit%202017.pdf>

-Chestnut Farming For Profit

-Heartnut Farming For Profit

- Hazelnuts in Ontario – Growing, Harvesting and Food Safety

Malin, E. Kerääjäkasviopas – käytännön ohjeita kerääjäkasvien hyödyntämiseen Suomessa. BSAG:n julkaisuja toukokuu 2020. <https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/06/Keraajakasviopas2020.pdf>

Martat, istutusohjeet: <https://www.martat.fi/martta-koulu/puutarha/puutarhan-tyot/pensaiden-ja-puiden-istutus/>

Matila A. (2006): Pellon suojavyöhykkeen puut ja pensaat – Tapio 2006

Mustilan Arboretum, kylvöohjeet: http://www.mustila.fi/sites/default/files/kylvoohjeet_2017.pdf

Muurinen, V. , Ujula, J 2021: Pähkinäkasvien viljelyohjeet – Pähkinähankkeen julkaisu

https://www.vakkataimi.fi/_files/ugd/c6e88f_8737cada0b854873b27415c39bbe8457.pdf

Phillips M.: The Holistic Orchard – Tree Fruits and Berries the Biological Way. 414 s. Chelsea Green Publishing Company 2011.

Quentin, Schwerdtle: Dränagen in der Landwirtschaft – Neuanlage, Pflege, Reparaturen. Agrar-PraxisKompakt, DLG Verlag GmbH 2013. 118 s.

Raskin B., Osborn S.: The Agroforestry Handbook – Agroforestry for the UK. 150 s. Soil Association Limited 2019.

The Society of Ontario *Nut Growers*: A Nut Grower's Manual <https://www.songonline.ca/ecsong/manual/species.html>

Yeomans, K.: Water for Every Farm – Yeomans Keyline Plan 275 s. Keyline Designs 1993.

Savanna Institute (2019): Perennial Pathways: Planting Tree Crops: Designing and Installing Farm-scale Edible Agroforestry –

<https://www.savannainstitute.org/product/perennial-pathways-planting-tree-crops/>

Wahl, Tom: The Iowa Chestnut Growers' Primer. 2017

<https://www.redfernfarm.com/index.php/helpful-info/chestnuts-2/iowa-chestnut-primer/>

Luku 3.

Ashton M.S., Kelty M.J.: The Practice of Silviculture – applied forest ecology. 758 s. John Wiley & Sons Ltd 2018.

Broadmedow S., Nisbet T.S. (2004): The effects of riparian forest management on the freshwater environment: a literature review of best management practice. Hydrology and Earth Sciences, 8(3)

Dosskey M.G, Neelakantan S., Muelter T.G., Kellerman T., Hetmers M.J., Rienzi E. (2015): Ag-BufferBuilder: A geographic information system (GIS) tool for precision design and performance assessment of filter strips. Journal of Soil and Water Conservation 70(4): 209-217.

Dosskey M.G., Eisenhauer D.E., Helmers M.J. (2005): Establishing conservation buffers using precision information. Journal of Soil and Water Conservation vol 60 no 6.

Dosskey M, Schultz D, Isenhardt T, (1997): How to design a Riparian Buffer for Agricultural Land. Agroforestry Notes 1

Lind L., Hasselquist E.M., Laudon H. (2019): Towards ecologically functional riparian zones: A meta-analysis to develop guidelines for protecting ecosystem functions and biodiversity in agricultural landscapes. Journal of Environmental Management 249.

Matila A. 2006: Pellon suojavyöhykkeen puut ja pensaat – Tapio 2006

USDA Riparian Forest Buffers (sivusto)

<https://www.fs.usda.gov/nac/practices/riparian-forest-buffers.php>

ArcGIS-ohjelmistolla toimiva AgBufferBuilder

<https://www.fs.usda.gov/nac/resources/tools/Ag-BufferBuilder.shtml>

Palone R S, Todd A H (1997): Chesapeake Bay Riparian Handbook: A Guide for Establishing and Maintaining Riparian Forest Buffers (mahtava resurssi SILLE alueelle! Mekin tarvitaan näitä lajiluetteloita) May 1997

Quentin U., Schwerdtle J.G.: Dränagen in der Landwirtschaft. Agrar Praxis Kompakt. 120s. DLG-Verlag GmbH 2013.

Salmivaara A (2020): Cartographic Depth-to-Water (DTW) index maps for Finland, 2m, 2020. http://www.nic.funet.fi/index/geo-data/luke/dtw/DTW_description.pdf

SYKE – GIS-SUS -hanke (sivusto)

<https://www.syke.fi/hankkeet/gis-sus>

Tolkkinen M., Vaarala S., Aroviita J. (2021): The Importance of Riparian Forest Cover to the Ecological Status of Agricultural Streams in a Nationwide Assessment. *Water Resources Management* 35:4009-4020.

Tolkkinen M., Heino J., Ahonen S.H.K., Lehosmaa K., Mykrä H. (2020): Streams and riparian forests depend on each other: A review with a special focus on microbes. *Forest Ecology and Management* vol 462.

Turunen J., Markkula J., Rajakallio M., Aroviita J., (2019): Riparian forests mitigate harmful environmental effects of agricultural diffuse pollution in medium-sized streams. *Science of the Total Environment*, vol 649 pp:495-503

Yeomans, K.: Water for Every Farm – Yeomans Keyline Plan 275 s. Keyline Designs 1993.

Luku 4.

Ashton M.S. & Kelty M.J.: The Practice of Silviculture – Applied forest ecology. 758 s. John Wiley & Sons LTD 2018. (the coppice method s. 251-271)

Bentrup G., Hopwood J., Adamson N.L., Vaughan M. (2019): Temperate Agroforestry Systems and Insect Pollinators: A Review. *Forest* 10(11), 981.

Dover, John W (editor): The Ecology of Hedgerows and Field Margins. Routledge 2019. 292 s.

Englund O., Börjesson P., Mola-Yudego B., Berndes G., Dimitriou I., Cederberg C., Scarlat N. (2021): Strategic deployment of riparian buffers and windbreaks in Europe can co-deliver biomass and environmental benefits. *Communications Earth&Environment* (2021)2:176.

Extension Notes Ontario (1995): Designing and caring for windbreaks. 1995, Queen's Printer for Ontario. 6 s.

Hedge Fund: Investing in Hedgerows for Climate, Nature and the Economics. Hedge Fund, September 2021. Organic Research Center, The Countryside Charity.

<https://www.suffolkwildlifetrust.org/conservationadvice/woodlands-and-hedgerows/planting-hedgerow-wildlife>

Irwin K. (1996): Outdoor Living Barn: A Specialized Windbreak. *Agroforestry Notes* 2. USDA Forest Service, Rocky Mountain Station.

Iwasaki K., Torita H., Touze M., Wada H. (2021): Modeling optimal windbreak design in maize fields in cool humid climates: Balancing between positive and negative effects on yield. *Agricultural and Forest Meteorology* 308-309(1):108552

Jacobs S.R., Webber H., Niether W., Grahnmann K., Lüttschwager D., Schwartz C., Breuer L., Bellingrath-Kimura S.D. (2022): Modification of the microclimate and water balance through the interaction of trees into temperate cropping systems – a Review. *Agricultural and Forest Meteorology* 323 (2922) 109065.

Kuhns M. (2012): Windbreak benefits and design. *Utah Forest Facts*, May 2012. Utah State Cooperative Extension. https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2895&context=extension_curall

(Hyvä resurssi tiheän tuulensuojan suunnitteluun: rivivälit, puiden asettelu eri tarpeisiin selkeästi esitetty)

Monnette P., Hobbs J. (2020): A Guide to Hedgerows: Plantings That Enhance Biodiversity, Sustainability and Functionality. Oregon

State University Extension Service EM8271,
June 2020.

<https://extension.oregonstate.edu/sites/default/files/catalog/auto/EM8271.pdf>

(Hyvä paikka sukeltaa amerikkalaisen lisätiedon virtoihin, lähteissä muun muassa pölyttäjänsojelu/-lisäämisohjeistusta, suojakaistoja, monimuotoisuutta)

Osorio R.J., Barden C.J., Ciampitti I.A. (2018): GIS approach to estimate windbreak crop yield effects in Kansas-Nebraska. *Agroforestry Systems* 93:1567-1576.

Pavlov G.: Understanding the Application of Keyline Geometry. 49 s. *Ressources Permaculture*. 2015.

http://permatronc.ressources-permaculture.fr/Ajoute-des-fichiers-ici/EBOOK_Understanding_the_Application_of_Keyline_Geometry_%5BENGLISH%5D.pdf

Raskin B., Osborn S. (toim. 2019): the Agroforestry Handbook, kpl 4 Silvoarable (Paul Burgess, Cranfield University).

Staton T., Smith J., Walters R., Girling R. (2019): Evaluating the effects of integrating trees into temperate arable systems on pest control and pollination. *Agricultural Systems*, September 2019. DOI: 10.1016/j.agsy.2019.102676

Straight R. (2007): Windbreak Density: Rules of Thumb for Design. *Agroforestry Notes* 36. USDA National Agroforestry Center, Lincoln, Nebraska.

<https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/agroforestrynotes/an36w03.pdf>

Swieter A., Langhof M., Lamerre J. (2021): Competition, stress and benefits: Trees and crops in the transition zone of a temperate short rotation alley cropping agroforestry. *Journal of Agronomy and Crop Science* 2022; 208:209-224.

Veldkamp E., Schmidt M., Markwitz C., Beule L., Beuschel R., Biertümpfel A., Bischel X., Duan X., Gerjets R., Göbel L., Grass R., Guerra V., Heinlein F., Komainda M., Langhof M., Luo J., Potthoff M., van Ramshorst J. G.

Kirjallisuus

V., Rudolf C., Seserman D-M., Shao G., Siebicke L., Svoboda N., Swieter A., Carminati A., Freese D., Graf T., Greef J.M., Isselstein J., Jansen M., Karlovsky P., Knohl A., Lamersdorf N., Priesack E., Wachendorf C., Wachendorf M., Corre M.D. (2023): Multifunctionality of temperate alley-cropping agroforestry outperforms open cropland and grassland. *Communications Earth&Environment*. (2023)4:20 | <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00680-1>

Weninger T., Scheper S., Lackóova L., Kitzler B., Gartner K., King N.W., Cornelis W., Strauss P., Michel K. (2021): Ecosystem services of tree windbreaks in rural landscapes – a systematic review. *Environmental Research Letters* 16(2021): 103002

Wright B, Stuhr K (2002): Windbreaks, and agroforestry practice. *Agroforestry Notes (USDA-NAC)*. 25.

Yeomans, K.: Water for Every Farm – Yeomans Keyline Plan 275 s. *Keyline Designs* 1993.

Zheng X., Zhu J., Zefeng X. (2016): Assessment of the effects of shelterbelts on crop yields at the regional scale in Northeast China. *Agricultural Systems* 143: 49-60.

SUOMALAISTA LYHYTKIERTOPUUTUTKI-MUSTA

<https://carbons.fi/wp-content/uploads/2020/11/Tuotekortti-Pajun-kasvatus-0720.pdf>

Carbons. Pajujen kasvatusohjeet 2020. Carbons Finland Oy.

Hytönen J., Saarsalmi A. (2015): Harmaaleppä energiapuuna. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2015: 153-164. <https://jukuriluke.fi/bitstream/handle/10024/520371/Jyrki.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Luukkanen O. (1973): Lyhytkiertopuun tuotobiologiasta. *Dendrologian Seuran Tiedotuksia* 4: 74-77. https://www.dendrologian-seura.fi/?page_id=3141

Pohjonen V. (1974): Istutustiheyden vaikutus eräiden lyhytkiertoviljelyn puulajien ensimmäisen

vuoden satoon ja pituuskasvuun. Summary: Effect of spacing on the first year yield and height increment in some species undergoing short rotation culture. *Silva Fennica* 8(2): 115-127.

Viherä-Aarnio A., Jyske T., Beuker E. (toim.). Pajut biokiertoaloudessa: Materiaaleja, arvoaineita, ympäristöhyötyjä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 129 s.

Luku 5.

Ruokavirasto: Maatalousluonnon monimuotoisuuden oppaat.

<https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/maatalousluonnon-monimuotoisuuden-oppaat/>

SYKE Perinnebiotooppien hoidon ohjevihkoset -sarja

<https://docplayer.fi/11588024-Avoimet-perinnebiotoopit.html>

<https://docplayer.fi/2655733-Perinnebiotooppien-hoidon-suunnittelu-ja-rahoitus.html>

<https://docplayer.fi/423645-Perinnebiotooppien-hoitomenetelmat-ja-kustannukset.html>

https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Luontotyypit/Luontotyypien_uhanalaisuus/Perinnebiotoopit/Maatalouden_muutokset_ja_perinnebiotooppien_vaheneminen

Helmi-hanke

<https://ym.fi/helmi/perinnebiotooppien-hoito>

Paikalliset ely-keskukset Helmi-hankkeeseen liittyen

Sähköpostit ovat muotoa etunimi.sukunimi@ely-keskus.fi

Uudenmaan ELY-keskus: Esko Vuorinen
Varsinais-Suomen ELY-keskus: Leena Lehtomaa
Hämeen ELY-keskus: Riitta Ryömä
Pirkanmaan ELY-keskus: Tiina Schultz
Kaakkois-Suomen ELY-keskus: Kimmo Inki
Etelä-Savon ELY-keskus: Sirpa Peltonen (sähköposti: sirpa.l.peltonen@ely-keskus.fi)
Pohjois-Savon ELY-keskus: Kimmo Haapanen
Pohjois-Karjalan ELY-keskus: Hanna Keski-Karhu ja Saara Heräjärvi
Keski-Suomen ELY-keskus: Liisa Horppila-Jämsä
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus: Johanna Kullas
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus: Maarit Vainio
Kainuun ELY-keskus: Marja Hyvärinen
Lapin ELY-keskus: Marjut Kokko

AFINET newsletter No 4. Tekniset artikkelit. (2019): Lampaat metsänhoitajina: laiduntavat lampaat nuorena metsässä.

https://euraf.isa.utl.pt/files/pub/lampaat_metsanhoitajina_-_laiduntavat_lampaat_nuorena_metsassa.pdf#overlay-context=afinet/materials/technical-articles/sheeps_as_forest_managers

Ashton M.S., Kelty M.J.: The Practice of Silviculture – applied forest ecology. 758 s. John Wiley & Sons Ltd 2018. S: 677-693

Hamilton J. (toim) (2008): Silvopasture – Establishment and management principles for pine forests in the southeastern United States. USDA National Agroforestry Center. 72s.

<https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/morepublications/silvopasturehandbook.pdf>

Laamanen M. (2010): Lampaiden metsälaidunnus – metsänhoidollinen näkökulma. HAMK opinäytetyö, Metsätalouden koulutusohjelma. Evo 2010.

Mattila T., Saarinen P. (2020): Laidunnusopas. Hiiltä maksimaalisesti sitova laidunnus – löydä

lohkojesi hiilensidontapotentiaali. BSAG, Carbon Action -hankkeen opas viljelijöille. Nurmiprint Oy. 2020.

https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/12/Laidunnusopas_VAL-MIS.pdf

Mayle B. (1999): Domestic Stock Grazing to Enhance Woodland Biodiversity. Information Note. Forestry Commission UK. September 1999.

<http://adlib.everysite.co.uk/resources/000/111/078/fcin28.pdf>

Pott R.: Effects of human interference on the landscape with special reference to the role of grazing livestock. Teoksessa: **WallisDe Vries M. F., Bakker J. P., Van Wieren S. E.(2012):** Grazing and conservation management. Springer Science & Business Media, 6.12.2012 - 374 sivua

Raskin B., Osborn S.: The Agroforestry Handbook – Agroforestry for the UK. 150 s. Soil Association Limited 2019

Sammalistonaho P. (2022): Tilannetajuinen laidunnus – Suunnittelu, toteutus, seuranta ja kehittäminen. Agrologin AMK-tutkimon opinnäytetyö, Maaseutuelinkeinot, Mustiala.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/751752/Sammalistonaho_Pyry.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Smith M.M., Bentrup G, Kellerman T, MacFarland K, Straight R, Ameyaw L, Stein S (2022): Silvopasture in the USA: A systematic review of natural resource professional and producer-reported benefits, challenges and management activities. Agriculture, Ecosystems and Environment 326(2022), 107818.

Sumsion L., Pollock M. (2005): Woodland Grazing Toolkit. Argyll and Bute Local Biodiversity Partnership.

https://www.researchgate.net/profile/Meg-Pollock/publication/228679704_Woodland_grazing_toolkit/links/0046352e8e615b587b000000/Woodland-grazing-toolkit.pdf

https://forestry.gov.scot/images/corporate/pdf/Method_of_feeding_dietary_preferences_and_habitat_effects.pdf

USDA, silvopastures sivusto

<https://www.fs.usda.gov/nac/practices/silvopasture.php>

Luku 6.

Resurssit

Aitoluonto website. Tietoa luontoalan yrityksestä, koulutuksesta ja kehittämistyöstä.

<https://www.aitoluonto.fi/>

Arktiset Aromit. The Arctic Flavours Association is a Finnish association for non-wood forest products specialising in wild berries, mushrooms, herbs and special forest products, <https://www.arktisetaromit.fi/>

Baltic Truffle <https://www.baltictruffle.com/>

Business Finland, Information on Finnish Food Products interesting for export market

<https://www.businessfinland.com/explore-business-opportunities/food/>

Hops research in Finland [LUKEN humalatutkimus]:

<https://peda.net/hankkeet/geenivaraoppi/ao/puu-tarhatalous/humala/humalatapahtumia/tosh2>

Juva Truffle Center <https://juvatruf.fi/>

Kääpä Forest – Forest service provider cooperating with forest owners running a network of chaga

cultivation sites <https://www.kaapaforest.fi/>

Ministry of Agriculture and Forestry, 2023. Luonnontuotteet ovat osa Suomen biotalousvarantoa

<https://mmm.fi/luonnontuotteet> (accessed 29.3.2023).

Nyyrikki Metsäpalvelut – Forest service provider based in Rääkkylä in North Karelia providing

equipment and services for chaga and reishi cultivation as well as other mushroom species

<https://www.nyyrikinmetsa.fi/>

Kirjallisuus

Burkhart, E. P., & Jacobson, M. G. 2009. Transitioning from wild collection to forest cultivation of indigenous medicinal forest plants in eastern North America is constrained by lack of profitability. *Agroforestry systems*, 76, 437–453.

den Herder, M., Wallius, V., Konu, H., Heräjärvi, H., Viitanen, J., Mutanen, A., Kurttila, M. & Chen, X. 2022. Developing forest-based bioeconomy in the Region of North Karelia, Finland: Opportunities in co-operation with China. *Natural resources and bioeconomy studies 8/2022*. Natural Resources Institute Finland. Helsinki. 55 p.

Galambosi, B. 2016. Nokkonen viljely [Stinging nettle cultivation]. In: Galambosi, B. 2016 *Yrttien viljely*. 352 p.

Galambosi, B. 2016. Amerikanginseng [American ginseng]. In: Galambosi, B. 2016 *Yrttien viljely*. 352 p.

Kilchling, P., Hansmann, R., & Seeland, K. 2009. Demand for non-timber forest products: surveys of urban consumers and sellers in Switzerland. *Forest Policy and Economics*, 11, 294–300.

Lee, K.-H., Morris-Natschke, S.L., Yang, X., Huang, R., Zhou, T., Wu, S.-F., Shi, Q., Ito-kawa, H., 2012. Recent progress of research on medicinal mushrooms, foods, and other herbal products used in traditional Chinese medicine. *J Tradit Complement Med* 2, 84–95.

Miina, J., Peltola, R., Veteli, P., Linnakoski, R., Escribano, M.C., Haveri-Heikkilä, J., Mattila, P., Marnila, P., Pihlava, J.-M., Hellström, J., Sarjala, T., Silvan, N., Kurttila, M., Vanhanen, H., 2021. Inoculation success of *Inonotus obliquus* in living birch (*Betula* spp.). *Forest Ecology and Management* 492, 119244.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119244>

Mushroom Growers' Handbook, 2005. Mushroom Growers' Handbook 2. Shiitake cultivation. Mushworld, Seoul, South Korea, 279 pp.

Ruokavirasto, 2022. Marsi 2021 Luonnonmarjojen ja –sienten kauppantulomäärät vuonna 2021.

Sanodiya, B.S., Thakur, G.S., Baghel, R.K., Prasad, G.B., Bisen, P.S. 2009. *Ganoderma lucidum*: a potent pharmacological macrofungus. *Curr Pharm Biotechnol* 10, 717-742

Verkasalo, E., Heräjärvi, H., Möttönen, V., Haapala, A., Brännström, H., Vanhanen, H., Miina, J. 2017. Current and future products as the basis for value chains of birch in Finland. In: Möttönen, V. and Heinonen, E. (eds.) *Proceedings of the 6th International Scientific Conference on Hardwood Processing*. Natural resources and bioeconomy studies 80/2017, pp 81-96.

Luku 7.

Alanko, P. Kahila, P., 2001. Luonnonmukainen puutarha. Tammi.

Crawford Martin (2010): *Creating a Forest Garden. Working with Nature to Grow Edible Crops*. Green Books, Foxhole, Dartington, UK. 384 s.

Dunnett, Nigel, Hitchmough. David, 2004. *The Dynamic Landscape. Design, Ecology and Management of Naturalistic Urban Planting*.

Forster, R., Downie, A., 1999. *The Woodland Garden. Planting in Harmony with Nature*. Firefly Books.

Gustavsson, R., Ingelög, T. 1994. Det Nya Landskapet. Kunskaper och idéer om naturvård, skogsodling och planering i kulturbygd. Skogsstyrelsen.

Gustavsson, R., 2004. Exploring woodland design: designing with complexity and dynamics – woodland types, their dynamic architecture and establishment. Teoksessa: Dunnett, N., Hitchmough, D. The Dynamic Landscape. Design, Ecology and Management of Naturalistic Urban Planting.

Jacke D., Toensmeier E. 2005. Edible Forest Gardens, Volume I-II. Chelsea Green Publishing.

Grime, J. Philip, Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties. Wiley. 2nd Edition.

Kaplan, R., Kaplan, S., xxxx. With People in Mind.

Kingsbury, N. 2009. Natural Garden Style. Gardening Inspired by Nature. Merrell.

Muurinen, V. , Ujula, J 2021: Pähkinäkasvien viljelyohjeet – Pähkinähankkeen julkaisu

https://www.vakkataimi.fi/_files/ugd/c6e88f_8737cada0b854873b27415c39bbe8457.pdf

Phillips Michael (2011): The Holistic Orchard. Tree fruits and Berries the Biological Way. Chelsea Green Publishing, White River Junction, Vermont USA. 415 s.

Rainer, Thomas, West, Claudia. 2015. Planting in a Post-Wild World. Designing Plant Communities for Resilient Landscapes. Timber Press.

Rihtniemi, A., 1995. Taajamametsien metsäkuvatyypit ja latvustotilat. Metsäekologian laitoksen, Helsingin yliopisto.

Robinson, W. 1870. The Wild Garden.

Rosenberg Joel (2021): Pähkinöitä omasta puutarhasta. Into Kustannus Oy. 188 s.

Rosenberg Joel (2023): Syötävä metsäpuutarha – opas suunnitteluun ja lajistoon. Into Kustannus, 2023.

Räty, E., Marttinen, H., 2014. Suomalainen metsäpuutarha. WSOY

Sepänmaa, Y., 1987. Metsäestetiikka ja metsän estetiikka. Silva Fennica.

Viherrakentajan käsikirja. Viherympäristöliitto.

Weiss Philipp, Sjöberg A., Larsson D. (2022): Monivuotiset Vihannekset. Kurmakka-Organic Food. 222 s.

Mikrometsäaiheesta internetissä:

[People are planting tiny urban forests to boost biodiversity and fight climate change | World Economic Forum \(weforum.org\)](#)

[Fast-growing mini-forests spring up in Europe to aid climate | Trees and forests | The Guardian](#)

[Japanese-inspired forests take root in COP26 host city | The Japan Times](#)

[Tiny Forest \(earthwatch.org.uk\)](#)

<https://www.economist.com/science-and-technology/2021/07/01/could-miniature-forests-help-air-condition-cities>

[Boomforest - Let's restore the native forests, together!](#) (Boomforest järjestö, mm. Pariisi)

[Une nouvelle micro-forêt à Bordeaux, parc Bühler | Bordeaux \(Bordeaux\)](#)

[Les mini-forêts, une solution au réchauffement climatique ? \(futura-sciences.com\)](http://futura-sciences.com) (Lyon)

[MiniBigForest - Ensemble plantons des forêts urbaines et humaines](#) (Järjestö MiniBigForest)

[Comment créer une micro-forêt selon la méthode Miyawaki \(parismatch.com\)](http://parismatch.com) (Pariisi)

7. Yllä: Suomalainen metsäpuutarha. Joel Rosenberg.

Alla: Metsäpuutarha, Laos. Eshetu Yirdaw.

Lukujen otsikkokuvat

1. Yllä: Montado, South-East Portugal. Joao HN Palma (Agforward Project).

Alla: Päärynä kukkii. Tuuli Mattila.

2. Yllä: Hasselpähkinä. Iiris Mattila

Alla: Lehdestettyä pajua Alankomaissa, Michael den Herder.

3. Yllä: Puustoinen suojaväyhyke. Jussi Aaltonen.

Alla: Istutus. Janne Tolonen.

4. Yllä: Harvesting. Stephen Briggs.

Alla: Silver maples sapped in Manitoba. Rick Durand

5. Yllä: Vaahermäen lampaat. Otto Makkonen.

Alla: Highland nauta metsässä. Philipp Meyer.

6. Yllä: Sienten viljelyä metsässä. Michael den Herder

Alla: Humala. Bertalan Galambosi.