Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Uudistavan viljelyn e-opisto

Tässä dokumentissa on Sitran rahoitussopimuksen mukaisesti julkaistu avoimeen käyttöön sellainen Uudistavan viljelyn e-opiston raakadata ja muu kirjallinen sisältö, jonka BSAG on tuottanut Sitran rahoituksella. Aineistot julkaistaan, alla mainituin rajoituksin, Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) mukaisin ehdoin (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Sitran rahoittaman hankkeen julkaistaviin tuloksiin eivät kuulu kolmansille osapuolille mahdollisesti kuuluvat immateriaalioikeudet. Tästä johtuen tässä asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Käyttäjälle huomio: Tässä dokumentissa oleva tieto vastaa e-opiston sisältöä elokuussa 2021, eikä sitä päivitetä. Uudistavan viljely e-opiston sisältöä päivitetään säännöllisesti uuden tiedon tai korjaustarpeiden myötä ja ajantasainen aineisto sijaitsee täällä: https://reaktoreducation.com/fi/courses/fi-regen-farming/overview/

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Sisällysluettelo

Luku 1 Uudistava viljely ... 4
I. Maanviljelijä on tulevaisuuden tekijä ... 4
II. Uudistava maatila toimii kokonaisvaltaisesti ... 14
Luku 2 Maaperä ... 22
I. Elintärkeä maaperä ... 22
II. Maaperän ominaisuudet ... 27
III. Maan kasvukunto ... 51
Luku 3 Monimuotoisuus ... 56
I. Elonkirjo muodostaa moniulotteisen verkon ... 56
II. Monimuotoisuutta voi vahvistaa pienin askelin ... 61
Luku 4 Hiili, vesi, ilmasto ... 74
I. Hiili ... 74
II. Vesi ... 82
III. Ilmasto ... 91
Luku 5 Kunnosta pelto ... 107
I. Ongelmien tunnistaminen ... 107
II. Tasapainoinen kasvinravitsemus ... 124
III. Vesitalouden parantaminen ... 130
IV. Tiivistymisen ehkäisy ... 141
Luku 6 Maksimoi yhteytys, mikrobit ja suoja ... 158
I. Maanparannus ja hiilensidonta viljelykierron avulla ... 158
II. Kerääjä-, alus- ja syväjuuriset kasvit sekä typensidonta ... 174
III. Allelopatia – kasvien kemiallinen vuorovaikutus ... 184
Luku 7 Paranna maata ulkoisilla panoksilla ... 191
I. Kotieläintuotannon lanta ... 191
II. Eloperäiset maanparannusaineet ... 197
Luku 8 Minimoi häirintä ... 202
I. Maanmuokkauksen minimointi ... 202
II. Kasvinsuojelu ... 214
Luku 9 Perehdy valinnaisiin aiheisiin ... 230
I. Agrometsätalous ... 230
II. Monimuotoisuuden lisääminen ... 243

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

III. Tuotantonurmet ... 253
IV. Uudistavaa vihannesten, juureksien ja marjojen viljelyä ... 270
V. Uudistavaa viljelyä turvepelloilla ... 278
VI. Tehtävät ... 284
Luku 10 Huomioi talous ... 286
I. Maatilan strateginen johtaminen ... 286
II. Talouden johtaminen ... 291
III. Hiilimarkkinat ... 310
Luku 11 Mittaa ja havainnoi ... 319
I. Mittaa ... 319
II. Havainnoi ... 333
Lähteet ja kirjallisuus ... 351

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Luku 1 Uudistava viljely

Uudistavan viljelyn ydin on hyväkuntoinen maaperä, joka tuottaa mahdollisimman suuren ja varman sadon mahdollisimman vähillä tuotantopanoksilla. Terve maaperä hyödyttää viljelijää, ympäristöä ja koko yhteiskuntaa monin eri tavoin.

I. Maanviljelijä on tulevaisuuden tekijä

Uudistavan maanviljelyn ydin on hyväkuntoinen maaperä. Kun maaperä voi hyvin, se tuottaa suuren, laadukkaan ja varman sadon mahdollisimman vähillä tuotantopanoksilla. Silloin se myös varastoi itseensä hiiltä. Terve maaperä hyödyttää viljelijää, ympäristöä ja koko yhteiskuntaa monin eri tavoin. Moni viljelijä jo toteuttaakin pelloillaan uudistavan viljelyn toimenpiteitä, kuten muokkauksen minimointia ja aitoa kasvipeitteisyyttä.

Viljelijää varmasti kiinnostaa päästä heti asiaan ja saada selville, mitä erilaisia toimenpiteitä kasvukunnon parantamiseksi omilla pelloilla voi tehdä. Käydään ensin kuitenkin läpi muutama perusasia uudistavan maanviljelyn taustalla. Tässä luvussa etsimme vastauksia muun muassa kysymyksiin siitä, miksi maanviljelyn kannattaa olla uudistavaa ja mitä menetelmiä siihen kuuluu.

Uudistava maanviljely on ennen kaikkea mahdollisuus tuottaa ruokaa kannattavasti ja tulevaisuuden tuotantopanokset turvaten (1.

Ruuantuotannon merkitys yhteiskunnallemme on valtava, sillä jokainen meistä tarvitsee ruokaa syödäkseen myös huomenna. Muun muassa ruokaturvamme ja ruuan alkuperän jäljitettävyyden vuoksi toivottavaa on, että kotimaista ruokaa saadaan vastaisuudessakin.

Maatalous on paininut pitkään heikon kannattavuuden kanssa, mutta onneksi suuntaa voi muuttaa. Maataloudessa piilee valtava potentiaali olla monin eri tavoin auringonnousun ala. Yksi merkittävä keino kannattavuuden kehittämiseksi on ottaa tiloilla käyttöön uudistavia viljelymenetelmiä tai lisätä niiden käyttöä.

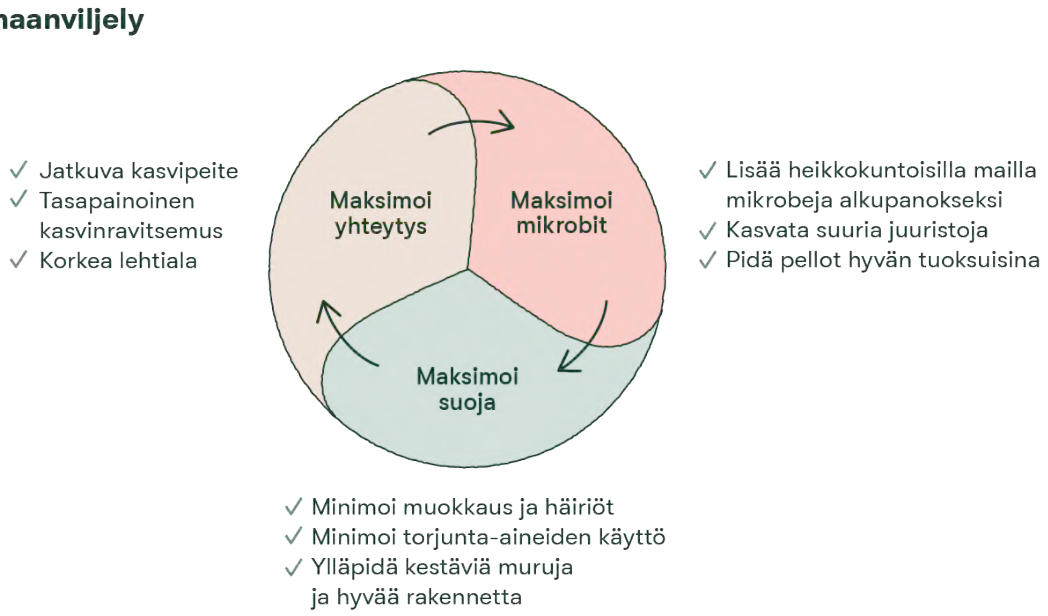
Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 1. Maanviljelijä Riitta Lehtinen on karjatilallaan pohtinut uudistavan viljelyn menetelmien hyödyntämistä: *Uudistavassa viljelyssä haetaan sellaisia menetelmiä, joilla voidaan saada enemmän satoa mahdollisesti vähemmillä kustannuksilla, tai ainakin samoilla kuin ennen. Se on tärkeää, koska kaikkien näiden hyvien asioiden, kuten maan rakenteen parantamisen lisäksi, tämän täytyy olla taloudellista toimintaa. Siitä täytyy jäädä elanto. – Maanviljelijä Riitta Lehtinen, Miekon-Liskin tila, Tammela*

Kaiken maanviljelyn perusta ja samalla viljelijän tärkein pääoma on terve ja hyväkuntoinen maaperä. Uudistavat viljelytavat hyödyntävät mahdollisimman paljon luonnon omia prosesseja ja saavat mallin luonnon kiertokulusta. Kyseessä ei siis ole kerralla loppuun saatettava projekti, vaan jatkuvasti itseään uudistava prosessi. Tämän prosessin myötä pellon kasvukunto kohenee ja sen kyky sopeutua muuttuviin sääoloihin paranee vähitellen. Peltoa voi myös viljellä siten, että sen kasvukunto heikkenee pikkuhiljaa. Silloin myös pellon resilienssi eli kyky kestää ja palautua muutoksista kärsii.

Resilienssi eli muutosjoustavuus tai muutoskestävyys on tärkeä osa uudistavaa tulevaisuutta. Se tarkoittaa jonkin tietyn ekosysteemin, kuten pellon, kykyä sietää häiriöitä ja sen jälkeen palautua ennalleen. Resilientti ekosysteemi jopa vahvistuu kokemansa häiriön jälkeen entistä ehommaksi. Resilienssiä tarvitsee pellon lisäksi myös viljelijä ja koko yhteiskunta.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.



Kuva 2. Uudistava maanviljely on yksinkertaisuudessaan nerokas tapa viljellä, sillä siinä on vain kolme perusperiaatetta. Niitä noudattamalla maan kasvukunto kohenee, satovarmuus paranee ja ympäristö hyötyy: Maksimoi yhteytys, maksimoi mikrobit, maksimoi suoja. Kuva: Tuomas Mattila

Tehtävä 1.1. Tiedätkö jo, mitä termi uudistava tarkoittaa?

Uudistava tarkoittaa jatkuvasti uudistuvia prosesseja

Vaihtoehdot: Kyllä, ei

Uudistava tarkoittaa kertaluontoisia parannuksia

Vaihtoehdot: Kyllä, ei

Tehtävä 1.2. Tiedätkö jo, mitä uudistava viljely tarkoittaa?

Onko se koko maatalousekosysteemiä elvyttävä lähestymistapa ruuantuotantoon?

Vaihtoehdot: Kyllä, ei

Onko uudistava viljely sertifioitu uusi tapa viljellä maata?

Vaihtoehdot: Kyllä, ei

Tilan konekaluston uudistamista vaativa viljelytapa

Vaihtoehdot: Kyllä, ei

Uudistavasta käytetään myös termiä *regeneratiivinen*. Uudistaminen tarkoittaa asioiden kehittämistä, käytännössä siis muutosta. Jatkuvassa muutosten maailmassa eläminen saattaa

toisinaan tuntua työläältä. Joskus mieleen voi hiipiä ajatus siitä, että ennen asiat olivat paremmin. Ajatuksessa piilee totuuden siemen, mutta toisaalta muutosta tapahtuu ja on tapahtunut aina.

Muutos tuo mukanaan paitsi pelkoa tuntemattomasta, niin myös mahdollisuuden uudistua ja kehittyä. Tulevaisuuden ruuantuotanto yhdistää aiemmin hyviksi havaitut opit uusiin oivalluksiin.

Kuva 3. Tuomas Näppilä viljelee Kestilän tilaa Urjalassa. Tilalla on emolehmiä, ja lisäksi tuotannossa on nurmia ja viljaa. Kuva: Marjo Aspegren

Katso Tuomaksen video ”Mistä uudistavassa viljelyssä on kyse?” (1:15)

Uudistava viljely on myös kestävää

Peltoja on pyritty viljelemään jo pitkään *kestävästi*, eli tavalla, joka ei heikennä maan kasvukuntoa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että maan sadontuottokykyä ei heikennetä, multavuus säilyy, ja pellon vesitalous sekä rakenne pysyvät hyvässä kunnossa. Hyvistä aikeista huolimatta pellon kasvukunto kuitenkin usein heikkenee ajan mittaan.

Uudistavan viljelyn ero kestävään viljelyyn on pyrkimys paitsi säilyttää olemassa olevaa, myös korjata mahdollisia puutteita sekä luoda uutta. Uudistava viljely onkin koko *ekosysteemiä* elvyttävä kokonaisuus, jonka perustana on maaperän hyvä kasvukunto (2

Uudistava viljely luo mahdollisimman hyvät olosuhteet tulevalle kasvukaudelle sekä parantaa maan kasvukuntoa ja satovarmuutta.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 4. Viimeisten vuosien aikana kasvukaudet ovat olleet eri tavoilla haasteellisia eri puolilla maata. Kuitenkin oikeilla menetelmillä ainakin osa sadosta saadaan onnistumaan aina. Kuva: Sanna Söderlund.

Tehtävä 1.3

Miten maanviljely on muuttunut sinun elämäsi aikana? Millaisia muutoksia olet havainnut viime kasvukausien aikana?

Hiiliviljely on osa uudistavaa viljelyä

Moni saattaa mieltää hiiliviljelyn ja uudistavan viljelyn samaksi asiaksi. *Hiiliviljely* onkin osa uudistavaa viljelyä, jonka tavoitteena on aina myös varastoida hiiltä maahan.

Termiä hiiliviljely käytetään silloin, kun halutaan painottaa erityisesti viljelymenetelmien hiiltä varastoivaa luonnetta.

Suomessa peltomaat ovat verrattain nuoria, jolloin hiilivarastot ovat lähtökohtaisesti suuria. Tarve hiilen säilyttämiselle maaperässä onkin Suomessa suurempaa kuin esimerkiksi Etelä-Euroopassa, jossa peltomaiden hiilipitoisuudet ovat matalia. Tämä johtuu siitä, että peltomaiden hiili on siellä pitkäaikaisen voimallisen viljelyn ja eroosion myötä hävinnyt.(3

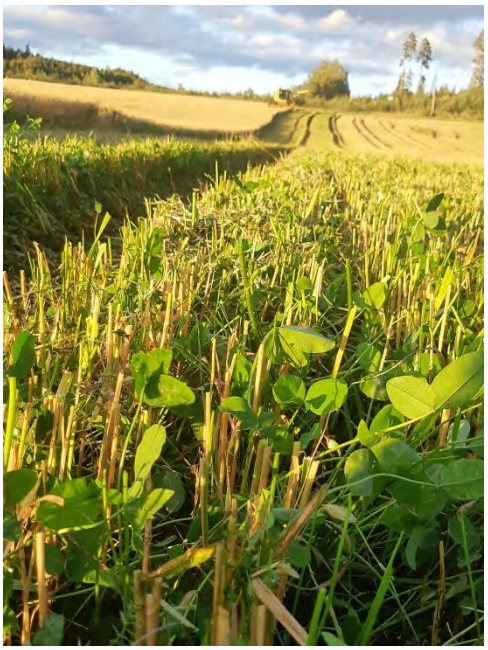
Hiiltä kuitenkin pystytään varastoimaan maaperään, mutta peltomaan hiilivarastojen merkittävä kasvattaminen on pitkä prosessi. Myös maalajit ovat erilaisia siinä, kuinka paljon hiiltä niihin voidaan varastoida, vai onko tarve ennemminkin säilyttää olemassa oleva hiili.

Yhdessä vuodessa ei saada aikaan merkittäviä hiilivaraston muutoksia. Vuosikymmenten mittausten ja laskennan avulla tiedetään jo eri toimien hiilensidonnan suuruusluokka, mutta vielä ei pystytä sanomaan tarkasti, mitkä menetelmät varastoivat hiiltä maahan minkäkin verran, tai kuinka kauan varastoitu hiili maassa pysyy. Vauhdilla etenevälle peltomaan hiilensidonnan tutkimukselle onkin paljon tarvetta.

Onneksi hiiliviljelystä tiedetäänkin jo paljon. Varmaa on, että tiettyjä viljelytoimenpiteitä tekemällä saadaan lisää hiilisyötettä maahan (4. Näitä toimenpiteitä käyttäen saadaan aikaan positiivisia vaikutuksia maan kasvukunnolle sekä hiilen varastoitumiselle.

Esimerkki: Jos maan irtotiheys on 1,3 kg/l, hehtaari ruokamultakerrosta (20 cm:n syvyydeltä) painaa 2600 tonnia ja siinä on hiiltä 2,3 % eli 59,8 t C/ha. Jos tästä hajoaa vuosittain 1 %, se vastaa 598 kg C/ha. Jos hiilisyöte on tätä pienempi, multavuus laskee vähitellen, kunnes hajoaminen vastaa hiilisyötettä.(4

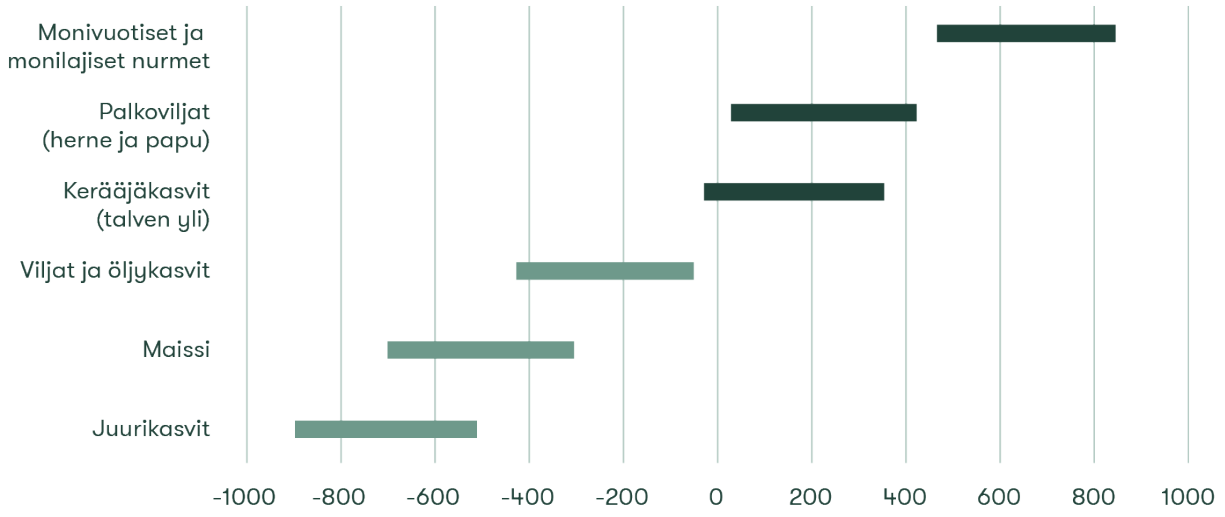
On hyvä ymmärtää, että vaikka kaikki kasvit sitovat kasvaessaan hiiltä, kaikkien kasvien viljely ei lisää maahan pysyvää hiiltä. Sadon mukana korjattu hiili ei jää kasvattamaan maaperän hiilivarastoa.



Kuva 5. Kerääjäkasvi suojaa maata ja jää yhteyttämään satokasvin jälkeen. Kuva: Eliisa Malin

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Eri viljelykasvien hiilitasapaino (kg/ha vuodessa)



Lähde: https://llg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LLFG/Dokumente/04_themen/agraroekologie/2017_humusversorgung-_web-st_.pdf

Kuva 6. Luvut saksalaisista pitkäaikaisista kenttäkokeista ja ne tarkoittavat maassa pitkäaikaisesti säilyvää eloperäistä ainesta (5. Luvut kuvaavat eri kasvien viljelyn hiilitasapainon vaihteluväliä, johon vaikuttaa kasvuston hiilisyöte sekä hajotus.

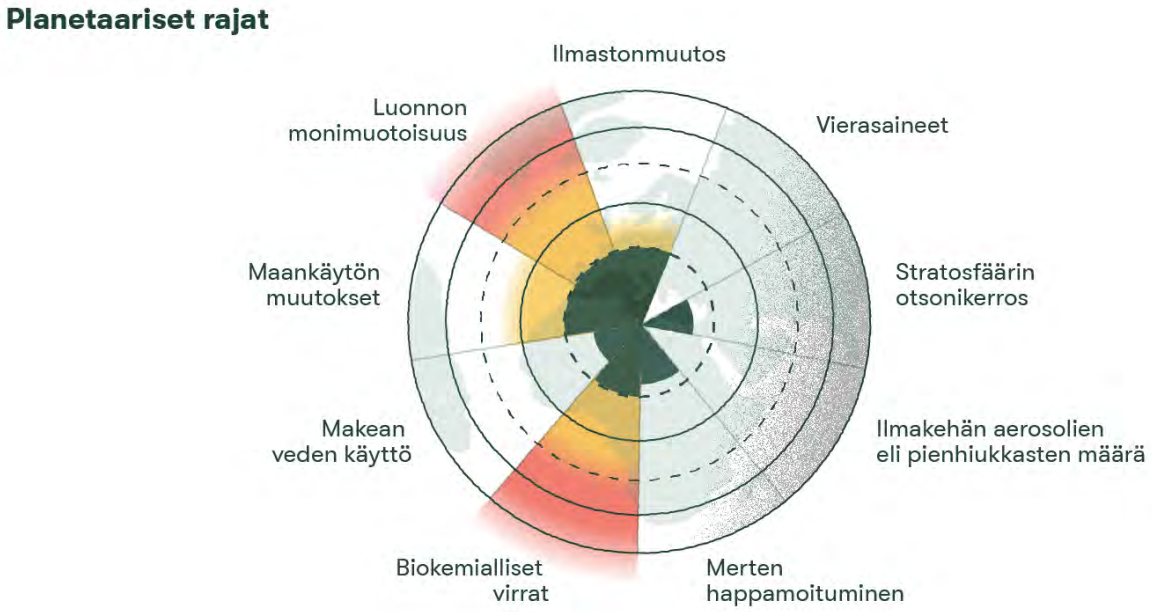
Hiiliviljely ei tarkoita sitä, että omat viljelykäytännöt pitäisi heittää kertaheitolla ylösalaisin ja lähteä kalliille koneostoksille. Maata muokataan ja kylvetään edelleen, vaikkakin hieman eri tavoin kuin aiemmin. Kuten kaikessa viljelyssä, myös hiiliviljelyssä pyritään mahdollisimman suuriin satoihin ja kasvimassaan.

Hiiliviljelyssä hyödynnetään ja tehostetaan luonnon omia prosesseja mahdollisimman hyvin. Tärkeää on myös se, että toimenpiteet pohditaan yksilöllisesti jokaiseen tilanteeseen ja jokaiselle lohkolle tai sen osalle sopiviksi. Tällöin viljely palvelee parhaiten maaperän hyvinvointia ja mahdollistaa samalla hyvän sadon. Hiiliviljely parantaa multavuutta, hoitaa maan pieneliöstön monimuotoisuutta sekä vähentää hiilen ja pintamaan karkaamista pellolta.

Planetaariset rajat koetuksella

Oman lähiympäristön tapahtumat ovat jokaiselle kaikkein tärkeimpiä, mutta asioita on hyödyllistä tarkastella myös suuremmassa mittakaavassa. Biosfäärin kestävyysilmiöitä tutkivan ruotsalaisen Stockholm Resilience Centerin tutkijat ovat määritelleet yhdeksän tärkeää tekijää, jotka asettavat rajat maapallomme kantokyvylle. Niitä kutsutaan *planetaarisiksi rajoiksi*. (6

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.



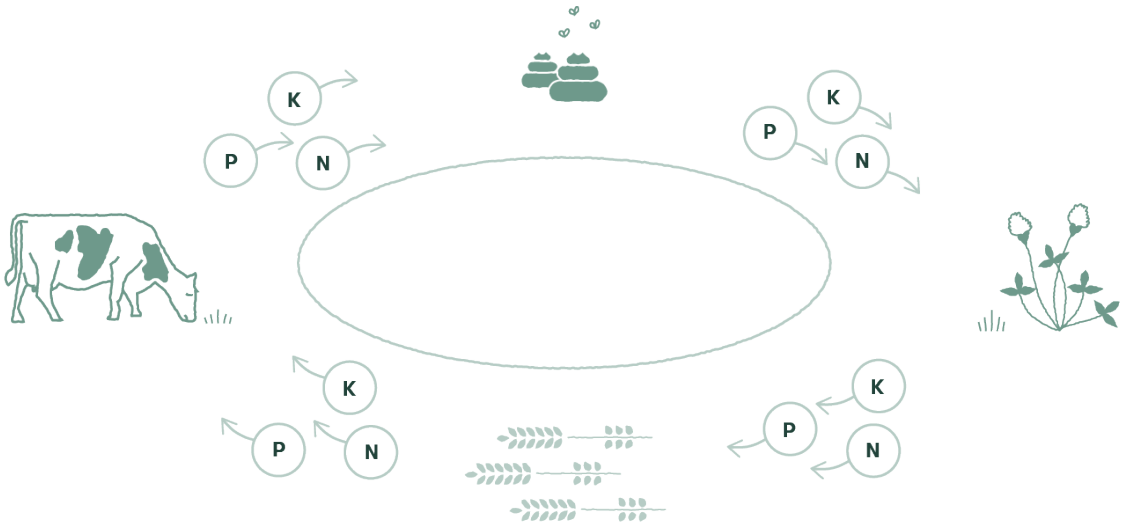
Kuva 7. Planetaariset rajat käsittävät yhdeksän eri osa-aluetta.

Planetaaristen rajojen yksiselitteinen määrittely ei ole helppoa niiden keskinäisten kytkösten vuoksi. Koska emme tiedä, millaisia yhteisvaikutuksia ilmastonmuutoksen etenemisellä, monimuotoisuuden heikkenemisellä ja yksittäisten lajien katoamisella voi koko planeetallemme olla, on perusteltua pysytellä planetaaristen rajojen turvallisella alueella. Osassa tekijöistä rajat ovat jo ylittyneet, mutta korjaavia liikkeitä on yhä mahdollista tehdä. (6

Maailmanlaajuisesti katsoen ruokajärjestelmäämme koettelevat monenlaiset ekologiset, taloudelliset ja sosiokulttuuriset kestävyyshaasteet. Vakavimpia esimerkkejä ekologisista kestävyyshaasteista ovat ilmastonmuutos, luonnon monimuotoisuuden köyhtyminen sekä voimakkaat muutokset typen ja fosforin kierroissa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Suljettu ravinnekierto



Kuva 8. Sosiokulttuurista kestävyyttä ja ruoantuotannon läpinäkyvyyttä voidaan parantaa esimerkiksi suosimalla paikallisia uudistavan maatalouden toimijoita. Tämä vahvistaa samalla paikallistaloutta ja mahdollisimman suljettuja ravinnekiertoja. Kuvassa suljettu ravinnekierto. Kuva lähteen 7 mukaan.

Taloudellisia ja sosiokulttuurisia kestävyyshaasteita ovat muun muassa maatalouden heikko kannattavuus, epävarma ruokaturva, ruuantuotannon epäeettisyys ja yksipuolisuus, väestönkasvun myötä lisääntyvä ruuantarve sekä ihmisten ravitsemukseen liittyvät kysymykset.

Uudistava viljely tarjoaa ratkaisuja kestävyyshaasteisiin, sillä sen avulla voidaan hillitä ilmastonmuutosta ja auttaa siihen sopeutumisessa. Tämä perustuu siihen, että uudistavan viljelyn menetelmät sitovat maaperään hiiltä. Hiili puolestaan parantaa maan rakennetta ja pellon tuottavuutta.

Katso video: "Uudistavaa ruuantuotantoa Suomessa ja maailmalla" (0:45)

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 9. Esimerkki paikallisen tuottajan tukemisesta: Lampaanmaitojäätelöä eli bäätelöä tarjolla Pekkolan tilan puodissa kesällä 2020. Kuva: Marjo Aspegren

Toisinaan kuulee kysyttävän, mitä me täällä Suomessa voimme tehdä koko maapallon eteen, kun olemme niin pieni maa. Vastaus on, että voimme tehdä paljon. Suomessa tutkijat ja muut maatalouden asiantuntijat, kuten viljelijät, ovat poikkeuksellisen korkeasti koulutettuja. Näin ollen voimme tuottaa korkealaatuista tutkimustietoa sekä toimia esimerkkinä muille maille.

Lisäksi me maailman pohjoisimman maatalousmaan ihmiset olemme osaavaa ja sitkeää joukkoa, jolla on taito puhaltaa yhteen hiileen. Voimme myös vaikuttaa maamme ruokaturvaan sekä kansalaistemme, lähiympäristöjemme ja tuotantoeläintemme hyvinvointiin.

Uudistava viljely turvaa tulevaisuutta

Keväällä 2020 puhjennut koronapandemia nosti laajaan keskusteluun suomalaisen ruokaturvan sekä ruokajärjestelmämme resilienssin. Kuinka pärjäämme maailmassa, jossa ennestään tuntematon virus vie koko ihmiskunnan odottamatta poikkeusoloihin? Kaikeksi onneksi Suomessa osataan varautua poikkeustilanteisiin hyvin.

Uudistava viljely tarjoaa monipuolisia mahdollisuuksia ruokajärjestelmämme vahvistamiseen, sillä se tuo monenlaista turvaa. Paitsi että se lisää peltomaan kykyä tuottaa satoa myös äärimmäisissä sääoloissa, se myös parantaa viljelijän omavaraisuutta vähentämällä ostopanosten – kuten polttoaineiden ja lannoitteiden - tarvetta.

Kuva 10. Setälä-Eerolan tilalla ollaan otettu laajasti käyttöön uudistavan viljelyn menetelmiä. Tilan isäntä Jari Eerola pitää tuotannon kannattavuutta keskeisenä kannustimena uudistavan viljelyn menetelmien käyttöönotossa. Kuva: Sanna Söderlund

Uudistava viljely, jossa peltoviljely ja karjatalous elävät symbioosissa ja jossa eläinperäiset ravinteet kiertävät lannoitteena, on huomattavan monihyötyistä. Peltomaan hyvä kasvukunto antaa puskuria ylläpitäen sadontuottokykyä, ja näin ollen kemiallisia panoksia tarvitaan huomattavan vähän, jolloin koko elintarvikeketjun toimintakyky paranee kriisiolosuhteissa.

- Viljelijä Jari Eerola, Setälä-Eerolan tila, Tuulos

Tehtävä 1.4.

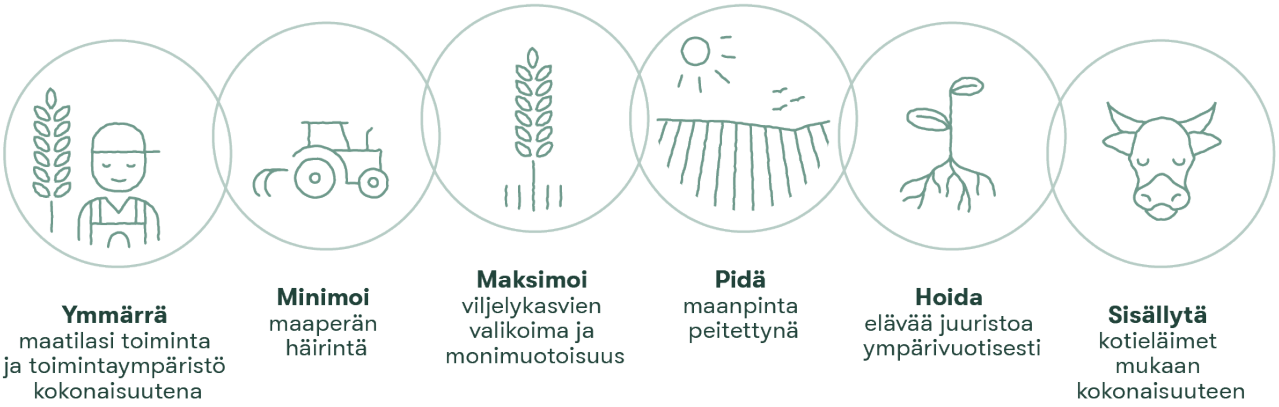
Mitä sinä vastaat kysymykseen siitä, mitä voimme Suomessa tehdä pienenä maana?

II. Uudistava maatila toimii kokonaisvaltaisesti

Mikä tahansa maatila voi olla uudistava, koosta, sijainnista tai tuotantosuunnasta riippumatta. Uudistavaa maatilaa ei voi laittaa minkään tietyn tuotantotavan lokeroon. Parhaiten sen toimintaa kuvaa *kokonaisvaltaisuus*. Uudistavan viljelyn menetelmiä voidaan hyödyntää niin tavanomaisessa kuin luomutuotannossakin.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Uudistava maatila toimii kokonaisvaltaisesti



Kuva 11. Keskeistä on, että viljelijä pyrkii ymmärtämään tilansa toimintaa kokonaisuutena ja valitsemaan parhaiten sopivat toimenpiteet eri tilanteisiin. Sen lisäksi, että miettii, ***mitä*** tekee, on pohdittava, ***miksi*** ja ***miten*** tekee. Kuva lähteestä 8.

Jo pienillä toimilla voidaan saada aikaan merkittäviä tuloksia. Esimerkiksi harkituilla viljelykasvivalinnoilla, maanmuokkauksen optimoinnilla sekä pellon oikea-aikaisilla perusparannustoimilla voi olla suuri vaikutus pellon kasvukuntoon ja satotasoon.

Maan kasvukunnon rakentaminen on pitkäjänteistä työtä. Jo saavutetun hyvän rakenteen voi toisaalta tuhota hetkessä väärillä toimenpiteillä ja huonolla ajoituksella. Jos esimerkiksi menee painavilla koneilla märälle pellolle, voi saada aikaa vahinkoja, jotka eivät korjaannu itsestään. Maan tiivistyessä kasvien juuret eivät pääse kasvamaan kunnolla, maaperäeliöiden elinolosuhteet heikkenevät, ilmatilavuutta on vähän eikä vesi varastoidu. Maan tiivistyminen luokin helposti kierteen, jonka korjaaminen on työlästä ja kestää kauan.

Uudistavalla maatilalla hyödynnetään tehokkaasti luonnon omia ekosysteemipalveluita. Näistä keskeisimpiä ovat yhteyttäminen ja hiilen sidonta, veden ja ravinteiden kierrot sekä pölytyspalvelut.

Pölytyspalveluiden merkitys on erityisen suuri, sillä kolme neljäsosaa maailmassa viljellyistä kasvilajeista on riippuvaisia hyönteispölytyksestä tai ainakin hyötyy siitä. Suomen viljelykasveista muun muassa tattari on täysin riippuvainen hyönteispölytyksestä. Myös härkäpapu, rypsi, rapsi, kumina, apilat, mansikka, omena, puutarhavadelma, herukat ja pensasmustikka hyötyvät siitä merkittävästi. Tärkeimpiä villipölyttäjiä ovat mesipistiäiset, joiden taloudellinen arvo on maailmanlaajuisesti samaa luokkaa kuin tarhamehiläisten. (9

Mitkä ovat uudistavan viljelyn toimet ja mistä aloittaa?

Viljelijän on tärkeää tuntea peltonsa hyvin. Uudistava maanviljely aloitetaankin tarkastelemalla kutakin peltolohkoa erikseen. Tällöin saadaan käsitys mahdollisista tiivistymisistä sekä muista maaperän rakennetta heikentävistä asioista. Lapio on näppärä apuväline, jota kannattaa pitää aina mukana traktorissa ja autossa.

Kuva 12. Maanviljelijät Piia ja Petri Jokela kertovat peltomaan tarkkailun olevan erittäin koukuttavaa. Piia ei olisi 13 vuotta sitten uskonut, että pitäisi lapiota auton takaluukussa päästäkseen kaivamaan peltoa ja katsomaan löytyykö lieroja. Kuva Sanna Söderlund

Kuuntele Nurmijärvellä Jokelan tilaa viljelevien Piian ja Petrin ajatuksia Carbolla on asiaa! -podcastista

Carbolla on asiaa! Kuuntele podcast Jokelan tilalta

Maan rakennetta on helppo arvioida maataloustöiden ohessa. Riittää, kun kaivaa kuopan ja analysoi siitä paljastuvia salaisuuksia. Terve maa tuoksuu hyvältä ja sisältää runsaasti eloperäistä ainesta. Maan rakennetta voi havainnoida myös pudottamalla paakun maata kädestään ja katsomalla, miten se hajoaa. Hyväkuntoinen peltomaa hajoaa vaivattomasti pyöreäreunaisiksi muruiksi. Maan vedenläpäisykykyä voi puolestaan tarkastella mittaamalla, kuinka nopeasti vesi imeytyy.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 13. Hyväkuntoinen maa on pyöreämuruista ja ilmavaa. Kuva: Sanna Söderlund

Kohti uudistavaa viljelyä

Kun on tutustunut omien peltojensa kuntoon, voi alkaa kokeilla uudistavan viljelyn menetelmiä tai lisätä niiden määrää. Toimenpiteiden pitää olla suunniteltuja ja oikea-aikaisia, sillä kaikki menetelmät eivät sovi kaikille lohkoille.

Uudistavan viljelyn polku on mutkainen ja täynnä uusia oppeja. Katso video: "Uudistava viljely on oman tekemisen jatkuvaa kehittämistä" (1:15)

Maan kasvukunnon parantaminen alkaa perusasioista. Ensin on varmistettava, että peltolohkon kuivatus toimii. Jos piiriojien ja salaojien toiminnassa on ongelmia, ojitus on syytä korjata. Muuten kasvukunnon hienosäätöön ohjatut eurot menevät hukkaan.

Maan rakennetta voi ryhtyä parantamaan vasta, kun kuivatus on saatu kuntoon. Tiivistymiä voidaan poistaa esimerkiksi *biologis-mekaanisella syväkuohkeutuksella* eli yhdistämällä jankkurointi syväjuuristen kasvien viljelyyn. Myös koneiden rengastus on syytä tarkistaa ja minimoida koneliikenne.

Monipuolinen viljelykierto ja *aito kasvipeitteisyys* tarjoavat ravintoa ja suojaa maaperäeliöille. Ne tuovat maahan lisää eloperäistä ainesta ja jatkavat yhteyttämistä pitkään varsinaisen satokasvin jo tuleennuttua. Kerääjäkasvit sitovat pintamaata, vähentävät eroosiota ja kaappaavat ylimääräisiä ravinteita.

Nurmet voidaan puolestaan hyödyntää viherlannoituksena, nurmirehuna tai laiduntamalla. Kestävästi hoidettuina laitumet sitovat hiiltä maaperään tehokkaasti. Laiduntava märehtijä vaikuttaa ekosysteemin monimuotoisuuteen huomattavan myönteisesti. (10

Kuva 14. Piian ja Petrin tilalla lannoitus perustuu viherlannoitusnurmiin ja vahvoihin kasvustoihin. Kaikista suurin onnistuminen tässä on saada joka vuosi satoa – ja hyvää satoa, Piia ja Petri toteavat yhdestä suusta. Kuva: Sanna Söderlund

Uudistavassa viljelyssä maata häiritään fysikaalisesti ja kemiallisesti mahdollisimman vähän. Maata muokataan vain kevyesti ja muokkaus ajoitetaan kuivan maan aikaan. Myös kasvinsuojelutoimia tehdään mahdollisimman vähän ja mieluiten haitattomilla menetelmillä. Viljelijä joutuukin miettimään suhtautumistaan muihin kuin viljelyskasveihin pelloillaan.

Osa viljelijöistä kutsuu ei-toivottuja kasveja oheiskasveiksi ja pyrkii löytämään kemiattomia keinoja välttää niiden ja viljelykasvien kilpailu.

Katso maanviljelijä Tuomas Näppilän video ”Rikkakasvipaine kevytmuokatulla ruispellolla” (1:24)

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Rikkakasveiksi mielletyillä kasveilla on myös myönteisiä vaikutuksia. Ne lisäävät peltoluonnon monimuotoisuutta ja tarjoavat vaihtoehtoista ruokaa kasvinsyöjille. Lisäksi osa oheiskasveista kelpaa peltolinnuille ja tuholaisille itse viljelykasveja paremmin. Tällainen on esimerkiksi jauhosavikka, joka maistuu juurespellolla luteille paremmin kuin porkkanat. (11

Kokemuksesta tiedetään myös, että laiduntava karja osallistuu rikkatorjuntaan, sillä vasikoille ja emoille maistuvat esimerkiksi nuoremmat ohdakkeet ja savikat.

Kuva 15. Kasviekologi Minna Kosonen Luonnonvarakeskuksesta on pohtinut haitalliseksi rikkakasviksi miellettyä jauhosavikkaa ja siinä esiintyviä leppäkerttuja. Savikka tunnetaan viljelykasvien vahvana kilpailijana, joka suosii typpeä. Tehdessään tutkimusta pellolla Kosonen havaitsi, että savikka oli kerännyt leppäkerttuja itseensä huomattavan runsaasti, ja kiinnostui ilmiöstä. Todennäköisesti ne olivat menneet kirvojen perässä, mutta voisiko itse kasvissa olla jotain, mikä houkuttelee leppäkerttuja? Kuva: Sanna Söderlund

Kaikkinensa uudistavan viljelyn ytimessä on maan kasvukunto: multavuuden, juurten, vedenpidätyskyvyn, yhteyttämisen, monimuotoisuuden ja suojan lisääminen. Kun pelto voi hyvin, uudistavan viljelyn menetelmillä voidaan saavuttaa kestävä ja tuottava maan rakenne sekä päästä kiinni hyviin satoihin. Reitti kulkee aina vuoren juurelta huipulle: ensin hoidetaan perusasiat kuntoon ja sitten hienosäädetään.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

10 askelta uudistavaan viljelyyn

Maan kasvukuntovuori

Uudistavan viljelyn toimenpiteitä ovat:

Pidä pellot kasvipeitteisinä ympäri vuoden. Maan saa pysymään vihreänä kerääjä- ja aluskasvien sekä nurmien ja syysviljojen avulla.

Minimoi muokkaus. Häiritse maata mekaanisesti mahdollisimman vähän ja aina oikeaan aikaan.

Käytä eloperäisiä lannoitteita ja maanparannusaineita. Hyödynnä karjanlantaa, kuituja ja muita orgaanisia lannoitteita.

Minimoi torjunta-aineet. Suosi ennaltaehkäiseviä kasvinsuojelukeinoja ja vältä torjunta-aineita. Jos joudut käyttämään niitä, valitse aineita, jotka häiritsevät maaperän biologiaa mahdollisimman vähän.

Suosi monipuolista viljelykiertoa. Ota nurmet, syysviljat sekä kerääjä- ja aluskasvit osaksi peltojen viljelykiertoa. Mikäli niitä on jo kierrossa, pohdi, voitko monipuolistaa vielä.

Hyödynnä hiiltä maksimaalisesti sitovia laidunnuskäytäntöjä ja rotaatiolaidunnusta. Suunnittele laidunnus huolellisesti, jotta vältät ylilaidunnuksen. Laidunna myös perinnemaisemia.

Käytä agrometsätalouden toimenpiteitä lisäämään hiilensidontaa ja monimuotoisuutta. Esimerkiksi tuulensuojakaistat peltojen keskellä auttavat pölyttäjiä sekä luontaisia tuholaisia työskentelemään. Eroosioherkille ranta-alueille voi istuttaa vaikkapa tyrnejä pitämään maata paikoillaan.

Lisää biohiiltä peltomaahan. Biohiili on toistaiseksi vähän käytetty maanparannusaine sen heikon saatavuuden ja hinnan vuoksi. Biohiilen kyky parantaa maan rakennetta ja tuoda siihen pysyvää hiiltä on kuitenkin vailla vertaa.

Lisää monivuotisten kasvien määrää. Hanki peltolohkoille ja niiden lähiympäristöihin aiempaa monipuolisempaa kasvillisuutta.

Turvepeltojen hiiliviljely. Estä hiilen karkaamista suosimalla monivuotisia nurmia viljelykierrossa, samalla vähennät muokkaustarvetta. Hidasta turpeen hajoamista pitämällä pohjaveden pinta riittävän korkealla, huomioiden kuitenkin viljelyn näkökulman. Pidä turvepellot mahdollisimman paljon kasvipeitteisinä, mieluiten nurmella.

Tehtävä 1.5

Mitä uudistavan viljelyn menetelmiä käytät tilallasi ja minkä käyttöä haluaisit kokeilla? Opiskelijat voivat valita oppilaitoksellaan käytettävät toimenpiteet sekä itseä kiinnostavat toimenpiteet, mikäli omaa tilaa ei ole. Voit myös pohtia, millaisia kokemuksia sinulla näistä menetelmistä.

Esimerkkejä menetelmistä voit poimia seuraavasta: Muokkauksen vähentäminen, kuivalanta ja muut eloperäiset aineet, mekaaninen rikkatorjunta, biologis-mekaaninen syväkuohkeutus, monipuolinen viljelykierto, kerääjä- ja aluskasvit, syväjuuriset kasvit, maan kasvukuntoa hoitava nurmi, muut monivuotiset kasvit, syysviljat, ympärivuotinen aito kasvipeite, rotaatiolaidunnus, agrometsätalouden toimenpiteet, turvepeltojen hiiliviljely.

Tehtävä 1.6

Mikä rajoittaa uudistavan viljelyn periaatteiden käyttöönottoa tilallasi?

Tehtävä 1.7

Mitkä ovat oppimistavoitteesi tälle kurssille? Miten osaamisesi täydentyy tämän kurssin myötä?

Kun asetat itsellesi oppimistavoitteet, saat e-opistosta enemmän irti. Oppimistavoitteita voi tarkistaa opintojen edetessä: Täyttyvätkö ne? Pitäisikö niitä muuttaa tai täydentää?

Pohdi asiaa ammatillisen kehittymisen kannalta, tilan kehittämisen kannalta ja maan kasvukunnon kannalta. Nimeä vähintään kolme tavoitetta. Voit kirjoittaa tavoitteet itsellesi ylös myös lapulle, jonka laitat näkyvään paikkaan esille.

Tervetuloa jatkamaan keskustelua uudistavasta viljelystä Carbon Action Klubissa!

Lukua 1 ovat olleet kirjoittamassa:

Sanna Söderlund ja Eliisa Malin, BSAG

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Luku 2 Maaperä

Maaperä on viljelijän tärkein työkaveri, sillä pelto antaa sadon. Ilman maaperän toimintoja planeetallamme ei olisi maanpäällistä elämää siinä muodossa kuin sen nyt tunnemme, esimerkiksi lähes kaikki yhteyttävät kasvit puuttuisivat.

I. Elintärkeä maaperä

Astut lukemattomia kertoja vuorokaudessa maankamaralle, mutta kuinka usein tulet ajatelleeksi, miten tärkeä asia elämällemme maaperä on? Maaperä on monien uusiutuvien luonnonvarojen sekä lähes koko elämän perusta. Tässä luvussa opit perusasioita maaperästä, sen koostumuksesta sekä sen biologisista, fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista.

Kuva 1. Koska maaperä on yleensä kasvuston peitossa tai jäänyt rakennetun ympäristön alle, emme näe sitä jatkuvasti. Pellon pinnanalaisen maailman tuntemisesta on kuitenkin valtavasti hyötyä. Kuva: Sanna Söderlund.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Maaperä tuottaa ekosysteemipalveluita

Maaperä tuottaa meille ihmisille, kotieläimillemme sekä lukemattomille planeettamme eliölajeille palveluja, joita ilman emme voisi elää. Niitä kutsutaan *ekosysteemipalveluiksi*. Maaperän tuottamat ekosysteemipalvelut ovat seurausta maaperän toiminnoista, joista tärkeimmät erityisesti maatalousympäristössä ovat: (1

1. Biomassan tuottaminen. Maaperä mahdollistaa satokasvien tuotannon sekä metsänkasvatuksen. Näin ollen se on myös ruuantuotannon ja metsätalouden harjoittamisen edellytys.

2. Veden puhdistaminen ja varastointi. Maaperä puhdistaa vettä ja säätelee vesivaroja – myös juomavettämme. Se vastaanottaa, pidättää ja varastoi vettä sekä poistaa siitä haitallisia aineita.

3. Ilmaston säätely ja hiilen varastointi. Maaperä säätelee ilmastoa ja varastoi hiiltä. Se vähentää kasvihuonekaasujen haitallisia vaikutuksia ilmakehässä varastoimalla hiiltä itseensä sekä säätelemällä kasvihuonekaasujen muodostumista maaperässä. Ruuantuotannossa hiilen varastoitumiseen voidaan vaikuttaa oikeanlaisilla viljelytoimilla.

4. Monimuotoisuuden ylläpitäminen ja elinympäristön tarjoaminen. Maaperä ylläpitää luonnon monimuotoisuutta ja tarjoaa elinympäristön moninaiselle joukolle eliöitä.

5. Ravinteiden kierrättäminen ja varastointi. Maaperässä lannoitteista vapautuvat ravinteet pidättyvät ja muuttuvat kasveille käyttökelpoisiin muotoihin. Lisäksi ravinteita vapautuu itse maa-aineksesta. Maaperä myös ylläpitää toimintoja, joilla ravinteita saadaan ilmasta ja vedestä. Näiden toimintojen ansiosta ravinteet kiertävät ja varastoituvat maaperässä ja kasvit saavat niitä käyttöönsä. Erityisen tärkeää tämä on peltomaassa, jotta satokasvit kukoistaisivat.

Maatalouteen liittyvien palveluiden lisäksi maaperä tuottaa meille paljon muutakin hyvinvointia. Esimerkiksi puutarhanhoidon ja luonnossa liikkumisen tiedetään vaikuttavan myönteisesti henkiseen hyvinvointiin. Monimuotoisesta mikrobistosta (*mikrobifloora*) on hyötyä myös ihmisen elimistössä, sillä kontakti maaperän *acinetobakteerien* kanssa voi tasapainottaa immuunivastetta, mikä hillitsee allergioita. (2

Tehtävä 2.1

Valitse maaperän toiminnoista sinulle tärkeimmät ja perustele vastauksesi. Tähän kysymykseen ei ole oikeaa tai väärää vastausta. Pohdi, voisiko jostain maaperän tuottamasta toiminnosta luopua, ja mitä se merkitsisi ruuantuotannon kannalta?

- Biomassan tuottaminen
- Veden puhdistaminen ja varastointi
- Ilmaston säätely ja hiilen varastointi
- Monimuotoisuuden ylläpitäminen ja elinympäristön tarjoaminen
- Ravinteiden kierrättäminen ja varastointi

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Maaperän toiminnot kytkeytyvät kiinteästi toisiinsa. Kasvit tuottavat biomassaa ja happea, ottavat ilmasta hiilidioksidia ja varastoivat maahan hiiltä. Voidakseen hyvin kasvit puolestaan tarvitsevat kasvualustakseen hyvin toimivan maaperän, joka tarjoaa kasveille ilmavan kasvualustan, joka pidättää ja luovuttaa vettä ja ravinteita sekä ylläpitää kasvien hyvinvointia edistävää monimuotoista maaperäeliöstöä.

Osa maaperän toiminnoista tunnetaan edelleen varsin huonosti.

Maaperän toimintojen määrälliseen mittaamiseen ei ole keinoja tai niihin liittyy lukuisia yksinkertaistuksia. Niinpä vain harva tutkija on ollut halukas arvioimaan hintaa maaperän palveluille. Maaperän rahallisen arvon määrittämisen sijaan onkin mielekkäämpää keskittyä siihen, että ymmärtäisimme, kuinka keskeinen merkitys maaperällä on kaiken elämän ylläpidolle ja siten myös maatalouden harjoittamiselle.

Viimeisten vuosikymmenten aikana maaperän toimintoihin liittyvä tutkimus on jatkuvasti lisääntynyt. Ilmastonmuutoksen myötä kiinnostus erityisesti peltomaiden hiilensidontaa kohtaan on kasvanut entisestään, koska maaperän kykyä toimia hiilivarastona on alettu ymmärtää paremmin. Viljelijät ovat toki viljelyn alkuajoista lähtien ymmärtäneet, mikä merkitys multavuudella on maan viljavuudelle.

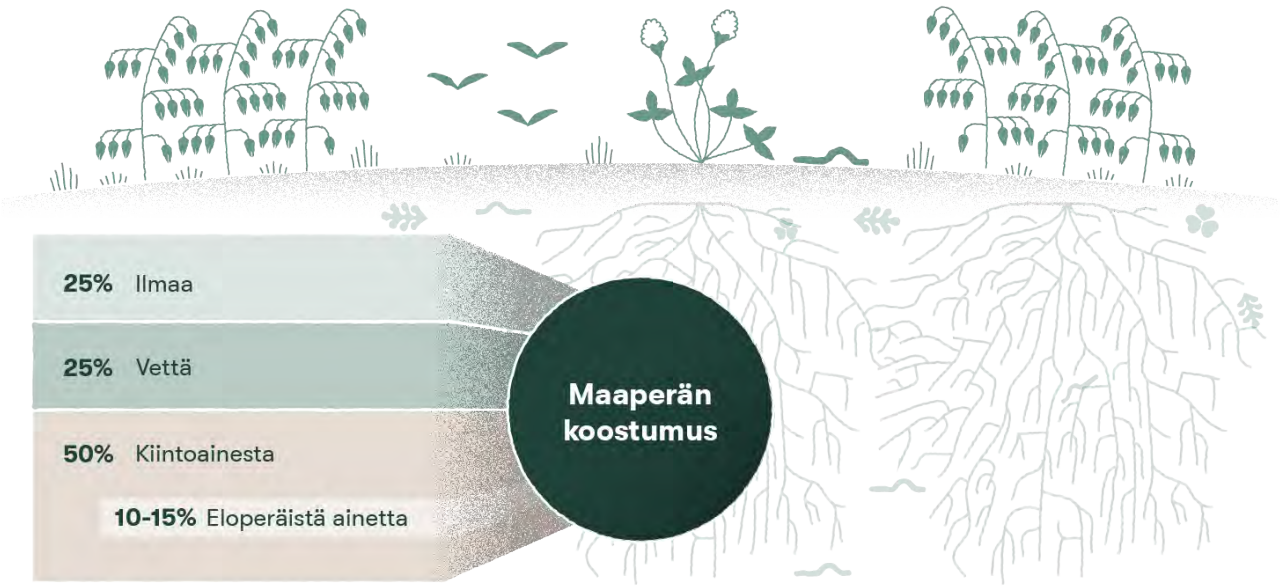
Maaperää tarvitaan tuottamaan lähes kaikki ihmisen ravinto. Vain viisi prosenttia ruuasta tuotetaan ilman maaperää. Tähän viiteen prosenttiin kuuluvat muun muassa kalat ja muut merenelävät, vesiviljely eli hydroponinen viljely, jonka avulla esimerkiksi vertikaaliviljelmät kasvavat sekä ilmaviljely eli aeroponinen viljely, jonka avulla voidaan kasvattaa vaikkapa perunoita. (3, 4

Maaperän koostumus

Planeettamme on dynaaminen, elävä ja hengittävä kokonaisuus, jonka toimintoja maaperä ylläpitää. Mutta mitä maaperä oikeastaan on?

Maaperä tarkoittaa maapeitettä, joka verhoaa kallioperää niiltä osin kuin se ei ole näkyvissä. Maaperän paksuus vaihtelee hyvin ohuesta kerroksesta satoihin metreihin asti. Maaperä ei muodostu vain yhdestä aineesta vaan on sekoitus, joka koostuu kiinteästä aineksesta, vedestä ja siihen liuenneista aineista, ilmasta sekä maaperäeliöstöstä. Maaperän kiinteä aine muodostuu kivennäisaineksesta ja eloperäisestä aineksesta. Yhdessä kallioperän kanssa maaperä muodostaa maankamaran. (5

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.



Kuva 2. Hyväkuntoinen maaperä sisältää 10–15 % eloperäistä ainesta. Kivennäismailla jäädään usein vain puoleen siitä.

Maaperä on erilaista eri puolilla maailmaa. Meillä Suomessa maaperä on poikkeuksellista siksi, että peruskallio on verrattain lähellä maanpintaa. Maa-alasta 14 prosenttia on avokalliota tai vain ohuelti maan peitossa. (6 Peltomaata Suomen kokonaispinta-alasta on noin kahdeksan prosenttia eli 2 300 000 hehtaaria – suunnilleen Kainuun pinta-alan verran. (7 Maatalousmaan osuus EU:n kokonaispinta-alasta on 39 prosenttia ja kärkipaikoilla EU-maiden joukossa ovat Unkari ja Tanska, joissa maatalousmaan osuus on yli 50 prosenttia. Suomalainen maaperä on myös verrattain nuorta, enimmillään vain 12 000 vuoden ikäistä. Esimerkiksi tropiikissa maaperä saattaa olla jopa miljoonia vuosia vanhaa. (8

Maaperän kaasut ja neste liikkuvat maan huokostossa. Huokosten koko vaihtelee mikroskooppisen pienistä hiukkasten välisistä tiloista aina monen senttimetrin levyisiin halkeamiin asti. Huokoset ovat erittäin tärkeitä veden ja ilman varastoja ja kulkureittejä. Kasvit voivat hyödyntää huokosiin pidättynyttä vettä kuivalla säällä. Kasvien juuret ja maaperäeliöt saavat ilmalla täyttyneistä huokosista happea elintoimintoihinsa ja hajotukseen. Typensitojabakteereille kulkeutuu huokostossa typpikaasua.

Terve maaperä toimii pesusienen tavoin: se paitsi pidättää vettä, myös vapauttaa sitä kasveille pitkään.

Liian suuret huokoset, kuten halkeamat, eivät pidätä vettä vaan laskevat sen lävitseen, mutta ovat tärkeitä kaasunvaihdon kannalta. Maan vedenpidätyskyky on tärkeä ominaisuus, sillä täysin kuiva maa on aluksi vettä hylkivää, kuten kuiva siivousliina. Kuiva maa ei pysty heti vastaanottamaan kaivattua sadetta. Tämän tähden voi syntyä pintavirtailua, joka vie arvokasta viljelysmaata mukanaan. Tätä tapahtuu erityisesti mailla, joiden pinta on tiivis ja multavuus alhainen, mikä heikentää maan kykyä ylläpitää riittävää kosteutta sateiden välillä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Sen sijaan riittävästi eloperäistä ainesta sisältävä peltomaa on paras suoja kasveille niiden kohdatessa erilaisia äärisäitä. Terve maaperä toimii pesusienen tavoin: se paitsi pidättää vettä, myös vapauttaa sitä kasveille pitkään. (5

TIESITKÖ?

Eloperäiset ainekset hajoavat maassa eri tahtiin. Toiset hajoavat nopeasti, mutta toisilla se voi kestää vuosikymmeniä. Kun eloperäinen aines päätyy maahan, ryhtyvät maaperäeliöt välittömästi hajottamaan sitä, saadakseen siitä ravintoa. Lierot ovat merkittävässä roolissa eloperäisen aineksen kuljettamisessa syvempiin kerroksiin. Hajotuksen myötä eloperäinen aines pilkkoutuu pienemmiksi partikkeleiksi ja kulkeutuu maan eri kerroksiin maaperäeliöiden ja veden mukana. Suurin osa eloperäisen aineksen sisältämästä hiilestä mineralisoituu eli muuttuu soluhengityksessä hiilidioksidiksi ja vapautuu ilmakehään.

Maaperässä on varastoituneena hiiltä enemmän kuin kaikessa kasvillisuudessa ja ilmakehässä yhteensä. (9 Varastoituneen hiilen määrän lisäksi merkittävää on myös, se että maahan sitoutuu ja maasta vapautuu hiiltä koko ajan.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 3. Ruuantuotannon avulla on mahdollista vaikuttaa ilmastonmuutokseen: kääntämällä katse maan kasvukuntoon voidaan edistää hiilen varastoitumista maaperään. Kuva: Sanna Söderlund.

II. Maaperän ominaisuudet

Maaperällä on erilaisia ominaisuuksia: *biologisia*, *fysikaalisia* ja *kemiallisia*. Ne kaikki vaikuttavat maaperän kykyyn toimia eri tehtävissä, joita ovat muun muassa hiilensidonta, monimuotoisuuden ylläpitäminen ja veden puhdistaminen. Maaperän eri ominaisuudet ovat tiiviissä vuorovaikutuksessa keskenään. Esimerkiksi eloperäisen aineksen määrä eli pellon multavuus vaikuttaa merkittävästi maan biologisiin, fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin. (5

Maaperän biologiset ominaisuudet

Maassa vaikuttavia biologisia tekijöitä ovat muun muassa kasvien *juuret* ja *juurieritteet*, *maaperäeläimet*, *mikrobit* eli *pieneliöt* ja *eloperäinen aines*. Pääosin kasvit, mutta myös eläimet tuottavat maahan eloperäistä ainesta, jota maaperäeliöt muokkaavat ja hajottavat.

Biologiset tekijät tekevät maan ylimmästä osasta elävää ruokamultaa. Maaperän biologiset ominaisuudet ovat seurausta elävien eliöiden toiminnasta.

Maaperäeliöillä on muutamia perustarpeita: suoja, ruoka, vesi, happi ja tila. Maaperässä eliöt ovat suojassa esimerkiksi lämpötilavaihteluilta ja kuivuudelta, pienissä huokosissa suojassa suuremmilta saalistajilta ja bakteerit hiukkaspinnoilla suojassa huuhtoutumiselta. Ravintoa eliöt saavat eloperäisestä aineksesta.

Riittävä kosteus on välttämätöntä kaikille eliöille, mutta liika märkyys voi johtaa hapettomuuteen, josta eliöt kärsivät. Tila mahdollistaa sekä veden että ilman liikkumisen maassa, mutta on välttämätöntä myös eliöille. Tiiviissä maassa ei ole kasvien juurille tilaa kasvaa, jolloin juuriston kehitys häiriintyy. Kun perustarpeet ovat kunnossa, antavat maan biologiset tekijät vastineeksi kasvukuntoa, murukestävyyttä, ravinnehuoltoa, hyvää maan rakennetta, kasvien terveyttä ja hiilensidontaa.

Kasvien kasvun sekä hiilen varastoitumisen kannalta tärkeässä roolissa on eloperäinen aines, joka koostuu hajoavista kasvien ja eläinten jäänteistä, elävistä ja kuolleista mikrobeista.

Eloperäisen aineksen pitoisuutta voidaan perustellusti pitää maaperän keskeisimpänä ominaisuutena, sillä se kohentaa viljelyominaisuuksia parantamalla maan rakennetta, ravinteiden pidättymistä, kykyä toimia puskurina pH:n muutoksia vastaan sekä veden läpäisy- ja pidättymisominaisuuksia.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 4. Eloperäisen aineksen vaikutus. Kuva lähteen 10 mukaan.

Eloperäisellä aineksella on keskeinen asema uudistavassa maanviljelyssä, jossa tavoitteena on parantaa maan toimintakykyä ja kasvukuntoa. Koska eloperäinen aines pidättää vettä useita kertoja painonsa verran, se ehkäisee kuivuutta sekä tasaa lämpötilavaihteluja. Hyvä vedenläpäisykyky puolestaan vähentää liettymistä ja eroosiota. Runsaasti eloperäistä ainesta sisältävä, hyvässä kasvukunnossa oleva ja biologisesti aktiivinen peltomaa tarjoaa oivalliset työolosuhteet paitsi viljelijälle, myös pieneliöille ja erilaisille lieroille, madoille ja niveljalkaisille. Biologiset tekijät tekevätkin maan ylimmästä osasta elävää ruokamultaa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 5. Lierot ovat näkyvin osa maaperäeliöiden kirjavasta joukosta. Niiden esiintymistä peltomaalla kannattaa tarkkailla, sillä lierojen määrä kertoo maan kasvukunnosta. Kuva: Eliisa Malin.

Pellon eloperäisen aineksen määrän lisäämiseen on erilaisia keinoja. Yksi keino on hyödyntää erilaisia kasvimassoja kuten viherlannoitusnurmea tai peltoon lisättäviä vihermassoja. Vaihtoehtoisesti peltoon voidaan lisätä myös kotieläinten lantaa tuoreena ja jalostettuna, sekä maanparannusaineita. Näitä ovat esimerkiksi kompostit sekä paperi- ja selluteollisuuden sivutuotteet. Myös nurmet, syvä- ja runsasjuuriset kasvit, aluskasvit ja suunnitelmallinen viljelykierto lisäävät eloperäisen aineksen määrää peltomaassa.

On tärkeää huolehtia eloperäisen aineksen säilymisestä maaperässä. Näin voidaan hillitä eloperäisen aineksen hajoamista hiilidioksidiksi.

Kuuntele Tuomas Mattilan luento maan biologisesta viljavuudesta.

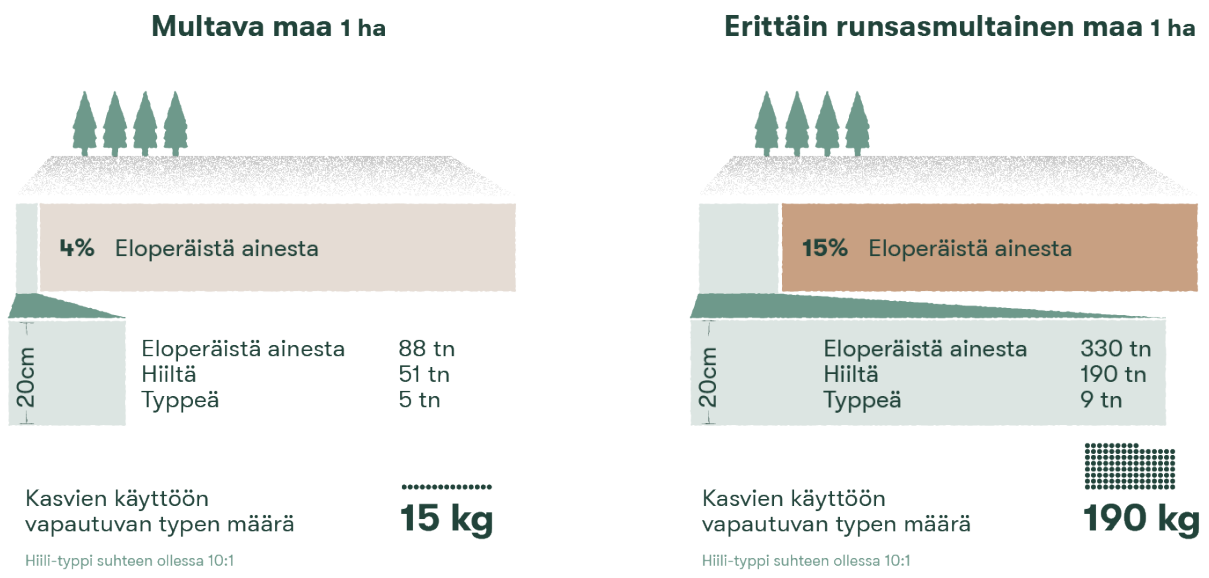
Hiili-typpisuhde vaikuttaa typen vapautumiseen

Viljelysmaan luontainen hiili-typpisuhde on yleensä 10–16:1. Myös maaperän pienet työläiset tarvitsevat hiiltä ja typpeä tietyssä suhteessa, kun ne hajottavat eloperäistä ainesta.

Maahan tulevan eloperäisen aineksen hiili-typpisuhde vaikuttaa eloperäisen aineksen hajoamiseen, sillä maaperäeliöt käyttävät hiiltä energiantuotannossaan ja typpeä solujensa rakennusaineena.

Pieneliöt tarvitsevat hiiltä 25-kertaisesti typen määrään verrattuna. Mikäli hiiltä on enemmän suhteessa typpeen, typpeä sitoutuu pieneliöihin ja sitä vapautuu kasvien käyttöön viiveellä. Mikäli hiiltä on vähemmän, typpeä voi vapautua yli pieneliöiden tarpeen, jolloin se voi tulla kasvien käyttöön tai vapautua maaperään, josta se voi huuhtoutua vesistöihin tai vapautua ilmakehään.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.



Kuva 6. Multavuuden nosto vaikuttaa myönteisesti kasvien käyttöön vapautuvan typen määrään. Kuva lähteestä 11.

Maaperäeliöt ovat ilmaista työvoimaa

Saappaanjäljen alla elää lukematon määrä maaperäeliöitä, joista osa on silmin havaittavia ja osa mikroskooppisen pieniä. Suurempia eliöitä edustavat esimerkiksi lierot, hämähäkit ja siirat, kun taas näkymätöntä – mutta erittäin runsaslukuista – eliökuntaa edustavat erilaiset alkueläimet, sienet ja bakteerit.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Multamaa		Kangashumus
1 100 000	Alkueliöt	3 000 000
34 000	Sukkulamadot	100 000
520	Änkyrimadot	380
3	Lierot	-
1000	Hyppyhäntäiset	1400
1600	Punkit	16 200
19	Siirat	-
18	Kaksisiipistoukat	18
5	Kovakuoriaiset	10
4	Hämähäkit	9
1	Juoksujalkaiset	-
1	Kaksoisjalkaiset	-
1	Valeskorpionit	-

Kuva 7. Kuvassa 42 kokoisen saappaanjäljen alta löytyvien maaperäeläinten kappalemääriä. Kuva lähteestä 12.

Maaperäeliöt elävät maan eri kerroksissa ja liikkuvat eri tavoin. Kastelierot kaivautuvat niin syvälle kuin mielivät, jalalliset eliöt kulkevat siellä, missä maamurujen välissä on niille tilaa, ja yksisoluiset sekä esimerkiksi sukkulamadot uivat maavedessä. Vaikka maaperän eliötoiminta on vilkkainta muutamien senttien pintakerroksessa, löytyy elämää myös syvemmältä, metrien ja jopa kilometrien syvyydestä. (6 Tutustu tarkemmin erilaisiin eliöihin Maaperän eliöitä -artikkelissa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Lisämateriaali: Maaperän eliöitä

Sukkulamadot eli *nematodit* ovat hyvin pieniä ja kestäviä eläimiä, nimensä mukaisesti sukkulamaisia, lankamaisia matoja. Samoja matosukuja elää ympäri maailman: niitä löytyy maaperästä erittäin runsaslukuisena mistä vain. Pelkästään Suomen peltomaata kaivaessaan voi löytää tuhat eri sukkulamatolajia. Maailmanlaajuisesti niitä tunnetaan noin 200 000. Kooltaan Suomen peltomaassa elävät sukkulamadot ovat puolesta millimetristä muutamaan milliin. Sukkulamadot hyödyntävät monenlaista ravintoa, ja runsaslukuisuutensa vuoksi niillä on erittäin tärkeä merkitys ekosysteemin toiminnassa.

Sukkulamato. Kuva: Pertti Eloranta

Hyppyhäntäisiä. Kuva: Veikko Huhta

Hyppyhäntäiset ovat pieniä, alle viiden millimetrin mittaisia maaperän asukkaita. Ne muistuttavat kuuden jalkansa ja kaksiosaisen ruumiinrakenteensa vuoksi hyönteisiä, mutta eroavat niistä kuitenkin monin tavoin. Kaikilla ei esimerkiksi ole silmiä, eivätkä ne tee täydellistä muodonvaihdosta munasta toukaksi, koteloksi ja lopulta aikuiseksi eläimeksi.

Hyppyhäntäisiä on monenlaisia, ja niitä elää maaperän eri kerroksissa. Hyppyhäntäiset ovat hyönteisten, hämähäkkieläinten, lintujen ja joidenkin nisäkkäiden ruokaa. Itse ne käyttävät ravintonaan muun muassa sienirihmastoa ja voivat siten osallistua sienitautien torjuntaan.

Hyppyhäntäisten ulosteet ovat mikrobien ruokaa, joten mitä enemmän niitä on, sitä enemmän on mikrobitoimintaa. Jotta asia ei olisi liian yksinkertainen, voi hyppyhäntäisistä olla myös haittaa, sillä jotkut hyppyhäntäiset syövät bakteereja ja toisten hyppyhäntäisten munia. Eräät kasveja syövät lajit voivat jopa vahingoittaa satoa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Lannassa elävä juoksupunkki. Kuva: Veikko Huhta

Punkit kärsivät valitettavasta sekaannuksesta, sillä ihmiset mieltävät ainoastaan verta imevät puutiaiset punkeiksi. Hyödylliset maaperäpunkit kuitenkin eroavat näistä loisista, ja kaikkinensa punkit muodostavat huiman monimuotoisen eliölajiryhmän. Niiden elintavat vaihtelevat aina kasvinsyöjistä petoihin.

Punkit kuuluvat kahdeksanjalkaisina hämähäkkieläimiin, ja kooltaan ne ovat millin kymmenesosasta kolmeen millimetriin. Punkit hajottavat eloperäistä ainesta ja lannoittavat maata.

Petopunkin leuka. Kuva: Veikko Huhta

Kääpiöhämähäkki. Kuva: Veikko Huhta

Hämähäkit ovat taitavia saalistajia, jotka syövät surutta kaiken kiinni saamansa. Ne ovat myös monen muun lajin tärkeää ravintoa. Kaikki maaperässä elävät hämähäkkilajit tainnuttavat saaliinsa myrkyllä. Tämän jälkeen hämähäkit valelevat saaliinsa ruuansulatusentsyymillä ja nauttivat sitten ateriansa nestemäisessä muodossa.

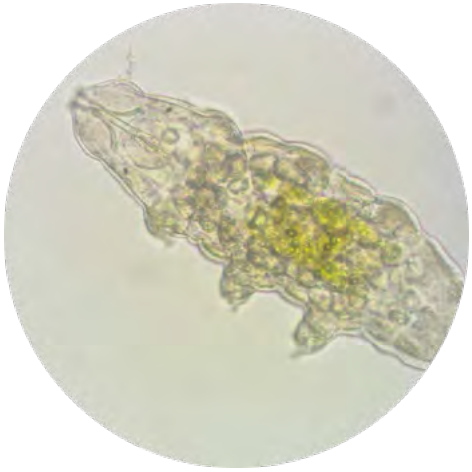
Myös peltomaassa elää hämähäkkejä, vaikkakin metsämaata vähemmän. Tämä johtuu peltomaan epävakaammista elinolosuhteista. Pelloilta voi löytää susihämähäkkejä sekä riippu- ja kääpiöhämähäkkejä.

Kennovaleskorpioni. Kuva: Annika Uddström

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

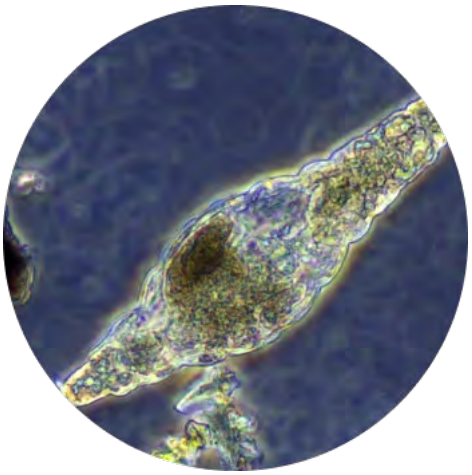
Karhukaiset ovat varsinaisia superselviytyjiä. Niitä elää kaikenlaisissa ympäristöissä, ja ne selviytyvät passiivisen lepotilan ansiosta niin absoluuttisesta nollapisteestä, erilaisista myrkyllisistä kemikaaleista, kuivuudesta, painevaihteluista kuin voimakkaista röntgen-, ultravioletti- ja gammasäteilyistä.

Maaperässä karhukaiset voivat olla joko kasvinsyöjiä tai petoja, jotka käyttävät kurkussaan olevaa stilettiä kasvisolujen tai saaliseläinten keihästämiseen.



Macrobiotidae-heimon karhukainen. Kuva: Tiia Nikupaavola

Rataseläimet ovat 0,1–0,5 mittaisia planktoneliöitä, joita elää myös maaperässä. Rataseläimiä on maassa paljon, jopa 500 000 yksilöä neliömetrillä. Suomessa niitä ei ole tutkittu lainkaan. Rataseläin käyttää ravinnokseen elollisia hiukkasia, joissa on bakteereja ja alkueliöitä.



Rataseläin. Kuva: Pertti Eloranta

Mikrobit – kuten bakteerit, sienet ja arkeonit – ovat erittäin tärkeitä maaperän ekosysteemin kannalta. Ne huolehtivat monista tehtävistä, joita muut maaperän eliöt eivät pysty hoitamaan. Vaikka eloperäistä ainesta hajottavat mikrobit ovatkin maaperän pienimpiä asukkaita, on niitä niin paljon, että koko niiden biomassa on yli kymmenkertainen verrattuna maapallon kaikkien eläinten yhteispainoon.

Siirat ovat oikeastaan maalle nousseita äyriäisiä. Nämä soikeat, 14-jalkaiset eläimet ovat tarkkoja asuinpaikastaan ja herkkiä kuivuudelle. Ne eivät viihdy myöskään liian happamassa maassa. Siirat voivat kasvaa jopa kahden sentin kokoisiksi.

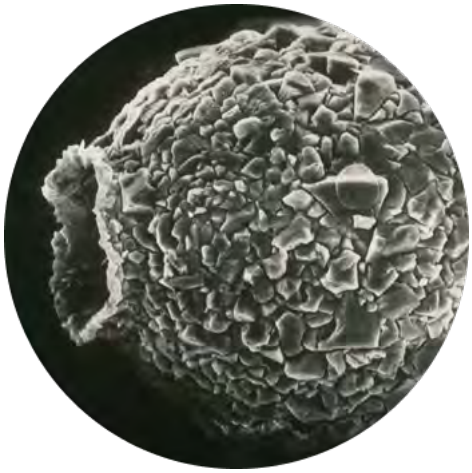
Pikkusiira. Kuva: Annika Uddström

Lierot ovat hyödyllisiä maan rakenteen muokkaajia. Lierojen liikehdintä kuohkeuttaa maata, ja niiden ulosteista muodostuu maahan kestäviä maamuruja. Peltojen yleisimmät lierolajit ovat kasteliero, peltoliero ja onkiliero. Kastelierot kaivautuvat pystysuoraan maan syvyyksiin, ja niiden kaivamat käytävät tekevät maasta ilmavampaa ja toimivat veden kulkureitteinä. Peltoliero elää verrattain lähellä maanpintaa ja käyttää eloperäistä ainesta ravinnokseen maan pintakerrosta samalla möyhentäen. Onkiliero taas elää aivan maan pinnassa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Änkyrimadot ovat noin kolmen sentin mittaisia vaaleita matoja, jotka elävät maan pintakerroksissa. Niillä on tärkeä tehtävä eloperäisen aineksen hajottajina ja ravinteiden kierrättäjinä.

Änkyrimato. Kuva: Petri Kuhno



Hiekanhyvillä verhoutunut kuoriameba. Kuva: Pertti Eloranta

Alkueläimet on rataseläinten ohella vähiten tunnettu eliöryhmä Suomen maaperässä: niitä ei ole tutkittu lainkaan. Tutkittavaa kuitenkin riittäisi, sillä lajeja on varmasti satoja ja yksilöitä miljardeja jo yhden neliömetrin alalla. Vaikka alkueläimistä ei ole paljon tietoa, niillä on epäilemättä merkittävä rooli ravintoverkossa jo niiden lukumäärän vuoksi. Jotkin alkueläimet saalistavat bakteereita, mikä rajoittaa niiden määrää. Maavedessä elävät yksisoluiset alkueläimet ovat ameboja, ripsieliöitä ja siimaeliöitä.

Mykorritsat eli *sienijuuret* toimivat kasvien apuna maan kasvukunnon kehittämisessä. Sienijuuret muodostavat kasvin ja sienen välille molempia osapuolia sopivissa olosuhteissa hyödyttävän symbioosin. Suomen peltomaissa on yleensä aina keräsieniä, mutta niiden määrä ja lajisto vaihtelevat.

Sienijuuren toiminta riippuu olosuhteista. Useimmat kasvit luovat symbioosin sienen kanssa siten, että sienirihmat kasvavat kasvien juuriin sekä juurisolujen sisälle ja väleihin. Sieni saa kasvilta ravinnokseen yhteyttämistuotteita. Sienten rihmastot laajentavat kasvien juuristoja kasvamalla juurikarvoja kauemmas ja pääsemällä käsiksi pienempiin huokosiin kuin juurikarvat. Tämä tehostaa kasvin ravinteiden- ja vedenottokykyä.

Lisämateriaalin lähde: Huhta, V. & E-L. Hallanaro, E.-L. (toim.) Elämää maan kätköissä. Helsinki: Gaudeamus. 331 s.

Maan näkymättömistä työläisistä runsaslukuisimpia ovat yksisoluiset bakteerit, bakteereja muistuttavat arkeonit, rihmamaiset mikrosienet ja yksisoluiset sienet eli hiivat. Eräät sienet voivat muodostaa joidenkin kasvien kanssa *mykorritsan* eli sienijuuren, jonka merkitys kasveille ja maaperän elämälle on erittäin suuri. Kasvi ja sieni elävät symbioosissa sienijuuren ansiosta: sienet irrottavat, keräävät ja kuljettavat ravinteita tehokkaasti ja saavat vastineeksi kasvilta yhteytystuotteita. Sienijuuri tekee kasvin juuristosta tehokkaamman ja laajemman. (13

Maaperän eliöt ovat tärkeitä paitsi eläessään, myös kuoltuaan. Tutkimuksissa on havaittu, että kuollut sieni- ja bakteerimassa muodostavat merkittävän osan maaperän pysyvästä hiilestä ja näiden tulosten perusteella on esitetty, että maassa toimii niin kutsuttu *mikrobihiilipumppu*, joka hajottaa eloperäistä ainesta ja edistää hiilen varastoitumista. (14

Mä olen koutsi ja pellot on mun joukkueen pelaajia.

- Maanviljelijä Tommi Hasu, Luomu Mattisen tila, Kouvola

Kuva 8. Kouvolassa LuomuMattisen tilaa viljelevä Tommi Hasu on tottunut tarkastelemaan peltojensa kuntoa säännöllisesti. Kuva: Eliisa Malin.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuuntele lisää Tommin ajatuksia Carbolla on asiaa -podcastista.

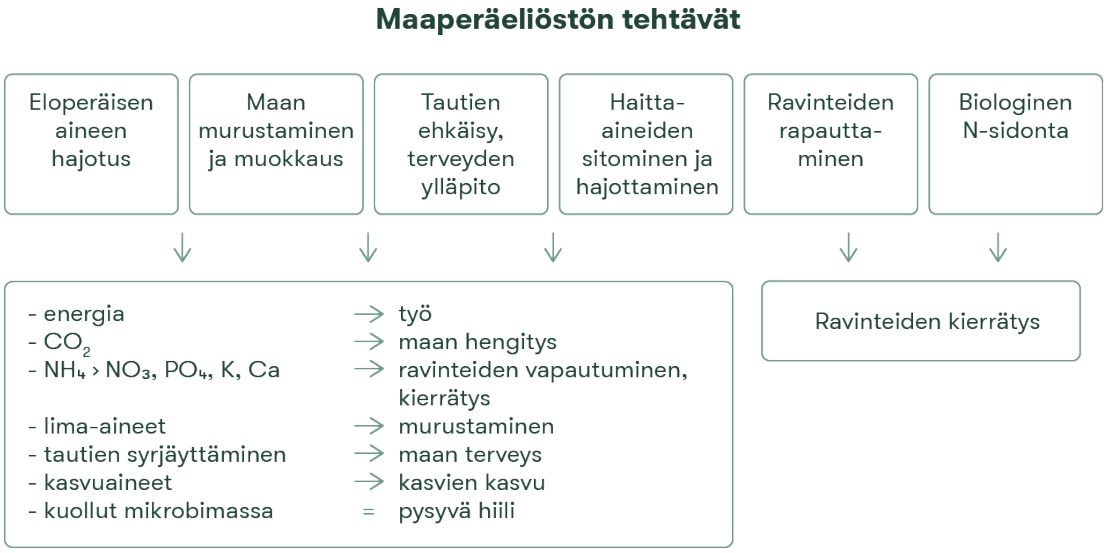
Monimuotoinen eliöstö muodostaa tiiviin vuorovaikutusverkoston, *maaperän ravintoverkon*, jossa energia ja ravinteet kiertävät. Jokaisella lajilla on verkossa oma tehtävänsä. Yhdessä ne muokkaavat maata ja parantavat samalla sen rakennetta, varastoivat hiiltä sekä vapauttavat ravinteita kasvien käyttöön. Lisäksi maaperäeliöiden monimuotoisuus ja runsaslukuisuus auttavat pitämään loitolla kasvitauteja ja tuholaisia.

Kuva 9. Maaperän ravintoverkko.

Maaperän ravintoverkkoa voisi verrata planeettamme ekosysteemin toimintaan. Kummassakin kaikkien osien tulee olla tasapainossa, jotta elintärkeät prosessit pysyvät käynnissä häiriöttömästi. Mikäli jokin osa joutuu epätasapainoon, alkaa ilmetä ongelmia, jotka vaikuttavat kauaskantoisesti kaikkeen.

Jos esimerkiksi sukkulamatojen elinolosuhteet yksipuolistuvat, ankeroiset eli juurtentuhoojamadot pääsevät kasvattamaan populaatiotaan liian suureksi. Tällöin viljelijälle voi koitua suuria tappioita – maailmanlaajuisesti sadot saattavat kärsiä jopa sadan miljardin euron verran. Monipuolistamalla viljelykiertoa sekä tukemalla sukkulamatojen lajirunsautta petosukkulamadot pitävät juurensyöjät kurissa, jolloin vehnät, mansikat ja perunat säästyvät. (15

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.



Kuva 10. Maaperän eliöstön tehtävät. Kuva lähteen 10 mukaan.

Maaperän monimuotoinen eliöstö on keskeinen tekijä ilmastonmuutoksen hillinnässä ja siihen sopeutumisessa. Se auttaa parantamaan pellon kasvukuntoa ja näin ollen sitomaan hiiltä, torjumaan eroosiota ja lisäämään satovarmuutta. Viljelijän ensisijainen tehtävä onkin toimia ilmaisen työvoimansa eli maaperän eliöstön reiluna ja viisaana hoitajana. Maan viljelijänä.

Tehtävä 2.2

Mistä tunnistat aistinvaraisesti, että maa on terve ja maaperän ravintoverkko toimii aktiivisesti? Vastaa kaikki jotka sopivat

Vaihtoehdot: Hyvä tuoksu, Tumma väri, Sienirihmasto, Kevyt ja murustuva rakenne, Terävät muruset

Maaperäeliöt kierrättävät kasvi- ja eläinjätteisiin sitoutuneet aineet takaisin luonnon kiertokulkuun. Kun eliöstö muokkaa ja hajottaa eloperäistä ainesta, sen ominaisuudet muuttuvat ja siihen sitoutuneita ravinteita vapautuu kasvien käyttöön.

Maaperäeliöt möyhentävät, kuljettavat, pilkkovat ja käyttävät ravintonaan hajoavaa ainesta. Esimerkiksi lierot voivat tuottaa madonlantaa vuosittain jopa kymmeniä tonneja hehtaarin alalla – täysin ilmaiseksi. Määrä vastaa muutamien millimetrien kerrosta ravinteikasta peltomaata.

Bakteerit ja sienet erittävät lima-aineita, jotka lujittavat maan mururakennetta.

Maaperän eliöiden muokkaama eloperäinen aines voi pidättyä maahiukkasten pinnoille(14. Hiukkaspinnoille pidättynyt eloperäinen aines sitoo maahiukkasia yhteen ja edistää maamurujen

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

muodostumista. Maamurujen sisään jäävä eloperäinen aines on suojassa hajotuksen jatkumiselta. Lisäksi eliöiden biologinen aktiivisuus säätelee kasvihuonekaasujen muodostumista ja eloperäisen aineksen säilymistä maaperässä. (16

Tehokkaat typensitojabakteerit

Palkokasvien juurinystyröissä elää symbioosissa rhizobium-bakteereja, jotka voivat sitoa ilmakehän typpikaasua kasveille käyttökelpoiseen muotoon biologisen typensidonnan avulla. Toiminnan edellytyksenä on, että maa juuriston läheisyydessä on ilmavaa ja typpikaasua pääse kulkeutumaan nystyröihin. Kasvit saavat bakteereilta typpeä ja vastavuoroisesti luovuttavat bakteereille ravinnoksi sokereita. Esimerkiksi apilan, herneen ja muiden palkokasvien juurinystyräbakteerit ovat tehokkaita typensitojia. Puna-apila voi sitoa typpeä jopa 150–250 kiloa hehtaarilla vuodessa, herne noin 50–150 kiloa. Palkokasvien jäänteiden mukana maahan päätyy typpipitoista eloperäistä ainesta.

Mikrobibiomassan lisääntyminen edistää hiilen sitoutumista maaperään, sillä maan pysyvän hiilen on todettu koostuvan nimenomaan mineraaliaineksen pinnoilla olevasta ja maamurujen sisään hajotukselta suojautuneesta kuolleesta mikrobibiomassasta (4.

Tiesitkö?

Aktiivinen hajotustoiminta ehkäisee joidenkin kasvitautien esiintymistä ja leviämistä. Pieneliöt voivat nimittäin toimia juurten pinnalla esteenä taudinaiheuttajia vastaan. *Esimerkiksi trichoderma harzianum* -sienen on todettu ehkäisevän perunaseitin leviämistä (17. Jotkin pieneliöt myös tuottavat aineita, jotka siirtyvät kasveihin lisäämään niiden vastustuskykyä. Lisäksi pieneliöt voivat tuottaa kasvien kasvua edistäviä aineita, kuten kasvuhormoneja.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

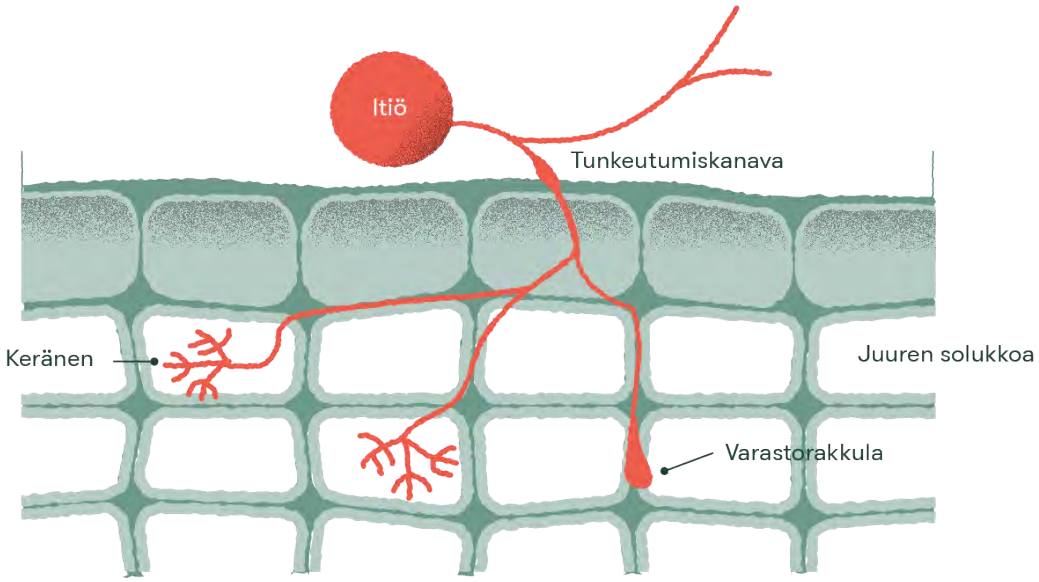
Kuva 11. Toimiva pellon pieneliöstö hajottaa orgaanisen aineksen nopeasti. Tässä maaperäeliöiden aktiivisuutta on testattu hautaamalla puuvillakalsarit peltoon muutaman viikon ajaksi. Kuva: Eliisa Malin.

Mykorritsat *eli sienijuuret* toimivat kasvien apuna maan kasvukunnon kehittämisessä. Sienijuuret muodostavat kasvin ja sienen välille molempia osapuolia sopivissa olosuhteissa hyödyttävän symbioosin. Suomen peltomaissa sienijuurisienet ovat pääasiassa keräsieniä, mutta niiden määrä ja lajisto vaihtelevat.

Sienijuuren toiminta riippuu olosuhteista. Useimmat kasvit luovat symbioosin sienen kanssa siten, että sienirihmat kasvavat kasvien juuriin sekä juurisolujen sisälle ja väleihin. Sieni saa kasvilta ravinnokseen yhteyttämistuotteita. Sienten rihmastot laajentavat kasvien juuristoja kasvamalla juurikarvoja kauemmas ja pääsemällä käsiksi pienempiin huokosiin kuin juurikarvat. Tämä tehostaa kasvin ravinteiden- ja vedenottokykyä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Keräsienijuuri



Kuva 12. Kuva lähteen 16 mukaan.

Sienet irrottavat maaperästä esimerkiksi fosforia, joka on monesti kasveille liukenemattomassa muodossa, ja muuttavat sitä käyttökelpoiseen muotoon. Sienten rihmasto kuljettaa kasveille useita muitakin ravinteita, kuten magnesiumia, sinkkiä, kuparia, kalsiumia, rautaa sekä vettä. Vaihtokaupassa kasvit antavat sienille ravinnoksi yhteyttämisessä syntyneitä hiilihydraatteja. Sienijuuri voi myös suojata kasvia stressitekijöiltä, kuten kuivuudelta, maan happamuudelta, taudeilta, tuholaisilta ja raskasmetalleilta.

On arvioitu, että kaikista kasveista yli 90 prosenttia muodostaa sienijuuren. Viljelykasveista sienijuuri puuttuu lähinnä vain ristikukkaisilta ja savikkakasveilta. Erityisesti typensitojakasvit ovat tehokkaita sienijuurisymbioosien muodostajia.

Mykorritsasieniä on kahdenlaisia: ulkoisia *ektomykorritsoja*, ja kasvin juuren sisään kasvavia *endomykorritsoja*. Endomykorritsasienten pintaansa erittämät lima-aineet toimivat liiman tavoin: ne sitovat maapartikkeleita, orgaanista ainesta, kasvinjäänteitä, bakteereja ja sieniä muruiksi. (16

Tiesitkö?

Kerääjäkasvit kasvattavat laajat juuristot ja parantavat mikrobien olosuhteita peltomaassa. Monet kerääjäkasvit muodostavat symbioosin keräsienten kanssa. Sienten erittämät lima-aineet selittävät sitä, miksi kerääjäkasvit parantavat maan vedenpidätyskykyä ja mururakennetta. (16, 26

Sienet ovat tärkeässä roolissa myös ruokamullan muodostumisessa. Hajottajasienet eli *saprofyytit* ovat osa maan ravintoverkon kiertokulkua. Maan tiivistyminen sekä sen häiritseminen muokkaamalla tai kemiallisesti haittaavat hyödyllisten sienten kasvua ja antavat tilaa maassa

kasvaville taudinaiheuttajille. Hyväkuntoisessa maassa on runsaasti erilaisia mikrobeja, kuten bakteereja, sieniä, arkeoneja ja alkueläimiä. Niiden ansiosta kasvipatogeeneille jää vähemmän elintilaa ja kilpailu on kovaa. Tämä vähentää kemiallisen kasvinsuojelun tarvetta. (16

Tehtävä 2.3

Miksi eloperäistä ainesta voidaan pitää maaperän keskeisimpänä ominaisuutena? Miten se vaikuttaa?

Valitse oikeat

Vaihtoehdot: Kohentaa viljelyominaisuuksia, Parantaa maan rakennetta, Pidättää ravinteita, Toimii puskurina pH:n muutoksia vastaan, Parantaa veden pidättymistä

Tehtävä 2.4

Mitä maaperäeliöitä näet useimmin pelloillasi? Valitse kolme.

Tehtävä 2.5

Lujittavako maaperämikrobien lima-aineet maan rakennetta?

Vastausvaihtoehdot: Kyllä, Ei

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Maaperän fysikaaliset ominaisuudet

Maaperän fysikaalisiin ominaisuuksiin vaikuttavat ennen kaikkea maan lajitekoostumus ja maan rakenne. Lajitekoostumus kuvaa maan kivennäisaineksen jakautumista hiukkaskokoluokkiin eli lajitteisiin (Taulukko 1).

Taulukko 1. Maalajitteiden luokittelu ja lajitteiden nimitykset.

Rakeen läpimitta (mm)	Lajitteen nimitys, lyhenne
< 0,002	saves, S
0,002 – 0,006	hieno hiesu, HHs
0,006 – 0,02	karkea hiesu, KHs
0,02 – 0,06	hieno hieta, HHt
0,06 – 0,2	karkea hieta, KHt
0,2 –0,6	hieno hiekka, HHk
0,6 –2	karkea hiekka, KHk
> 2	sora, Sr

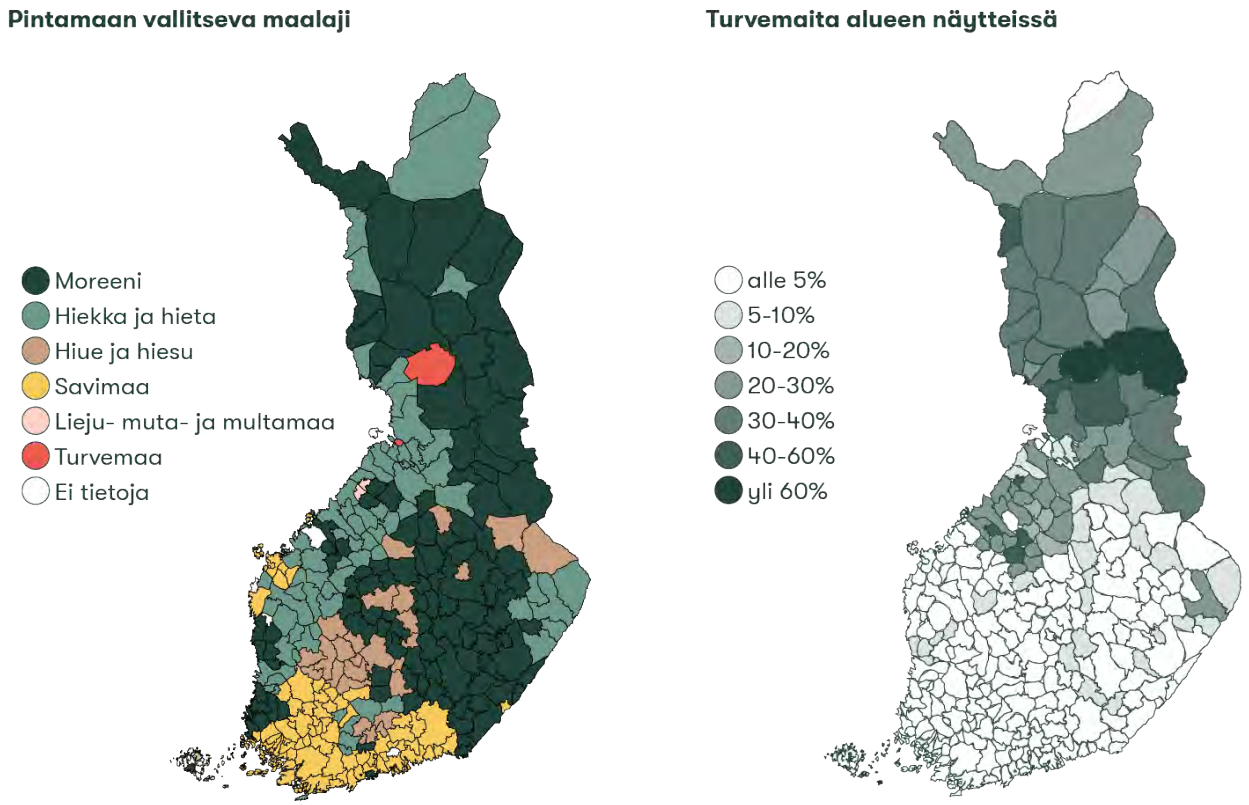
Maan rakenne muodostuu kiintoaineksen eli kivennäisaineksen ja eloperäisen aineksen järjestäytymisestä erilaisiksi rakenteiksi sekä niiden väleihin jäävästä huokostilasta.

Maan pienimmät hiukkaset kuuluvat savekseen eli läpimitaltaan alle 0,002 millimetrin hiukkasiin. Saveksella on huomattavasti vaikutusta moniin maan ominaisuuksiin, kuten veden ja ravinteiden pidättymiseen sekä hiilen varastoitumiseen. Vaikutukset perustuvat erityisesti hiukkasten pieneen kokoon, mutta myös reaktiivisiin pintoihin.

Maan rakenteen muodostumisessa erikokoiset maahiukkaset ovat rakennuspalikoita, joista yhdessä eloperäisen aineksen, juurten, bakteerien ja sienirihmojen sekä näiden erittämien lima-aineiden kanssa muodostuu maamuruja. Maan savespitoisuudella on vaikutusta kestävän mururakenteen muodostumiseen, erityisesti karkeilla ja eloperäisillä mailla, joilla murujen muodostuminen on löyhää (27.

Suomessa maalajit ja ilmasto-olosuhteet ovat erilaisia eri puolilla maata ja vaikuttavat luonnollisesti myös viljelijän tekemiin valintoihin. Esimerkiksi savi- ja hiesumaat tiivistyvät herkästi, ja tiivistymien korjaaminen voi olla vaikeaa. Tiivistymät myös heikentävät maan vesitaloutta, kasvukuntoa ja biologista aktiivisuutta.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.



Kuva 13. Peltojen pintamaan vallitseva maalaji Viljavuuspalvelun vuosien 2011–2015 tulosaineistossa (tuloslaari.fi) ja turvemaiden osuus vuosien 2005–2009 tulosaineistossa (28). Suomen peltojen yleisin maalaji on kivennäismaa, mutta pohjoiseen mentäessä eloperäiset maat yleistyvät.

Maalajien luokittelu ja viljelyominaisuudet

Kivennäismaat nimetään lajitekoostumuksen mukaan. Lajitteet ovat kivennäishiukkasten kokoluokkia (taulukko 1). *Eloperäisten maiden* luokitus perustuu eloperäisen aineksen määrään ja laatuun.

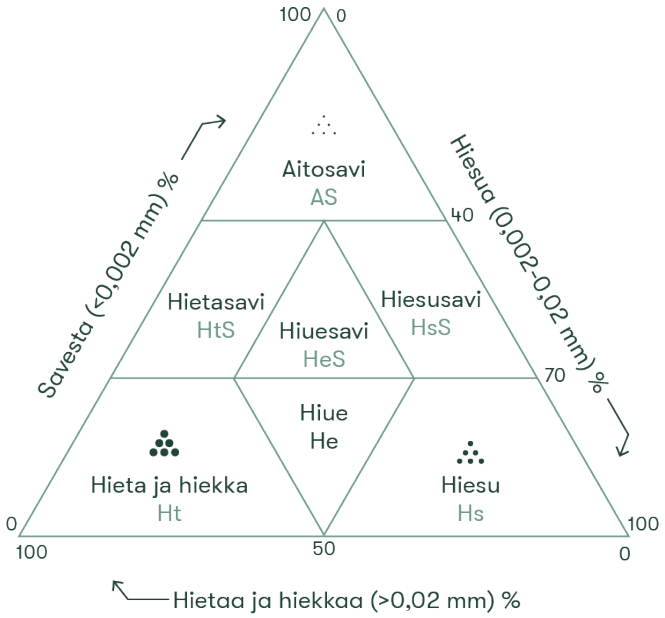
Ennen lajitekoostumuksen tarkastelua kivennäismaat erotellaan *lajittumattomiin* ja *lajittuneisiin* maalajeihin. Moreeni, Suomen yleisin maalaji, on lajittumaton maalaji eli se sisältää kaikkia tai lähes kaikkia lajitteita sekaisin. Lajittuneet maalajit luokitellaan lajitekoostumuksen mukaan *karkeisiin maalajeihin*, joita ovat sora, hiekka ja karkea hieta, sekä *hienojakoisiin maalajeihin*, joita ovat hieno hieta, hiesu ja savi.

Eloperäisiä maita ovat maat, joiden *multavuus* eli eloperäisen aineksen pitoisuus on yli 20 prosenttia. *Turvemaiksi* luokitellaan eloperäiset maat, joiden eloperäisen aineksen pitoisuus on yli 40 prosenttia.

Viljavuuspalvelu määrittelee maalajin aistinvaraisesti. Tarkempaa määrittelyä varten on tehtävä laboratoriossa mekaaninen maa-analyysi ja määrittää maalaji käyttäen maalajikolmiota.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Maalajikolmio



Kuva 14. Suomalaisten maalajien nimeämisessä käytetty maalajikolmio. Maanäytteestä on ensin määritettävä lajitekoostumus mekaanisella maa-analyysillä. Maalajin määritys aloitetaan saveksen pitoisuutta osoittavalta sivulta. Kolmiosta huomataan, että jo 30 % savesta riittää määrittämän maalajin savimaaksi. Kuva lähteen 5 mukaan.

Maalajien viljelyominaisuudet:

Hiekka ja hiedat ovat ilmavia ja löyhiä, mutta pidättävät heikosti ravinteita ja vettä. Hiekkamailla on puutetta ravinteista, ja ne ovat alttiita kuivuudelle. Hiekkamaa ei roudi. Se kuivuu helposti, ja veden kapillaarinen nousu on siinä heikkoa. Sen sijaan hieta soveltuu fysikaalisilta ominaisuuksiltaan kasvintuotantoon hyvin. Erityisesti hienolle hiedalle on ominaista veden kapillaarinen nousu. Veden kapillaarisella nousulla tarkoitetaan ilmiötä, jossa veden sitoutuminen huokosten seinämiin nostaa vettä pohjavesivyöhykkeestä maan pintaa kohti.

Hiue erotetaan omaksi maalajiksi maataloudellisessa luokituksessa. Sille ei ole vastaavaa lajitetta vaan se jää hiukkaskoostumukseltaan hiesun ja hiedan väliin. Veden kapillaarinen nousu on nopeaa.

Hiesun fysikaaliset ominaisuudet ovat kasvintuotannon kannalta huonot. Hiesumaa liettyy ja kuorettuu herkästi, mikä haittaa kasvien taimettumista. Hiesu on huomattavasti herkempi eroosiolle kuin hiekkaa ja savea sisältävät maalajit. Hiesumaan kestävä mururakenne vähentää liettymis- ja kuorettumisriskiä. Hiesumaahan muodostuu pieniä huokosia, jotka pidättävät vettä ja hidastavat veden huuhtoutumista.

Savimaan savipartikkeleilla on suuri ominaispinta-alaa ja paljon pidättäviä pintoja, joihin vesi, ravinteet ja eloperäinen aines voivat pidättyä. Vesi ja ilma liikkuvat savimaassa hitaasti, koska savipartikkeleiden väliin jäävät huokoset ovat pieniä ja niiden muodostama huokosto monimutkainen. Kun savipartikkelit yhdistyvät maamuruiksi, maan rakenteesta tulee löyhempi, mikä parantaa veden ja ilman liikkumista maassa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Eloperäiset maat ovat muodostuneet, kun kasviaineksen hajotus on ollut olosuhteitten takia hitaampaa kuin kasviaineksen kertyminen. Tyypillisiä rajoittavia tekijöitä ovat märkyys ja kylmyys. Eloperäisiltä mailta vapautuu tonneittain hiiltä vuodessa, kun niihin vuosituhansien aikana kertynyt eloperäinen aines hajoaa maankäytön takia.

Maan fysikaalinen viljavuus tarkoittaa sitä, millainen rakenne maassa on ja kuinka pellon happi- ja vesitalous toimii.

Maan fysikaalisen viljavuuden ongelmat ilmenevät usein kemiallisen viljavuuden ongelmina eli ravinnepuutoksina. Kasvit eivät esimerkiksi saa riittävästi ravinteita, koska maa on tiivistynyt tai kuivatuksessa on ongelmia. (29

Kuva 15. Maan fysikaalisesta kasvukunnosta saa helpoiten tietoa havainnoimalla pintamaata ja kasvillisuutta, kaivamalla kuoppia ja arvioimalla maata muutenkin aistinvaraisesti. Aistinvaraiset menetelmät ovat tärkeä tapa tarkastella omia peltoja, sillä niiden avulla saadaan nopeasti tietoa maan kasvukunnosta peltolohkoittain. Aistinvaraisen havainnoinnin keinoin voidaan tunnistaa vesitalouden ja maan rakenteen ongelmia ja jopa luokitella peltolohkoja. Tulosten myötä on myös helpompi pohtia, onko tarkemmille mittauksille tarvetta. Kuva: Eliisa Malin.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Maaperän kemialliset ominaisuudet

Maaperässä tapahtuu kemiallisia reaktioita eri alkuaineiden välillä. Kemia onkin hyvin tärkeässä osassa maaperän ominaisuuksista puhuttaessa, sillä esimerkiksi ravinteet ovat alkuaineita.

Molekyyli on kovalenttisesti sitoutuneiden atomien muodostama ryhmä. Esimerkiksi vesi eli H2O on molekyyli, joka koostuu kahdesta vetyatomista (H), jotka ovat sitoutuneet yhteen happiatomiin (O).

Ioni on sähköisesti varautunut atomi tai molekyyli.

Kationi on positiivisesti varautunut ioni.

Anioni on negatiivisesti varautunut ioni.

pH-arvo kertoo maan happamuudesta. Mitä enemmän maavedessä on vetyioneja, sitä alhaisempi on maan pH ja sitä happamampaa maa on.

Kallioperä on muodostunut erilaisista kivilajeista. Kivilajit taas koostuvat erilaisista *mineraaleista*, jotka ovat maaperän lähtöainesta. Kun kiviaines hienontuu mekaanisesti, puhutaan fysikaalisesta rapautumisesta. Kun mineraalien kemiallinen koostumus muuttuu, kyse on kemiallisesta rapautumisesta. Rapautumisen seurauksena syntyviä mineraaleja kutsutaan savimineraaleiksi. Maaperän mineraaleja kutsutaan myös kivennäisainekseksi.

Kullakin mineraalilla on omanlaisensa kemiallinen koostumus. Siten maassa esiintyvien mineraalien määrä ja laatu vaikuttavat muihin maan ominaisuuksiin. Mineraaleista vapautuu maahan ioneja, joita kasvit käyttävät ravinteina. Näin mineraalit vaikuttavat suoraan maan viljavuuteen. Suomen kallioperä koostuu pääosin happamista kivilajeista, joten maaperämme on luonnostaan hapanta.

Mineraalien kemiallinen koostumus määrittää myös sen, millaisia reaktioita niiden pinnoilla tapahtuu. Maaperän tärkeimpiä reaktioita ovat ravinteiden pidättyminen hiukkasten pinnoille. Pidättymispaikkojen tyyppi ja määrää määrittävät maan kyvyn varastoida lannoitteista ja eloperäisestä aineksesta vapautuvia ravinteita.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 16. Lapiollinen eloperäistä maata. Kuva: Sanna Söderlund.

Kationinvaihtokapasiteetti kertoo maan kyvystä pidättää ja luovuttaa ravinteita. Mitä hienojakoisempaa maa on, sitä enemmän ravinteille on pidättymispaikkoja. Myös eloperäisen aineksen määrä lisää kationinvaihtokapasiteettia. Runsasmultainen maaperä onkin kuin ravinteilla ladattu akku.

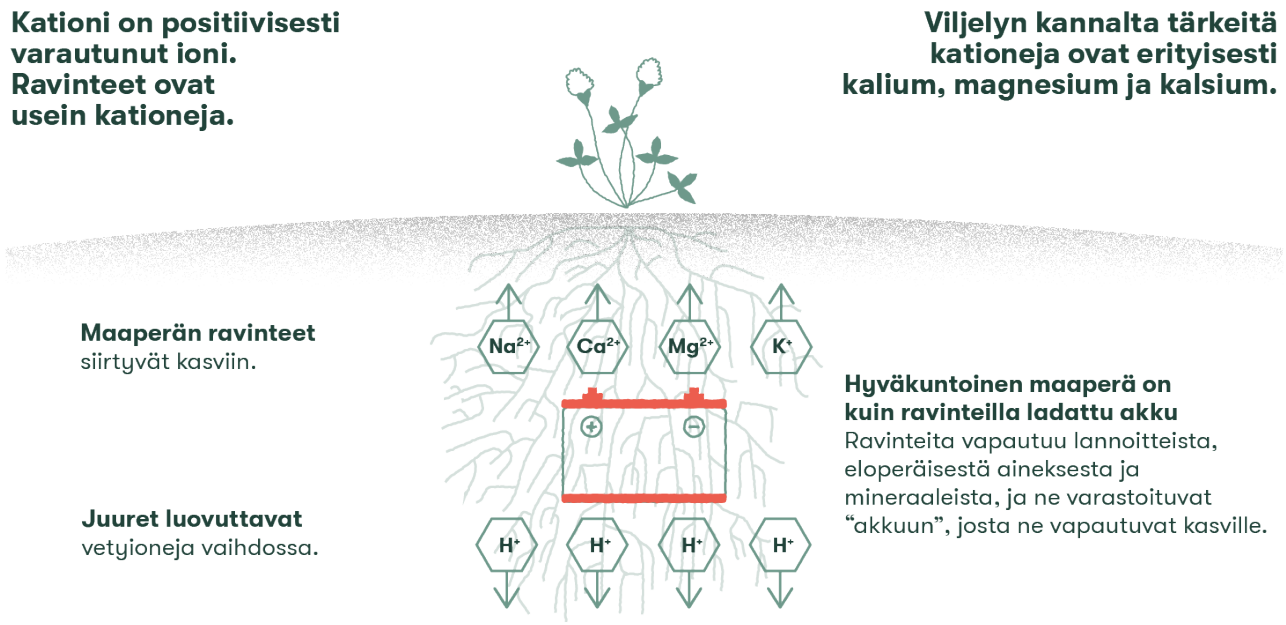
Maan kemiallista viljavuutta voidaan selvittää *viljavuusanalyyseillä* ja kationinvaihtokapasiteetista kertovalla laskurilla. Laskuriin pääset tästä.

Viljavuutta tutkittaessa ei kannata säästää jalkoja eikä rahaa, sillä parhaan ja informatiivisimman tuloksen saa keräämällä maanäytteet huolellisesti – osanäytteissä säästämättä.

Yleensä perustutkimusta kannattaa täydentää kattavalla hivenravinteiden ja hehkutushäviön määrityksellä. Hehkutushäviö kertoo maan eloperäisen aineksen määrän. Halutessaan voi määrittää myös varastoravinteiden tilanteen pinta- ja pohjamaassa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Perehdy maan kemiallisen viljavuuden hoitoon SYKE:n tutkija ja maanviljelijä Tuomas Mattilan OSMO-hankkeesta tehtyjen videoiden avulla.



Kuva 17. Kationinvaihtokapasiteetti. Kuva lähteen 11 mukaan.

Kationit ovat positiivisesti varautuneita ioneja ja anionit negatiivisesti varautuneita ioneja. Ionit pidättyvät maahiukkasten pinnoille sähköisin vetovoimin. Maaperässä esiintyviä kationeja ovat esimerkiksi kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}) ja kalium (K^{+}). Ne ovat kaikki kasvinravitsemuksen kannalta merkittäviä alkuaineita. Maaperän yleisin kationi on kalsium, joka osallistuu maan rakenteen ylläpitoon.

Kationinvaihtokapasiteetti auttaa ymmärtämään myös maan happamoitumista. Kun maa happamoituu, vetyionit syrjäyttävät hiukkaspintojen ravinnekationit. Tällöin ravinnekationit altistuvat huuhtoutumiselle eivätkä kasvit pääse enää hyödyntämään niitä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

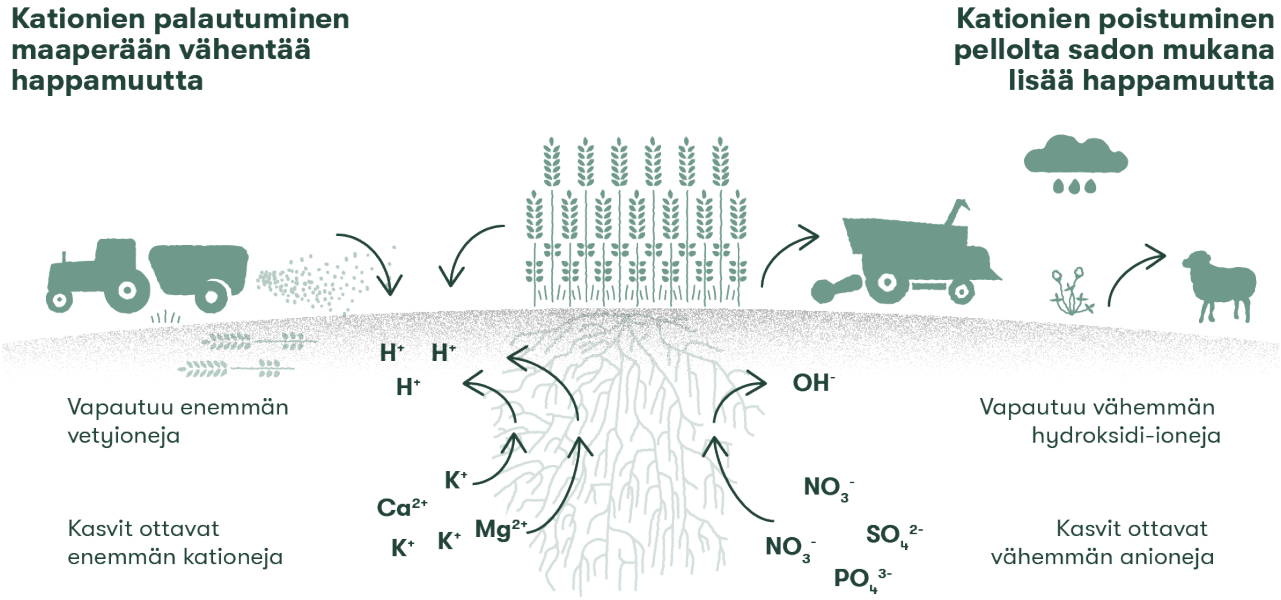
Maan pH vaikuttaa aineiden liukoisuuteen ja kasvien kasvuun

pH_{H20}		
< 4,5	Erittäin hapan	Kasveilla alkaa esiintyä alumiinimyrkytysoireita
4,5 - 5,0	Hyvin hapan	
5,0 - 5,5	Melko hapan	
5,5 - 6,5	**Lievästi hapan**	**Useimmille kasveille optimaalinen pH-alue**
6,5 - 7,5	Neutraali	Hivenravinnepuutosten riski alkaa kasvaa
> 7,5	Emäksinen	

Kuva 18. Kuva lähteen 30 mukaan.

Maan happamuus on ehkä tutuin maan kemiallisista ominaisuuksista. Se säätelee maassa tapahtuvia reaktioita ja muita maan ominaisuuksia sekä niiden välisiä suhteita. Maan happamuutta voidaan kuvata maan pH:lla, joka on helppo mitata laboratoriossa tai vaikka apteekeista ja puutarhamyymälöistä saatavilla pH-liuskoilla.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.



Kuva 19. Yksinkertaistettu malli maan happamuuteen vaikuttavista tekijöistä. Ottaessaan maasta ravinteita kasvien täytyy erittää samanmerkkisiä ioneja sähköisen tasapainon ylläpitämiseksi. Kun kasvit ottavat maasta kationimuotoisia ravinteita ja erittävät vastavuoroisesti positiivisesti varautuneita vetyioneja (H^+), maahan kertyy happamuutta ja pH laskee. Osa kationeista poistuu maasta lopullisesti sadonkorjuun myötä. Toisaalta osa kationeista voi palautua maahan kasvinjäänteiden mukana. Maan happamuutta vähennetään eli pH:ta nostetaan erityisesti kalkitusaineilla. Kalkitusaineista vapautuu hydroksidi-ioneja (OH^-), jotka neutraloivat H^+-ioneja kemiallisella reaktiolla, jossa muodostuu vesimolekyyli, H_2O. Kuva lähteen 31 mukaan.

Maan happamuuteen vaikuttavat monet eri tekijät. Esimerkiksi kasvien juurten kationienotto ja mikrobien ja juurten hengitys lisäävät maan happamuutta. Kalkitusaineiden ja orgaanisen aineksen lisääminen taas vähentää maan happamuutta.

Ihannetilanteessa viljelysmaan pH on kivennäismailla ja multamailla 6,1–6,5 ja turvemailla 5,5 eli lievästi hapan. Liiallinen happamuus lisää joidenkin ravinteiden huuhtoutumista ja heikentää siten maan viljavuutta. Toiset kasviravinteet taas ovat valikoivia pH:n suhteen. Jos pH ei ole sopiva, ne eivät irtoa hiukkaspinnoilta kasvien käyttöön.

Happamuus säätelee myös maan biologisia prosesseja. Sienet viihtyvät bakteereita paremmin happamissa olosuhteissa, mikä hidastaa ravinteiden vapautumista eloperäisestä aineksesta. Lisäksi happamuus heikentää biologista typensidontaa ja niiden bakteerien toimintaa, jotka tuottavat mururakennetta ylläpitäviä lima-aineita.

III. Maan kasvukunto

Pellon hyvä kasvukunto on ruuantuotannon edellytys ja yksi maatalouden tärkeimmistä resursseista. Satotasot ja viljelyn ympäristövaikutukset ovat suoraan riippuvaisia viljelytoimenpiteistä ja maan kasvukunnosta. Kasvukunto vaikuttaa myös satovarmuuteen, viljelyn kannattavuuteen sekä omavaraisuuteen. Maan kasvukuntoon on alettu kiinnittää yhä enemmän

huomiota viime vuosien vaihtelevien kasvukausien vuoksi. Odottamattomat ja äärimmäiset sääolot ovat ilmastonmuutoksen myötä lisääntyneet.

Kuva 20. Sateiset talvet, tulvat ja toisaalta kuivuus haastavat peltojen kasvukuntoa. Kuva: Jarmo Markkanen.

Monien suomalaisten peltojen kasvukunnossa on parannettavaa. Yleisimmät ongelmat ovat tiivistynyt peltomaa ja vesitalouden ongelmat. Pellolle ei kannata mennä märällä kelillä eikä varsinkaan suurilla ja painavilla koneilla, sillä silloin saa varmasti aikaiseksi tiivistymisongelmia. Niiden korjaaminen vaatii suunnitelmallisuutta ja aikaa. Useat viljelijät pohtivatkin kiivaasti, kuinka saattaa viljelysmaansa parempaan kuntoon. Maan kasvukunnon parantaminen on pitkäjänteistä työtä. Mahdottomasta tehtävästä ei kuitenkaan ole kysymys. Lyhyessäkin ajassa voi tehdä paljon, ja hyöty kertaantuu vuosien kuluessa.

Kun panostaa oman osaamisensa kehittämiseen ja maan kasvukunnon parantamiseen, saa hyvät eväät tulevaisuuden ruuantuotantoon.

Viljavan pintamaan katoaminen eroosion mukana on melkoinen menetys viljelijälle. Vesistöihin päätyessään ravinteikas maa aiheuttaa rehevöitymistä ja samentumista, joten tilanne ei ole tavoiteltava myöskään ympäristön kannalta. Hyvä ratkaisu näihin ongelmiin on maan kasvukunnon parantaminen yhdessä jatkuvan kasvipeitteisyyden kanssa. Nämä suojaavat peltomaata eroosiolta sekä suosivat maaperän eliöstöä.

Maan kasvukuntoa heikentää usein myös multavuuden heikentyminen. Peltojen multavuus laskee, kun kasvinjäänteiden ja muiden hiilisyötteiden mukana maahan palautuu vähemmän hiiltä kuin

sitä hajotuksessa vapautuu ilmakehään. Kivennäismaiden multavuuden kohentaminen vaatii systemaattista työtä. Samanaikaisesti on sekä lisättävä hiilisyötteitä että hillittävä hiilen hajotusta hiilidioksidiksi. Turvemailla on käytettävä keinoja, joilla hillitään turpeen hajoamista ja siten hiilipäästöjä.

Kaikeksi onneksi pellon kasvukunto on viljelijän omissa käsissä, eikä sen kohentaminen vaadi suuria taloudellisia investointeja. Niiden sijaan on tärkeää analysoida ja seurata peltojaan sekä suunnitella tehtävät toimenpiteet huolellisesti. (11

Mitä rivakammin kasvukunnon parannustoimenpiteisiin ryhtyy, sitä nopeammin voi odottaa hyviä tuloksia. Peltojen kuntoa ja kasvustoa on tärkeää analysoida ja seurata sekä suunnitella tehtävät toimenpiteet huolellisesti. (11 Vaikka pellot tuottaisivat hyvin satoa, ne kannattaa käydä säännöllisesti läpi lohkokohtaisesti, jotta havaitsee mahdolliset kasvukuntoa heikentävät muutokset ajoissa. Lapio, sato- ja salaojakartat, satelliittikuvat, teknologiset apuvälineet ja omat aistit ovat tärkeitä välineitä peltojen tarkastelussa.

Kuva 21. Sirkku Puumala ja Patrick Nyström tarkkailevat maan kasvukuntoa ja rakennetta säännöllisesti. Kuva: Kimmo Syväri.

Kyllä se on voimaannuttavaa, kun pystyy vaikuttamaan maan kasvukuntoon. Tavallaan se, ettet ole pelkästään sään armoilla, vaan voit itse vaikuttaa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

- Maanviljelijä Sirkku Puumala, Verkatakkilan tila, Vihti

Pellon kasvukunto on monien tekijöiden summa. Siihen voi vaikuttaa muun muassa suosimalla viljelykiertoa ja monipuolista viljelykasvivalikoimaa, lisäämällä eloperäistä ainesta, lannoittamalla maata tasapainoisesti ja kasvien tarpeiden mukaisesti, ehkäisemällä tiivistymien syntyä ja sekä valitsemalla tarkoituksenmukaisia muokkaustapoja.

Katso video: Uudistava viljely voimaannuttaa viljelijää (1:37)

On hyvä muistaa, että vaikka viljelijä ei voi vaikuttaa sääoloihin, maatilansa sijaintiin tai peltojen maalajeihin, kaikkeen muuhun hänellä on vaikutusvaltaa. Kun omilla valinnoilla on merkitystä, maan kasvukunnosta huolehtiminen tuntuu mielekkäältä ja palkitsevalta.

10 kohdan muistilista maan kasvukunnon parantamiseksi

Huolehdi kasvukunnosta. Se vaikuttaa satovarmuuteen, viljelyn kannattavuuteen, omavaraisuuteen ja ympäristövaikutuksiin.

1. Selvitä ja korjaa vesitalouden ongelmat.
2. Hyödynnä peltojen tarkkailussa lapiota, sato- ja salaojakarttoja, satelliittikuvia, teknologisia apuvälineitä ja omia aisteja.
3. Suosi monipuolista viljelykiertoa ja monipuolista viljelykasvivalikoimaa.
4. Ehkäise tiivistymien syntyä, älä mene pellolle märällä kelillä. Kiinnitä huomiota koneiden painoon, rengaspaineisiin ja peltoliikenteen suunnitteluun.
5. Valitse tarkoituksenmukaisia muokkaustapoja.
6. Suojaa pellot jatkuvalla kasvipeitteellä, se suojaa peltomaata eroosiolta sekä suosii maaperän eliöstöä.
7. Lisää eloperäistä ainesta, vain siten voidaan kohentaa kivennäismaiden multavuutta.
8. Käytä turvemailla keinoja, joilla hillitään turpeen hajoamista ja siten hiilipäästöjä.
9. Lannoita maata tasapainoisesti ja kasvien tarpeiden mukaisesti.
10. Häiritse peltoekosysteemiä viljelytoimenpiteillä mahdollisimman vähän.

Tehtävä 2.6

Pohdi tilasi peltojen kuntoa. Millaisilla mailla viljelet? Mikäli sinulla ei ole omaa tilaa, voit käyttää oppilaitoksesi maatilaa tai tehdä yhdessä tutun maatalousyrittäjän kanssa seuraavia kysymyksiä apuna käyttäen.

- Onko pelloillasi montaa eri maalajia?

- Mikä on peltojesi päämaalaji?
- Onko pelloillasi kasvukunnon ongelmia?
- Teetkö vuosittain vesitalouden korjaustoimenpiteitä?
- Onko pelloillasi tiivistymiä?
- Miten hoidat pellon kemiallista viljavuutta?
- Teetkö joitain maan biologista viljavuutta lisääviä toimenpiteitä tilallasi?
- Mitä haluat oppia maaperän kasvukunnon parantamisesta tämän e-opiston myötä?

Lukua 2 ovat olleet kirjoittamassa:

Sanna Söderlund, Jenni Jääskeläinen, Eliisa Malin, BSAG

Luvun 2 asiantuntijatarkastus:

Erikoistutkija Helena Soinne, Luonnonvarakeskus

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Luku 3 Monimuotoisuus

Luonnon monimuotoisuuden hyödyt ovat moninaiset. Se muun muassa antaa viljelykasveille suojaa erilaisia häiriöitä vastaan sekä huolehtii maan kasvukunnosta lukuisin eri tavoin. Maatiloilla luonnon monimuotoisuutta on helppo lisätä sekä maan alla että sen päällä.

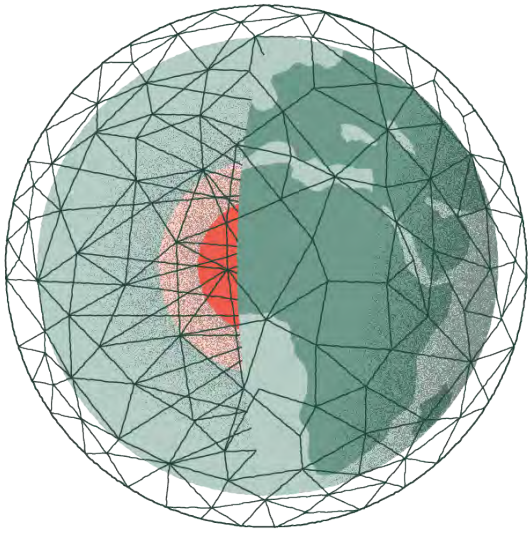
I. Elonkirjo muodostaa moniulotteisen verkon

Viljelijä työskentelee luonnon kanssa yhdessä ja kokee sen monimuotoisuuden työnsä lomassa jatkuvasti. Monet tekevätkin erilaisia toimenpiteitä monimuotoisuuden vaalimiseksi tiloillaan. Toisille viljelijöille se on työn suola, toisille mukava lisä, mutta koko maanviljelyn näkökulmasta luonnon monimuotoisuus on elinehto.

Maaperän lajirikas eliöstö huolehtii maan kasvukunnosta lukuisin eri tavoin, kun taas maanpäällinen monimuotoisuus antaa viljelykasveille suojaa erilaisia häiriöitä vastaan. Mutta voiko monimuotoisuuden avulla lisätä satotasoja? Onko yhden lajin katoaminen vaarallista? Millainen monimuotoisuus on tilallani ja miten voisin lisätä sitä? Muun muassa näihin kysymyksiin etsimme vastauksia tässä luvussa.

Luonnon monimuotoisuudesta käytetään myös sanoja *elonkirjo* ja *biodiversiteetti*. Sitä voidaan kuvata moniulotteisena verkkona, jonka päät ulottuvat etelänavalta pohjoisnavalle ja maan syvyyksistä aina ilmakehän ulkoreunoille asti.(1

Elonkirjon verkko



Kuva 1. Luonnon monimuotoisuuden verkko ulottuu maapallon joka kolkkaan.

Elonkirjon verkossa kaikki eliöt ovat tavalla tai toisella kytkeytyneitä toisiinsa ja näin ollen riippuvaisia toisistaan. Tämän vuoksi erilaiset häiriöt ekosysteemeissä vaikuttavat kauaskantoisesti. Myös ihminen on kytköksissä kaikkiin muihin eliöihin tämän verkon kautta.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Ihmislajin erikoisuus verrattuna muihin lajeihin piilee siinä, että meidän vaikutuksemme luontoon on poikkeuksellisen laaja.

Elonkirjon käsitteitä

Eliö tarkoittaa mitä tahansa kasvia, eläintä, sientä tai yksisoluista elämänmuotoa, yhtä tietyn lajin yksilöä.

Laji on joukko, joka muodostuu ainakin periaatteessa lisääntymiskykyisistä yksilöistä, jotka pystyvät tuottamaan keskenään lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä.

Populaatio tarkoittaa joukkoa samaan lajiin kuuluvia eliöitä, jotka elävät samalla alueella.

Ekosysteemi on monien lajien populaatioiden ja niiden elinympäristön muodostama kokonaisuus.

Luonnonvalinta tarkoittaa sitä, että huonommin ympäristöön sopivat yksilöt karsiutuvat, paremmin sopeutuvat säilyvät ja lisääntyvät ja niiden kantamat alleelit eli geenimuodot runsastuvat.

Geneettinen eli lajin sisäinen monimuotoisuus kasvaa populaatiossa toisista populaatioista tulevien yksilöiden geenivirran myötä.

Lajien monimuotoisuus tarkoittaa lajien runsautta ekosysteemissä tai jollakin tietyllä alueella.

Ekosysteemien monimuotoisuus on laajin monimuotoisuuden taso, ja sillä tarkoitetaan erilaisten elinympäristöjen eli biotooppien monimuotoisuutta.

Indikaattorilaji eli ilmentäjälaji kertoo ilmaantuessaan tai puuttuessaan alueen elinolosuhteista.

Avainlaji on laji, joka vaikuttaa voimakkaasti muihin elinympäristönsä lajeihin.

Vieraslaji ja tulokaslaji ovat muualta tulleita lajeja. Tulokaslaji on levittäytynyt alueelle omin voimin, mutta vieraslaji on ihmisen mukanaan tuoma.

Lisätietoa eri eliölajeista löytyy osoitteesta laji.fi

Monimuotoisuus on *monihyötyisyyttä*. Tämä tarkoittaa sitä, että monimuotoisuus tuottaa hyötyjä planeetallemme hyvin monin eri tavoin. Se vaikuttaa kokonaisvaltaisesti ihmisen hyvinvointiin ja terveyteen. (2 Sen lisäksi elonkirjon tarjoamat *ekosysteemipalvelut*, kuten pölytys ja maaperän toiminnot, ovat hyötyjä, jotka mahdollistavat elämän maapallollamme. Luonnolla on myös olemassa itseisarvo, joka ei riipu siitä, hyödyttääkö sen olemassaolo ihmisiä vai ei.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Elonkirjo hyödyttää ihmistä monin eri tavoin

- RUOKAVALIO. Monimuotoisuus monipuolistaa kasviperäistä ruokavaliotamme. Ilman hyönteisten tarjoamia pölyttäjäpalveluita se olisi yksipuolinen ja koostuisi lähinnä viljasta ja perunasta.(3
- MIKROBISTO. Monimuotoisuudesta on hyötyä ihmisen mikrobistolle. Tarvitsemme elonkirjoa myös kehossamme, sillä yksipuolinen mikrobisto altistaa matala-asteiselle tulehdukselle, tyypin 2 diabetekselle sekä sydän- ja verisuonitaudeille. Lisäksi se heikentää immuunipuolustusta. Rikas mikrobiomi taas ehkäisee allergioita ja astmaa.(4
- PSYYKKINEN HYVINVOINTI. Tutkimuksissa on saatu lupaavia tuloksia siitä, että luonto edistää psyykkistä hyvinvointiamme. Monimuotoisuuden vaikutuksia psyykkiseen hyvinvointiin on kuitenkin tutkittu toistaiseksi melko vähän.(5
- ESTEETTISET JA KONKREETTISET HYÖDYT. Luonto tuottaa myös esteettisiä hyötyjä, esimerkiksi hoidetut perinnemaisemat tai meriluonnon tarjoamat kokemukset. Lisäksi luonto tarjoaa konkreettisia hyötyjä, kuten sieniä, marjoja, villiyrttejä, kalaa ja riistaa. (6
- LIIKETOIMINTA. Yrittäjille monimuotoisuuden hyödyt näyttäytyvät monin tavoin. Esimerkiksi maanviljelijä hyötyy pölytyspalveluista ja maaperän eliöistä, kun taas matkailupalveluiden tuottajalle monimuotoiset luontoympäristöt ovat liiketoiminnan elinehto. (5, 3

Luonto pyrkii pysymään tasapainossa, ja kohdatessaan muutoksia se hakeutuu tasapainoa kohti. Elonkirjon yksipuolistuminen horjuttaa tätä tasapainoa ja heikentää *resilienssiä* eli muutoskestävyyttä. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen on suuri uhka, jonka seurauksia emme osaa ennustaa. On esimerkiksi mahdotonta tietää, miten yhden lajin katoaminen vaikuttaa elonkirjon verkkoon. Tämän vuoksi on perusteltua ennemmin varjella luontoa köyhtymiseltä, kuin antaa lajien kadota ja odottaa, mitä tapahtuu.

Tehtävä 3.1

Pohdi, miten monimuotoisuus vaikuttaa omassa elämässäsi sinun ja ympäristösi hyvinvointiin. Listaa kolme asiaa.

Ongelmallisia elonkirjon tarjoamista hyödyistä tekee se, ettei kukaan omista niitä. Koska esimerkiksi pölytyspalveluille tai luonnonkasvien hiilensidonnalle ei ole omistajaa, niille ei myöskään synny taloudellisia markkinoita. Koska monimuotoisuus on kaikkien hyödynnettävissä, se vähentää halua ponnistella elonkirjon säilymiseksi; koko ilmiö on vaikea kääntää liiketoiminnaksi. Vastuu elonkirjon vaalimisesta jää siis yhteiskunnille ja suurelta osin maanomistajille.(7

Monimuotoisuus tuo tehoa kasvuun

Maatalousympäristössä monimuotoisuuteen on helppo vaikuttaa niin positiivisesti kuin negatiivisestikin. Moni viljelijä tekeekin jo erilaisia toimenpiteitä monimuotoisuuden lisäämiseksi ja vaalimiseksi tilallaan. Maatalousympäristön monimuotoisuutta ilmenee pientareilla, vanhoissa rakennuksissa ja pihapiireissä, luonnonhoitopelloilla, laidunnetuilla perinnemaisemilla sekä

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

peltojen metsäsaarekkeissa. Elonkirjoa voi lisätä myös monipuolistamalla viljelykiertoa esimerkiksi kerääjäkasvien ja seosnurmien avulla.

Kuva 2. Nokkosperhonen vuohenputkella, hopeatäplä lennossa. Kuva: Marjo Aspegren.

Elonkirjoa voi lisätä myös niityillä, kivikasoilla, lahopuulla, risuaidoilla ja agrometsätalouden eri menetelmillä: pensasaidoilla, tuulensuojakujanteilla, suojakaistoilla, metsälaitumilla. Maaperän elonkirjoa nostavat pysyvästi muokkaamattomat kaistat joko petopenkkoina tai pientareina muuten viljellyllä alalla. Myös maaperäeliöiden monimuotoisuus on osa elonkirjoa.

Maaperän monimuotoisella eliöstöllä on ensisijaisen tärkeä rooli peltomaan toimintojen ylläpidossa.

Kun eliöstö on monimuotoinen, hajotustoiminta ja sitä kautta ravinteiden kierto toimivat aktiivisesti. Eliöstö hajottaa eloperäistä ainesta ja vapauttaa ravinteita kasveille, ja kasvit puolestaan tuottavat yhteyttäessään maahan hiiliyhdisteitä. Lisäksi maaperän vastustuskyky erilaisia tauteja ja ääriolosuhteita vastaan on sitä parempi, mitä runsaampaa monimuotoisuus on pellon pinnan alla.

Maanpäällisen ekosysteemin monimuotoisuus liittyy kiinteästi maanalaiseen monimuotoisuuteen. Kasvit elävät vuorovaikutuksessa muiden eliöiden kanssa. Eri kasvien lehdissä ja juuristossa elävät hyödylliset bakteerit ja sienet tuottavat yhdisteitä, jotka voivat parantaa kasvien puolustusta tai edistää niiden ravinteidenottoa. (8 Esimerkiksi *rhizobium*-sukuun kuuluvat bakteerit voivat sitoa ilmasta typpeä, jota kasvit tarvitsevat kasvaakseen. Nämä typensitojabakteereiksi kutsutut eliöt

elävät tiiviissä vuorovaikutuksessa joidenkin kasvien – kuten härkäpavun, herneen ja apiloiden – juuriston kanssa.

Kuuntele podcast Viljelykasvien monimuotoisuus tukee luonnon monimuotoisuutta

Kuva 3. Monilajinen nurmi lisää monimuotoisuutta maan päällä ja alla sekä edistää hiilen varastoitumista maaperään. Kuva: Sanna Söderlund.

Monilajisuus antaa satovarmuutta vaihtelevissa olosuhteissa; jotkut lajit pärjäävät aina, vaikka toisille olosuhteet olisivat epäsuotuisat. Nurmiseoksessa mukana olevat palkokasvit houkuttelevat pölyttäjiä ja tarjoavat niille ravintoa.(9 Palkokasvien on todettu myös antavan sadonlisää nurmiseoksessa.(10 Maailmanlaajuisesti katsottuna *agrometsätalouden* toimenpiteet, joissa puustoa yhdistetään maanviljelyyn, ovat merkittäviä monimuotoisuuden ja viljelyvarmuuden lisääjiä(11, 12.

Jenan yliopistossa Saksassa on tutkittu luonnon monimuotoisuuden vaikutuksia pitkään. Katso video aiheesta (8:55)

Monimuotoisuuden vaikutuksia satoon

1. Monimuotoisuus parantaa pölytyspalveluita ja tuholaisten hallintaa, maaperän viljavuutta ja ravinnekiertoa sekä vedenhallintaa. (13

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

2. Mitä enemmän monimuotoisuutta maan pinnan alla ja päällä on, sitä vakaammin ja paremmin maa kestää erilaisia ulkoisia muutospaineita ja uhkia. (13
3. Seoskasvustot tuottavat parempia satoja kuin yksipuoliset viljelykasvit, sillä samassa viljelmässä kasvavat kumppanuuskasvit tukevat toistensa kasvua. Vanha esimerkki on aurankukan vehnän kasvua edistävä vaikutus. (8
4. Pölyttäjien monimuotoisuus edesauttaa hyviä satotasoja. (14
5. Hyönteismonimuotoisuus voi vähentää kasvintuholaishyönteisten aiheuttamia vahinkoja - luontaiset viholliset pitävät tuholaiskantoja kurissa. (15
6. Monilajisten nurmien on todettu tuottavan suurempia satoja kuin lajistoltaan yksipuolisten. (9, 16
7. Monimuotoisuuden tuoma sadonlisä on havaittavissa myös silloin, kun rehusadon määrä painotetaan sen laadulla. (12, 16

Kuuntele podcast toiminnallisesta monimuotoisuudesta: Toiminnallinen monimuotoisuus pitää luonnonkoneiston käynnissä.

II. Monimuotoisuutta voi vahvistaa pienin askelin

Maataloudella on merkittävä vaikutus luonnon monimuotoisuuteen. Satelliittikuvista laskettuna planeettamme hyödynnettävissä olevasta maa-alasta jopa 40 prosenttia on maatalouskäytössä. Se on suuri määrä, sillä loput 60 prosenttia sisältävät muun muassa ikiroudan, tundran sekä kaikki aavikko- ja vuoristoalueet.

Maatalouden piirissä tuotetaan lähes kaikki ihmisten ja kotieläinten ravinto. (17 Viljelijä onkin onnekkaassa asemassa, sillä hänellä on aito mahdollisuus vaikuttaa luonnon monimuotoisuuteen hallinnoimansa maan kautta. Elonkirjon eteen voi tehdä paljon jo pienilläkin teoilla. Tilaa kannattaa ajatella kokonaisuutena, jolloin monista pienistä teoista syntyy vaikuttava kokonaisuus.

Ilpo Markkolan tilalla Hämeenkoskella viljely on monipuolista

Kuva 4. Ilpo Markkolan tilalla monimuotoisuutta lisäävät myös ravinteita kaappaamaan rakennetut kosteikot. Kuva: Sanna Söderlund.

Katso Ilpon video ”Peltopyyt, madot ja kynnöstä luopuminen nivoutuvat yhteen ja ovat osa monimuotoisuuden ilmenemistä” (2:38)

TILA PÄHKINÄNKUORESSA:

Ilpo Markkola viljelee tilallaan kauraa, vehnää, ruista ja ohraa – myös mallasohraa.

Lisäksi hän on istuttanut mailleen muutamia satoja hedelmäpuita, muun muassa omenaa, päärynää ja luumua. Kokeilussa on myös hunajamarjaa, mustikkaa ja vadelmaa. Parhaillaan työn alla on humalatarhan rakentaminen vasta perustettua Kosken Mallasta varten. Tavoitteena on, että tilalla riittäisi myytävää ympäri vuoden.

MITÄ AJATTELET MONIMUOTOISUUDESTA?

Pidän linnuista, pölyttäjistä, hyönteisistä ja madoista, ja meillä on runsaasti niitä kaikkia. Kaikki alkoi 12 vuotta sitten, kun huomasin, että meillä on täällä peltopyitäkin. Ne tykkää, kun pellot ovat kasvipeitteisiä. Ennen kevättöitä etsin pelloilta töyhtöhyyppien pesät. Niitä ei jyrätä. Kun on

linnuille ruokaa, ne viihtyy täällä. Se on sellainen kierto, että niiden määrä korreloi pölyttäjien määrän kanssa. Hedelmäpuut ja puutarhakasvitkin on riippuvaisia pölyttäjistä.

Kun maassa on ravinteita, on myös pieneliötoimintaa. Mun tehtävänä on rakentaa sitä humusta ja sitoa hiiltä niin, että maaperän tila kohenee. Jos se on monimuotoisuutta, niin olkoon sitten. Yritän kulkea tätä juttua luonnon mukana – välillä onnistun ja välillä en. Luonto on ovela kaveri.

– Maanviljelijä Ilpo Markkola, Hämeenkoski

Elonkirjoa voi maatalousympäristössä lisätä monenlaisilla toimenpiteillä. Jokainen voi aloittaa pienillä teoilla, kuten jättämällä pientareita niittämättä ja kaistoja ruiskuttamatta, jotta niille voi kehittyä runsas hyönteis- ja kasvilajisto. Myös esimerkiksi nurmen jättäminen metsäsaarekkeiden vierustoille on pieni mutta hyödyllinen teko. Metsäsaarekkeet ovat pienikokoisinakin tärkeitä peltoluonnon monimuotoisuuden lisääjiä. Samoin kivisaarekkeet sekä kiviaidat tarjoavat ravintoa ja suojaa monille eliölajeille.

Kuva 5. Maanviljelijät Sirkku Puumala ja Patrick Nyström, Vihti. Kuva: Kimmo Syväri.

Päätimme jättää peltolohkon reunaan pienen heikkotuottoisen kaistaleen nurmelle, pois satokasvien tuotannosta, ihan vain monimuotoisuuden lisäämiseksi.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

– Maanviljelijät Sirkku Puumala ja Patrick Nyström, Verkatakkilan tila, Vihti

Pientareet ovat monimuotoisuuden keitaita. Jo kapealla pientareella voi olla huomattavan runsas kasvi- ja hyönteislajisto. Pientareita voi myös tehdä monimuotoisemmiksi kylvämällä niille varta vasten suunniteltuja siemenseoksia.

Kuva 6. Hunajakukat soveltuvat petopenkkaan, koska ne tarjoavat pölyttäjille ravintoa. Kuva Sanna Söderlund.

Petopenkan (tai *petopankki*) rakentaminen suurille peltoaukeille on hyödyllistä sekä viljelijälle että pellon eliöstölle. Petopenkka on Suomessa vähemmän tunnettu mutta esimerkiksi Isossa-Britanniassa jo pitkään käytetty menetelmä laajojen peltoalueiden monimuotoistamiseksi. Petopenkan avulla kasvituholaisten luontaiset viholliset leviävät pellolle helpommin. Se myös tarjoaa ravintoa peltolinnuille. Koska petopenkka vähentää kemiallisen tuholaistorjunnan tarvetta, syntyy taloudellista säästöä.

Muodoltaan petopenkka on hieman muuta kasvillisuutta korkeampi harjanne. Sille kylvetään sopiva kasviseos, jossa on esimerkiksi hunajakukkaa, heinäkasveja ja päivänkakkaraa. Hunajakukka on erityisen hyödyllinen, sillä se houkuttelee paikalle kirjavan joukon hyönteisiä. Niistä saa ravintoa myös peltoluonnon linnusto. Petopenkassa saa kasvaa myös pientareiden kasvillisuutta, sillä esimerkiksi koiranputki on kasvituholaisen luontaisten vihollisten mieleen.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kun maatiloilla kohennetaan jonkin tietyn eliölajin elinolosuhteita, usein siinä sivussa hyötyvät monet muutkin lajit. Monet viljelijät kertovat kokemuksistaan tietyistä eläinlajeista jo lapsuudesta asti.

Kuva 7. Maanviljelijä Kalle Kivelä, Salo. Kuva: Kalle Kivelä.

Muistan kun lapsena viljakuormassa oli leppäkerttuja ihan tolkuttomasti. Niiden annettiin kävellä kädellä, ja kun käden nosti pystyyn, ne lähtivät lentoon. Joku vuosi sitten havahduin, että eihän niitä enää ole, ja aloin seuraamaan niiden määrää. Nyt aina kun näkee leppäkertun, tulee hymy huuleen. Toivottavasti saadaan niiden määrää kasvatettua.

- Maanviljelijä Kalle Kivelä, Alaspään maatila, Salo.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Peltopyyt ilmentävät vahvaa monimuotoisuutta

Kuva 8. Peltopyy on vahvaa monimuotoisuutta ilmentävä laji, joka tarvitsee suojaa ja ravintoa pellolla. Kuva: Arto Juvonen.

Yksi viljelijöiden suosikeista on peltopyy. Peltopyy on ollut aiemmin hyvin runsaslukuisena tärkeä riistalintu, mutta nykyisin laji on joutunut ahtaalle sarkaojien ja latojen vähennyttyä peltomaisemassa.

Peltopyytä voi nähdä Suomen eteläosissa sekä läntisellä rannikkoalueella. Laji on siirtynyt uhanalaisuusarvioinnissa elinvoimaisesta silmälläpidettäviin, sillä pyynti ja peltomaiden muutokset ovat vaikuttaneet sen kantaan heikentävästi. (18

Peltopyiden elinympäristöjä voidaan parantaa helposti monipuolistamalla peltoviljelyä sekä huolehtimalla ympärivuotisesta kasvipeitteisyydestä. Myös ruiskuttamattomien kaistaleiden jättäminen pellon reunoihin sekä yhden koneen levyisten riistakaistaleiden jättäminen suurten nurmialueiden keskelle parantavat peltopyyn elinoloja huomattavasti. Näihin kaistaleisiin voidaan kylvää erilaisia seoksia, joissa on mukana korkeaa auringonkukkaa ja hyönteisiä houkuttelevaa hunajakukkaa.

Lisäksi peltopyyn selviytymismahdollisuuksia talven yli parantaa viljan puiminen pitkään sänkeen sekä syyskasvien viljely. Kynnetty pelto on peltopyyn kannalta haitallisin vaihtoehto, kun taas kasvipeitteinen pelto tukee linnun selviytymistä parhaiten.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Pölyttäjät tekevät elintärkeää työtä

Kolme neljäsosaa maailmassa viljellyistä kasvilajeista on riippuvaisia pölytyksestä tai ainakin hyötyy siitä. (19 Osa kasveista pystyy myös itsepölytykseen, mutta tällöin sato voi jäädä hyvin pieneksi tai laadultaan heikoksi. Suomen viljelykasveista muun muassa tattari on täysin riippuvainen hyönteispölytyksestä, ja esimerkiksi härkäpapu, mansikka, kumina, herukat ja rapsi hyötyvät siitä merkittävästi. Hyönteispölytyksen puutteesta on kärsinyt esimerkiksi rypsi, jonka sadot ovat jo osassa Suomea heikentyneet pölyttäjien puutteessa. (20, 21

Viljelykiertoa kannattaa suunnitella myös pölyttäjien näkökulmasta, sillä ne tarvitsevat kukkivia kasveja koko kasvukauden ajan. Samaan aikaan satokasvin kanssa kukkivaa ja pölyttäjiä houkuttelevaa kasvia ei kannata kylvää heti peltolohkon viereen, jotta satokasvin pölytys onnistuu mahdollisimman hyvin.

Tärkeät pölyttäjät

Tarhamehiläinen: Mehiläistarhaajien kasvattama tarhamehiläinen tuottaa pölytyspalveluiden ohella hunajaa. Pesiä voi siirtää peltojen reunoille tarpeen mukaan, mutta silti myös villipölyttäjiä tarvitaan. Tarhamehiläinen ei pölytä kaikkia viljelykasveja yhtä tehokkaasti, eikä pesiä riitä joka pellon laitaan. Villipölyttäjistä tärkeimpiä ovat mesipistiäiset, joiden taloudellinen arvo on globaalisti samaa luokkaa kuin tarhamehiläisten. Tarhamehiläiset kattavat Suomessa neljänneksen pölytyksen tarpeesta.3)

Erakkomehiläinen: Villi mehiläinen, joka elää pienemmissä yhteiskunnissa kuin tarhamehiläinen.

Kimalainen: Mesipistiäisiin kuuluvia kimalaisia on useita eri lajeja. Tämä karvainen ja pyöreä pölyttäjä on työteliäs ja sinnikäs eläin, jonka mukana siitepöly kulkeutuu kukasta toiseen tehokkaasti. Kimalaiset ovat erityisen tärkeitä pitkätorvisille kukille, sillä vain eräät kimalaislajit ovat erikoistuneet pölyttämään niitä pitkällä kielellään.

Muut villipölyttäjät: Muita villipölyttäjiä ovat esimerkiksi perhoset, pistiäiset, loispistiäiset, kukkakärpäset, kovakuoriaiset, muurahaiset ja ampiaiset.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 9. Tarhamehiläinen hunajakukassa. Kuva: Sanna Söderlund.

Pölyttäjien tiedetään vähentyneen ainakin läntisessä Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa, mutta todennäköisesti ongelma ei rajaudu vain näille alueille. Tällä hetkellä tietoa pölyttäjien tilanteesta on saatavilla heikosti muualta maailmasta, mutta niiden elinympäristöjen muutoksia seuraamalla voidaan olettaa, että tilanne on menossa huonompaan suuntaan.

Pölyttäjäkadon syitä ei tiedetä varmasti. Elinympäristöjen heikkenemisen lisäksi muun muassa öljykasvien torjunta-aineina käytettyjä *neonikotinoideja* on epäilty yhdeksi syypääksi. Neonikotinoidien käyttöä on rajoitettu Suomessa ja muissa EU-maissa. Muita oletettuja syitä ovat torjunta-aineiden vaikutus peltojen piennarkasvustoihin sekä pölyttäjien suuntavaistoon, lisääntymiseen ja immuunipuolustukseen. (3

Jo fyysikko Albert Einsteinin väitetään todenneen, että ihmiskunnallamme olisi elinaikaa neljä vuotta, mikäli pölyttäjät katoaisivat.

Optimistisesti ajatellen tuskin joudumme asian todenperäisyyttä koskaan todistamaan, sillä tietoisuus pölyttäjien tärkeydestä kasvaa koko ajan, ja samalla toimet niiden elinympäristöjen parantamiseksi lisääntyvät. Joka tapauksessa syytä huoleen on, ja siksi kaikkia mahdollisia keinoja pölytyspalveluiden turvaamiseksi tulevaisuudessakin tulee hyödyntää.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Mitä pölyttäjien tilalle?

Pölyttäjien työn taloudellinen arvo on 426 miljardia euroa vuodessa (22.

Jos pölyttäjät eivät tee niiden normaalisti suorittamaa työtä, on kolme vaihtoehtoa: (3

- Luovutaan hyönteispölytteisten kasvien viljelystä ja siirrytään itse- ja tuulipölytteisiin kasveihin. Tämän myötä ruokavalio muuttuu suppeammaksi ja epäterveellisemmäksi, kansantaudit lisääntyvät, maan kasvukunto heikkenee viljelykiertojen yksipuolistuessa, tuholais- ja tautiongelmat lisääntyvät
- Löydetään uusia tapoja pölyttää kasvit, kuten robottimehiläiset. Emme tosin tiedä lainkaan, millaiset ovat näiden pölyttäjärobottien elinkaaren ympäristövaikutukset.
- Käytetään ihmispölytystä. Yksi ihminen ehtii työpäivän aikana pölyttää pensselillä 5 – 10 hedelmäpuun kukat. Suomen palkkatasolla hehtaarin omenatarhan pölytys maksaisi lähes 10000€. Paljonko tulisi omenalle hintaa?

Tehtävä 3.2

Mikä tai mitkä viljelykasvisi kärsisi eniten pölyttäjäkadosta?

Perinnebiotoopit turvaavat tulevaisuuden elonkirjoa

Nimestään huolimatta *perinnebiotoopit* eivät ole pelkkä jäänne muinaisuudesta, vaan ne ovat tärkeä osa tulevaisuuden elävää maataloutta.

Perinnebiotoopit ovat saaneet alkunsa jo satoja vuosia sitten, jolloin laidunnetuille tai niitetyille alueille syntyi ainutlaatuisia eliöyhteisöjä. Luontotyypeiltään ne ovat erilaisia niittyjä, ketoja, kaskimetsiä, hakamaita, nummia ja metsälaitumia. (23

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 10. Perinnebiotoopit kaipaavat aktiivista hoitoa edelleen, sillä niiden usein uhanalainen eläinlajisto tarvitsevat monipuolisen ja matalan kasvillisuuden selvitäkseen. Kuva: Eija Hagelberg.

Perinnebiotooppien hoito tarkoittaa laidunnusta tai niittoa. Jo umpeenkasvaneetkin perinnebiotoopit kannattaa ennallistaa, sillä niiden maaperässä voi piillä arvokas niittykasvien siemenpankki.

Perinnebiotoopeille tyypillistä on matalakasvuisuuden lisäksi huomattavan runsas ja monimuotoinen lajisto. Kasvit ovat pääosin ruohovartisia, ja ne ovat peräisin metsistä ja niityiltä. Suomessa näkyvimmät perinnebiotoopit ovat puustoisia luonnonlaitumia ja niittyjä, kuten rantaniittyjä, joita laidunnetaan monin paikoin. Puustoisen perinnebiotoopin voi tunnistaa tarkastelemalla puiden ja pensaiden määrää ja kasvutapaa. Vanhoilla laidunmailla puusto voi olla matalampaa ja monihaaraisempaa laiduneläinten syötyä niitä taimivaiheessa. Valoa kaipaavat pensaat, kuten pähkinät ja taikinamarja, voivat puolestaan kertoa, että alue on ollut alun perin hyvin avoin. Kookkaat kasvit, kuten nokkoset, vadelmat ja koiranputket, viittaavat alueen rehevöitymiseen, jolloin perinnebiotoopin hoito on joko päättynyt tai ollut liian vähäistä. (24

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 11. Laiduntavat eläimet hoitavat elonkirjoa. Kuva: Marjo Aspegren.

Tiesitkö?

Myös karjan laitumelle tuottama lanta lisää monimuotoisuutta. Lannassa elävät lantakuoriaiset hajottavat karjanlantaa pelloilta. Niiden tekemä työ on tavattoman arvokasta: Yhdysvalloissa se on arvioitu 324 miljoonan euron arvoiseksi vuosittain.(22

Laidunnus lisää monimuotoisuutta

Laidunnuksella voidaan hoitaa luonnon monimuotoisuutta. Esimerkiksi laidunnuksen seurauksena syntyneet perinnebiotoopit ovat elonkirjon pankkeja, joita voidaan laidunnuksella ylläpitää ja lisätä. Lisäksi laidunnus on usein ainoa mahdollisuus hoitaa kivisiä ja epätasaisia perinnemaisemia, joilla on harvinaista kasvillisuutta. Laidunnus myös monipuolistaa maaseutumaisemaa.

Laiduntamalla voidaan parantaa myös harvinaisten rantaniittyjen tilaa. Jos rantoja ei laidunneta, ne kasvavat umpeen. Tiheä ruovikko vähentää luonnon monimuotoisuutta, kun laiduntamalla taas voidaan muun muassa parantaa uhanalaisten lintulajien elinoloja.(25

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 12. Maanviljelijä Riitta Lehtinen kertoo laidunnuksen positiivista vaikutuksista: Laiduntaminen edistää peltoluonnon monimuotoisuutta. Se myös parantaa eläinten hyvinvointia ja oikein suunniteltuna se on tehokasta hiilensidontaa. Kuva: Marjo Aspegren

Katso Riitan video ”Laiduntaminen ja monimuotoisuus” (0:57)

Tehtävä 3.3

Onko tilallasi perinnebiotooppeja tai ennallistettavia perinnebiotooppeja? Voisitko edistää monimuotoisuutta perinnebiotooppien avulla tilallasi?

10 askelta monimuotoisuuden lisäämiseksi pelloilla

- Suosi aitoa kasvipeitteisyyttä ja jätä sitä alueille, joilla tiedät peltolintujen viihtyvän.
- Suosi suojaviljan sänkeä ja sen alta nousevaa nurmea, sillä ne ovat talvisen peltoluonnon parhaita elinympäristöjä monelle eliölajille.
- Käytä kerääjä- ja aluskasveja ja muokkaa maata vasta keväällä.
- Pyri luomaan yhtenäisiä pientareita laajempia vihervyöhykkeitä uomien varsille esimerkiksi luonnonhoitopeltojen tai suojavyöhykkeiden avulla.

- Älä niitä kaikkia peltoaukean pientareita samana vuonna.
- Perusta riistapeltoja vaikkapa kapeina kasvulohkoina isoille lohkoille tai metsän reunoille, missä tiedät riistaeläinten liikkuvan.
- Jätä ruiskuttamattomia kaistaleita pellon reunoille.
- Monipuolista viljelykiertoa uusilla viljelykasveilla, kerääjäkasveilla sekä seosviljelyllä.
- Perusta kukkakaistoja ja petopenkkoja, jotka tarjoavat suojaa myös tuholaisten luontaisille vihollisille.
- Kartoita tilan vesialueet ja hyödynnä sopivat uomat, luontaiset notkot ja vanhat maanottokuopat kosteikkojen ja muiden vesialtaiden rakentamiseen. Monimuotoisuuden lisäksi ne pidättävät ravinteita, ja niitä voi käyttää tarpeen tullen kastelualtaina.

Alkuperäislähdettä 24 mukaillen.

Tehtävä 3.4

Tutustu LumoVesi -työkaluun, jolla voit suunnitella monimuotoisuutta lisäävien toimenpiteiden kohdentamista tilallasi. Saat sen ladattua tästä

Käytettyäsi LumoVesi -työkalua, kerro mitä toimenpiteitä voisit sen perusteella kokeilla tilallasi. Mikäli sinulla ei ole tilaa, hyödynnä oppilaitoksesi tai tutun maatalousyrittäjän tilaa.

Luvun 3 on kirjoittanut:

Sanna Söderlund, BSAG

Luvun 3 asiantuntijatarkastus:

Erikoistutkija Mikko Kuussaari, Suomen ympäristökeskus

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Luku 4 Hiili, vesi, ilmasto

Hiili, vesi ja ilmasto ovat kiinteässä yhteydessä. Hiili on elämälle keskeinen alkuaine, jota löytyy jokaisesta maapallon eliöstä. Pellossa hiili on merkittävä sadontuotannon kannalta, mutta liiallisena ilmakehässä se kiihdyttää ilmastonmuutosta, joka taas vaikuttaa hiilen ja veden kiertoihin.

I. Hiili

Hiili, elämän alkuaine

Kaikki maapallolla elävät eliöt sisältävät hiiltä. Kasvien painosta hiiltä on noin puolet, ja ihmistenkin painosta melkein viidennes. Alkuaine hiili (C) onkin elämän perusta. Esimerkiksi pelloilta ei saataisi satoa ilman hiiltä. Hiili oikeassa paikassa on tavattoman tärkeä alkuaine. Kääntöpuolena liiallinen hiili ilmakehässä kiihdyttää ilmastonmuutosta. Ilmastonmuutos taas muuttaa hiilen luonnollista kiertoa, vaikuttaen samalla myös veden kiertokulkuun.

Kaikeksi onneksi viljelyskäytännöillä voidaan vaikuttaa hiilen varastoitumiseen maaperään ja näin auttaa vähentämään hiilidioksidin ylikuormaa ilmakehässä. Tässä luvussa perehdytään hiilen kiertoon. Tarkastelemme myös, miten se liittyy vesitalouteen, ilmastoon ja maatalouteen.

Vaikka hiiltä on maailmassa paljon, ei kaikki ole noessa ja hiilipölyn peitossa. Tämä johtuu siitä, että hiili muodostaa helposti yhdisteitä muiden alkuaineiden kanssa. Näiden yhdisteiden ominaisuudet eroavat paljonkin puhtaasta hiilestä.

Kun alkuainehiilen pienin osanen, hiiliatomi, yhdistyy kahden happiatomin kanssa, syntyy yhdiste nimeltä hiilidioksidi (CO_2)(1. Se on kasvihuonekaasu, jonka liiallinen määrä ilmakehässä vauhdittaa ilmastonmuutosta.

Hiili kiertää jatkuvasti eri varastojen välillä. Hiilen kiertokulku rakentuu sekä nopeasta että hitaasta kierrosta.

Nopea kierto koostuu hiilen virroista ilmakehän, valtamerten, merten pohjan pintasedimentin, kasvillisuuden, maaperän ja vesistöjen välillä. Ilmakehässä yksittäinen hiilidioksidimolekyyli viipyy vain joitain vuosia, mutta kasvillisuus, maaperä ja osa merten varastoista voivat säilöä hiiltä satoja tai jopa tuhansia vuosia.(2,3 Valtaosa merten pintakerrokseen ja kasvillisuuteen sitoutuneesta hiilestä palautuu kuitenkin ajan saatossa hiilidioksidina ilmakehään.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Hiilivarasto ja sen muutokset

Hiilivarastoa ja sen muutoksia kuvataan termeillä *biomassa*, *varasto*, *hiilinielu*, *hiilensidonta*, *fotosynteesi (yhteyttäminen)*, *hiilen päästö* ja *hiilen lähde*.

Kun maahan tuleva hiilisyöte kasvaa, hiilivarasto kasvaa tiettyyn pisteeseen asti. Kasvu ei kuitenkaan ole ikuista, vaan saavuttaa jossakin vaiheessa tasapainotilan.

Maan kyllästymistä hiilestä kutsutaan *hiilen saturaatioksi*. Tällöin hiilen lisäysmäärän kasvattaminen ei enää kasvata hiilivarastoa. Saturaatiota tapahtuu usein pintamaassa, joka ottaa vastaan suurimman hiilisyötteen. Hiilivarastoa voidaan tällöin vielä kasvattaa esimerkiksi viljelemällä syväjuurisia kasveja, jolloin hiilisyöte kohdistuu myös syvempiin maakerroksiin.(5

Hidas kierto kytkeytyy sedimentteihin ja sedimenttikiviin(3, jotka muodostavat maapallon suurimman hiilivaraston. Ne voivat varastoida hiiltä 10 000 vuotta ja kauemminkin.

Hiiltä siirtyy hitaasta kierrosta osaksi nopeaa kiertoa vulkaanisen toiminnan, kemiallisen rapautumisen, eroosion ja fossiilisten polttoaineiden polttamisen seurauksena. Hiiltä siirtyy nopeasta kierrosta hitaaseen kiertoon luonnossa suhteellisen vähän, esimerkiksi merenpohjan sedimentin muodostumisen yhteydessä. Yhteiskunnan teollistuminen on kuitenkin johtanut uusiutumattomien eli fossiilisten polttoaineiden käytön lisääntymiseen, ja tämän seurauksena suuri määrä fossiilista hiiltä on vapautunut hitaasta kierrosta nopeaan kiertoon(2.

Kuva 1. Hiilen kierto, kuva lähteen 4 mukaan.

Tehtävä 4.1

Valitse oikea hiilivaraston koko (Gt)

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kasvillisuus

Vaihtoehdot: 560, 750, 1 500, 5 000–10 000, 38 000, 100 000 000

Ilmakehä

Vaihtoehdot: 560, 750, 1 500, 5 000–10 000, 38 000, 100 000 000

Fossiiliset polttoaineet

Vaihtoehdot: 560, 750, 1 500, 5 000–10 000, 38 000, 100 000 000

Maaperä

Vaihtoehdot: 560, 750, 1 500, 5 000–10 000, 38 000, 100 000 000

Merivesi

Vaihtoehdot: 560, 750, 1 500, 5 000–10 000, 38 000, 100 000 000

Sedimenttikivet

Vaihtoehdot: 560, 750, 1 500, 5 000–10 000, 38 000, 100 000 000

Maaperä, suuri hiilivarasto

1–2 metrin syvyyteen ulottuvaan kerrokseen on varastoitunut arviolta 1 500–2 400 gigatonnia hiiltä. Se vastaa 300–500-kertaisesti fossiilisista polttoaineista vuosittain syntyviä hiilipäästöjä.

Maaperässä on kolme kertaa enemmän hiiltä kuin koko ilmakehässä.

Maaperän eloperäinen aines koostuu elävistä ja hajoamisen eri vaiheissa olevista kasveista, mikrobeista ja eläimistä. Eloperäiseen ainekseen sitoutunutta hiiltä kutsutaan *orgaaniseksi hiileksi*.

Hiili päätyy osaksi eloperäistä ainesta yhteyttämisen kautta. Kun kasvit sitovat ilmakehästä hiiltä, se siirtyy niiden tuottamien hiilihydraattien rakenneosaksi. Orgaaninen hiili muodostaa noin puolet maan eloperäisen aineksen massasta.

Maan mururakenteella on keskeinen rooli hajoamisprosessissa, sillä hiili säilyy pitkään maan muruissa ja mineraalien pinnoilla.

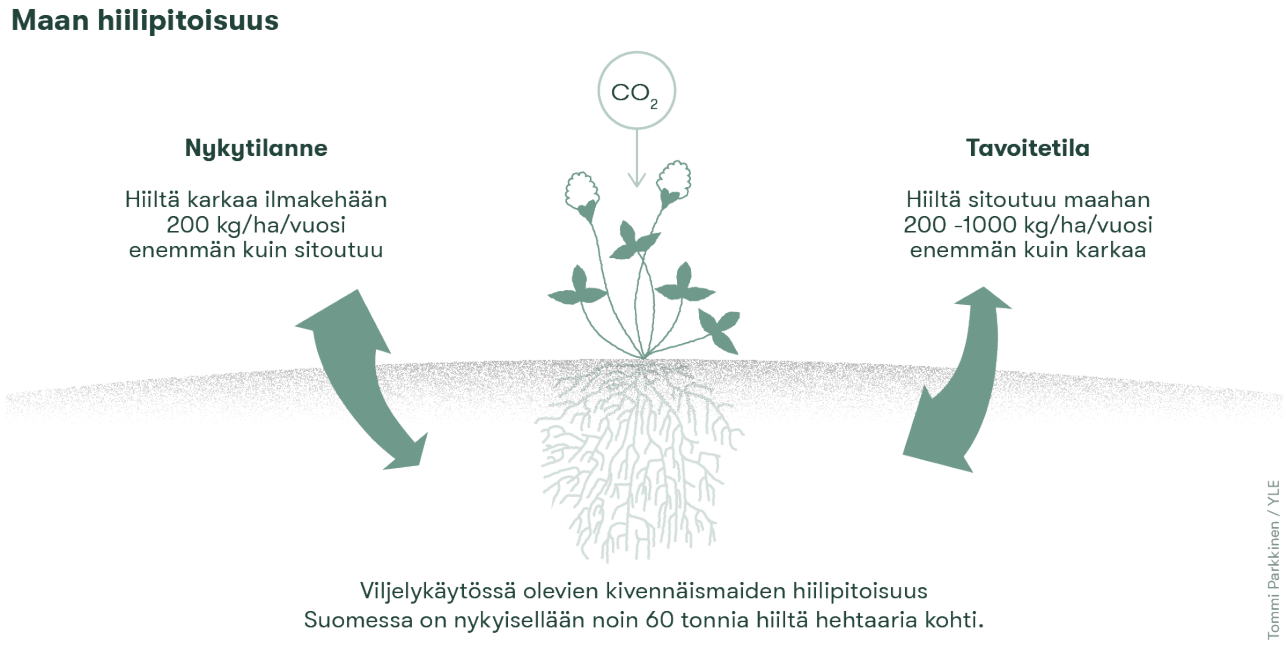
Tiesitkö?

Suomessa pellot ovat verrattain nuoria kansainvälisesti tarkasteltuna. Siksi niiden hiilipitoisuus on korkea. On ensisijaisen tärkeää pyrkiä säilyttämään pelloissa oleva hiili. Uudistavan viljelyn menetelmät tukevat maan hiilipitoisuuden säilymistä sekä auttavat varastoimaan hiiltä, mikäli se on mahdollista.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Hiilen pysyvyyteen maassa vaikuttaa eloperäisen aineksen hajoamisnopeus, joka vaihtelee. Nopeasti hajoava eli *labiili orgaaninen aines* hajoaa kuukausien tai vuosien aikana, kun taas pysyvä eli *stabiili orgaaninen aines* voi pysyä maassa jopa satoja vuosia.

Eloperäinen aines päätyy pysyvään muotoon, kun hajotettavat yhdisteet ja mikrobiaines reagoivat maan kivennäisaineksen kanssa. Prosessissa syntyy kemiallisia sidoksia, jotka suojaavat eloperäistä ainesta hajoamiselta. Myös maan mururakenteella on keskeinen rooli hajoamisprosessissa, sillä hiili säilyy pitkään maan muruissa ja mineraalien pinnoilla. Savimineraaleilla on keskeinen merkitys mururakenteen muodostumisessa ja vahvistumisessa. Siksi saviaines suojaa myös eloperäistä ainesta hajoamiselta. Maan hiilipitoisuus määräytyy maahan tulevan ja sieltä poistuvan hiilen erotuksena.(5



Kuva 2. Maan hiilipitoisuus määräytyy maahan tulevan ja sieltä poistuvan hiilen erotuksena

Orgaaninen ja epäorgaaninen hiili

Orgaanisen hiilen lisäksi maaperässä on epäorgaanista hiiltä, jota esiintyy karbonaattimineraalien osana. Suurin osa epäorgaanisen hiilen varastoista sijaitsee kuivien ilmastojen alueilla. Nämä alueet kattavat maapallon pinnasta 35 prosenttia.(6

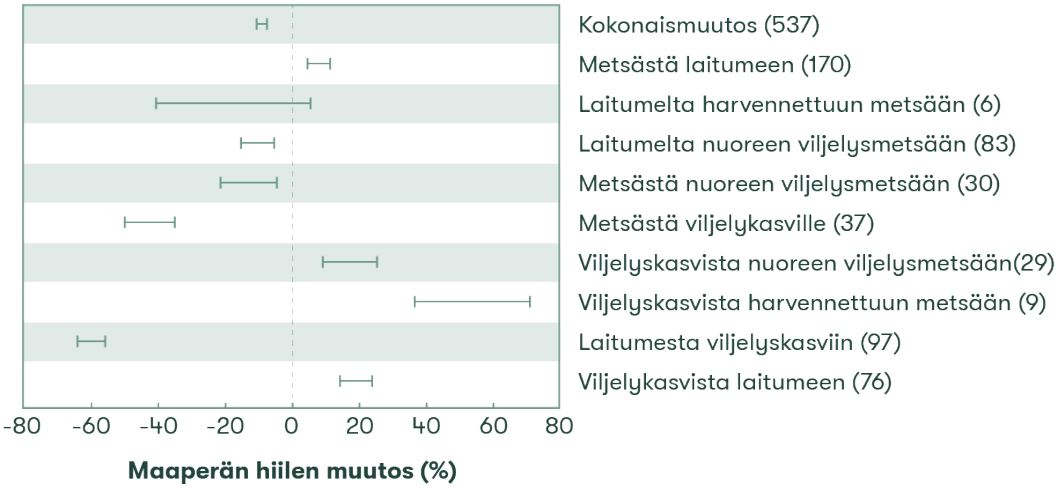
Sen sijaan Suomen kallioperästä ei juurikaan löydy karbonaattimineraaleja eikä näin ollen myöskään epäorgaanista hiiltä. Suomessa maiden kokonaishiilipitoisuus on yhtä kuin orgaanisen hiilen pitoisuus. Globaalissa mittakaavassa epäorgaanisella hiilellä on kuitenkin oma roolinsa.

Eloperäiseen ainekseen – ja siten orgaanisen hiilen kokonaismäärään maaperässä – vaikuttavat niin ilmasto, maan kivennäisaines, maahan päätyvä kasviaines kuin maankäyttökin.

Orgaanisen hiilen pitoisuus maassa vaihtelee suuresti eri puolilla maailmaa. Viileä, kostea ilmasto ja maaperän hienojakoinen kivennäisaines edesauttavat hiilen kertymistä maahan. Suomessa jopa

kivennäismaat sisältävät verrattain paljon hiiltä. Lisäksi pohjoisessa ilmastossa esiintyy runsaasti eloperäisiä maita. Turvemaissa on orgaanista hiiltä yli 40 prosenttia ja multamaissakin yli 20.

Maankäytön muutoksen vaikutus maaperän hiilimäärään



Kuva 3. Maankäytön muutosten vaikutukset hiilivarastoon tunnetaan varsin hyvin. Kuvassa näkyy maailmanlaajuisen meta-analyysin mukaiset arviot siitä, miten mikäkin maankäytön muutos vaikuttaa maaperän hiilimäärään sitä joko vähentävästi tai lisäävästi. Suluissa analyysissa mukana olleiden tutkimusten määrä. Nämä suuren mittakaavan muutokset on syytä huomioida, kun pelloille asetetaan hiilensidonnan tavoitteita. Maankäytön muutokset vaikuttavat merkittävästi myös siihen, missä määrin valtakunnalliset hiilensidontatavoitteet voidaan saavuttaa. Kuva lähteen 7 mukaan.

Maankäyttö ja sen muutokset vaikuttavat maaperän hiilivarastoihin. Uudistavan viljelyn toimenpiteitä suunniteltaessa myös maankäytön muutokset kannattaa suunnitella huolella. Kansainvälisessä tarkastelussa esimerkiksi metsän raivaaminen pelloksi pienentää maan hiilivarastoa jopa yli 40 prosenttia alkuperäisestä, kun taas pellon muuttaminen metsäksi tai laitumeksi kasvattaa hiilen pitoisuutta.(5,7

Jyri-Pekka Lemettinen pyrkii maksimoimaan hiilensidontaa Jokinotkon karjatilalla Keiteleellä

Kuva 4. Jyri-Pekka Lemettinen ja karitsat. Kuva: Sanna Söderlund.

Jyri-Pekka on kolmannen polven isäntä tilalla, jolla kasvatetaan herefordnautoja sekä lampaita. Luomutilan viljelyksessä on noin 90 hehtaaria peltoa, joilla kasvaa pääosin monilajisia nurmia. Jyri-Pekalle tärkeitä arvoja ovat luonnon monimuotoisuuden suojeleminen, eläinten hyvinvointi sekä hiilinegatiivisuuteen pyrkiminen tilalla. Kaikkia näitä edistetään tilalla laidunnuksen avulla.

Katso Jyri-Pekan video "Laidunnuksesta, hiilensidonnasta ja Carbon Actionista" (1:28)

Olen ollut Carbon Action -hankkeessa nyt parisen vuotta mukana. Pyrin laiduntamiskäytännöillä maksimoimaan maahan sitoutuvaa hiiltä. Kun nauta on yleensä totuttu näkemään ympäristö- ja ilmastopahiksena, tässä pyritään kääntämään kuvio täysin toisin päin.

Laiduntamisessa suositaan kiertolaiduntamista, jossa eläimet siirtyy lohkolta toiselle mahdollisimman nopeasti, jolloin nurmi pysyy hyvässä kasvussa. Näin ollen sitoutuvan hiilen määränkin pitäisi olla sitten mahdollisimman suuri. Mulle henkilökohtaisesti Carbon Action -hanke

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

ja erilaiset laiduntamis- ja hiilensidontakokeilut ovat tuoneet älyttömästi virtaa tähän viljelyyn ja karjankasvatukseen. Ja tämä jos mikä on erittäin tärkeä asia pitää mielessä.

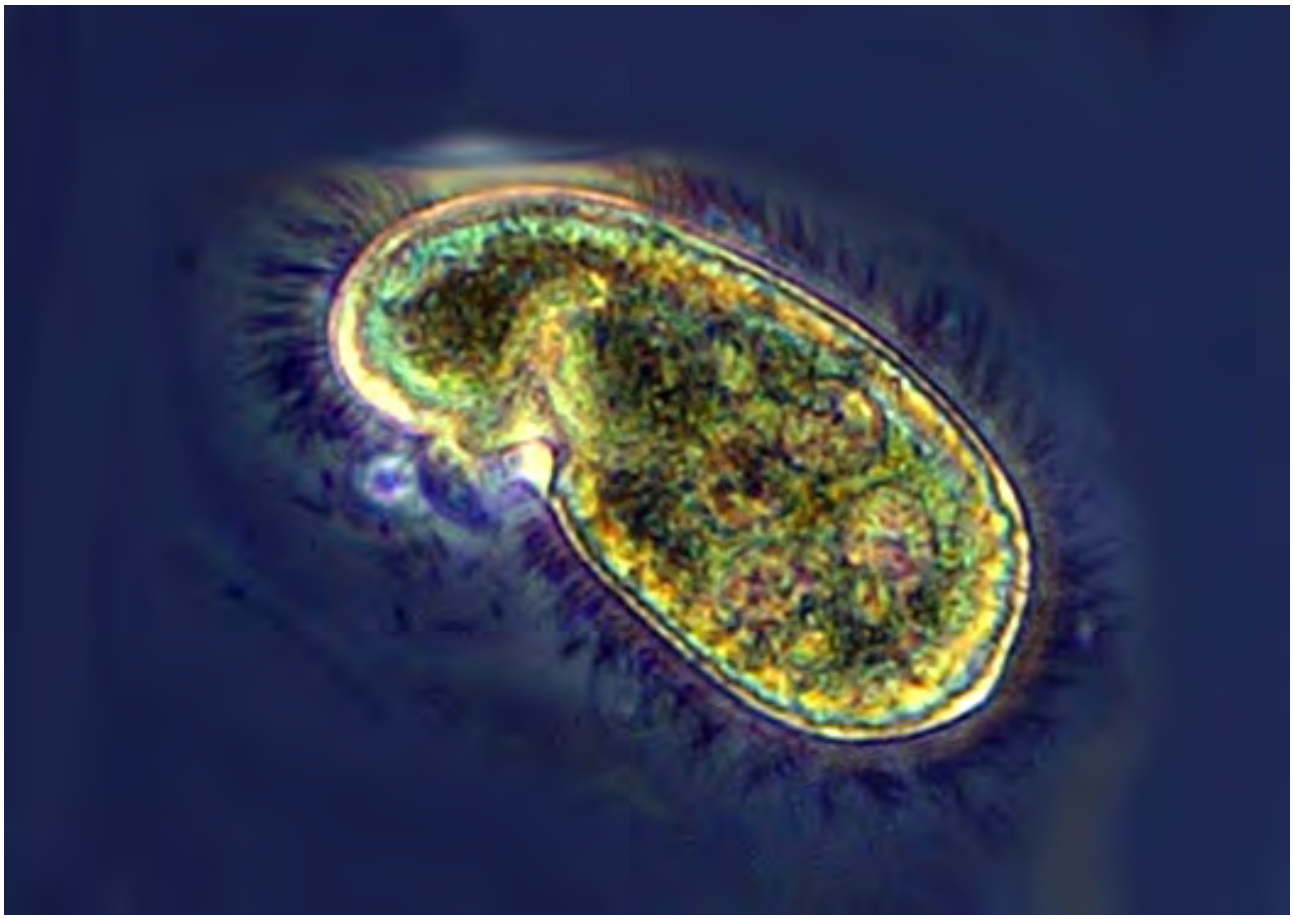
— Karjatilallinen Jyri-Pekka Lemettinen, Jokinotkon karjatila, Keitele

Lue lisää Jokinotkon karjatilasta: jokinotko.fi

Mikrobit ja hiili

Maaperän mikrobit vaikuttavat hiilen kiertoon kahdella vastakkaisella tavalla. Ne paitsi vapauttavat hiilidioksidia ilmakehään hajotustoimintansa kautta, myös muodostavat suuren osan maaperän pysyvästä hiilivarastosta.(8 Mikrobit siis ottavat osan maahan päätyvästä hiilestä ja käyttävät sen oman biomassansa rakentamiseen. Jäljelle jäävän hiilen ne hengittävät ulos hiilidioksidina.

Mikrobien hiilen käytön tehokkuudella tarkoitetaan sitä, kuinka suuri mikrobien sisäänsä ottaman hiilen osuus on. Mitä suurempi hiilen käytön tehokkuus on, sitä pienempi on maaperän hiilidioksidipäästö ja sitä enemmän hiiltä on sitoutunut mikrobibiomassaan. Kun mikrobit kuolevat, niiden biomassaan sitoutunut hiili voi sitoutua edelleen maaperän mineraaleihin ja siirtyä siten osaksi maan pysyvää hiilivarastoa.



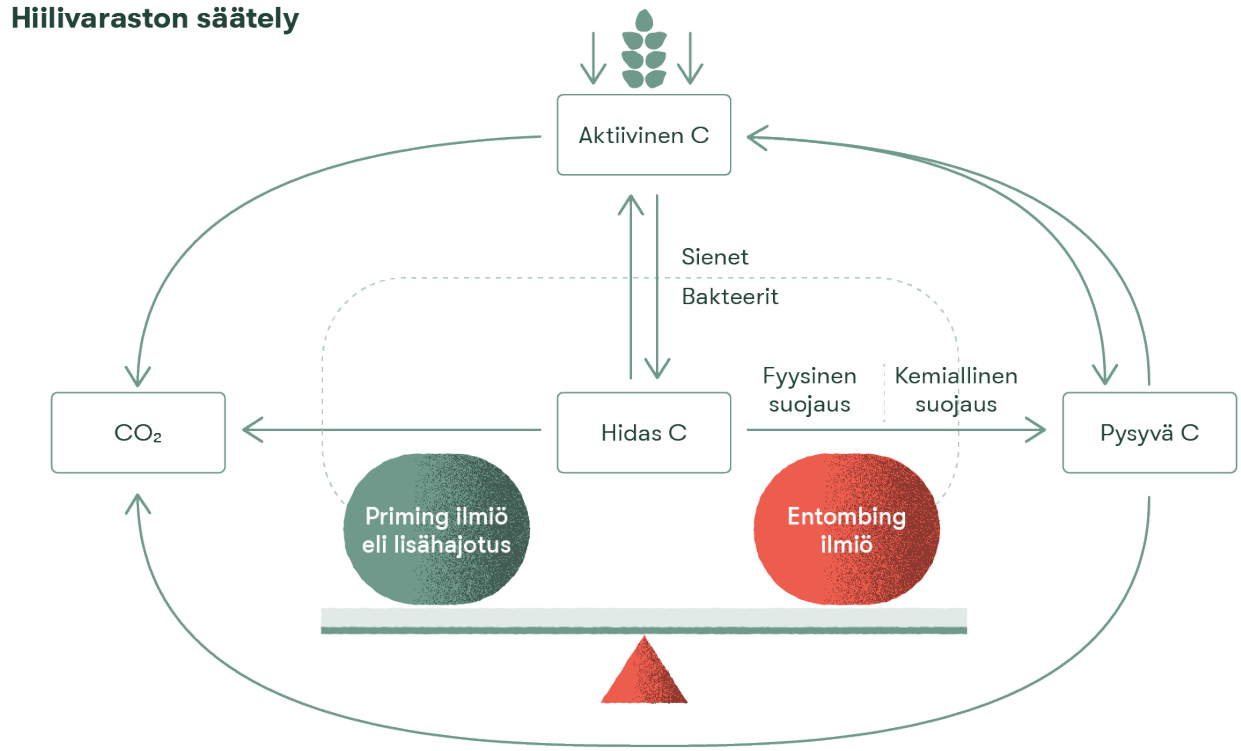
Kuva 5. Nykytiedon mukaan kuollut mikrobibiomassa muodostaa merkittävän osan maan pitkäikäisistä hiiliyhdisteistä.(5 Kuvassa ripsieläin. Kuva: Pertti Eloranta

Siihen, kuinka paljon kuolleen mikrobibiomassan hiilestä jää maahan pysyvästi, vaikuttavat monet tekijät. Pysyvän hiilen muodostumisessa osansa on esimerkiksi sillä, millaiset kosteusolosuhteet pellolla ovat. Myös maalajeilla sekä maan mururakenteella on merkitystä prosessissa. Myös mikrobiyhteisön koostumus vaikuttaa pysyvän hiilen muodostumiseen. Joissain tutkimuksissa on havaittu, että mikrobit käyttävät hiiltä tehokkaammin maassa, jonka eliöyhteisössä on enemmän sieniä kuin bakteereita.(5

Mikrobisto muuttuu maankäytön muutoksen myötä. Jos pellon kasvukunto heikkenee, maan mikrobiyhteisö voi muuttua bakteerivaltaisemmaksi. Tämä heikentää myös maaperän sieniä, jotka ovat tärkeitä pysyvän hiilen muodostumisen kannalta.(8

Mikrobien vaikutusta maaperän hiileen tutkitaan tällä hetkellä paljon. Lähitulevaisuudessa onkin odotettavissa tietoa siitä, kuinka käytännön viljelytoimilla voidaan edistää mikrobien hiilen käytön tehokkuutta. Esimerkiksi monipuolisten viljelykiertojen ajatellaan vahvistavan monimuotoisen ja hiilen käytöltään tehokkaan mikrobiyhteisön kasvua. Perustutkimusta tarvitaan kuitenkin lisää, ennen kuin tarkempia suosituksia maatalousmaiden käsittelyyn voidaan antaa.(5

Mikrobihiilipumpun käsitteellä kuvataan sitä, miten kuollut mikrobimassa ja mikrobien aineenvaihduntatuotteet vaikuttavat maan pysyvään hiilivarastoon. Teorian mukaan hiilivarastoa säätelevät *priming*- ja *entombing*-ilmiöt. Näitä ilmiöitä selitetään alla olevassa kuvassa.



Kuva 6. Hiilivaraston säätely, lähteen 8 mukaan.

Priming-ilmiö viittaa siihen, että mikrobeille helppokäyttöiset hiiliyhdisteet lisäävät hajotustoimintaa eli hiilen vapautumista maaperästä.(5 Esimerkiksi viherlannoitus vauhdittaa priming-ilmiötä lisäämällä helposti hajoavan eloperäisen aineksen määrää.

Entombing-ilmiö puolestaan kuvaa hiilen stabiloitumista, joka syntyy mikrobien toiminnan seurauksena. Se siis muumioi eloperäisiä hiiliyhdisteitä mikrobimassaan ja kasvattaa maan hiilivarastoa.(8 Huolehtimalla maan kasvukunnosta voidaan edistää maan sieniyhteisöä, jolla on tärkeä rooli maan pysyvän hiilen muodostamisessa.

Katso video: Hiilen kierto ja sen osuus ilmastonmuutoksessa, Ilmasto NYT

Katso video: Hiilidioksidi ja hiilen kierto, Ilmatieteen laitos

Tehtävä 4.2 Valitse oikea vaihtoehto.

Maaperän hiili

Vaihtoehdot:

- on aina orgaanista eli eloperäistä
- on aina epäorgaanista
- voi olla orgaanista ja epäorgaanista

Hienojakoinen kivennäisaines edesauttaa hiilen kertymistä koska

Vaihtoehdot:

- se koostuu mikrobeista
- saveksessa on paljon sitoutumisalaa ja se edistää murustumista
- se sitoo hiiltä karbonaatteihin

II. Vesi

Vesi on ruoantuotannon edellytys. Sitä täytyisi saada pelloille tarpeeksi, mutta ei liikaa. Viljelijä ei voi valita, kuinka usein ja millaisella voimakkuudella vettä tulee, mutta oikein valituilla viljelymenetelmillä voi edistää peltojen sopeutumista sekä kuivuuteen että liialliseen sadantaan.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Sateinen talvi

Maan hoito on pitkäjänteistä työtä, mutta maan rakenteelle voi viljelytoimenpiteillä ja peltoliikenteellä aiheuttaa hallaa helpostikin. Viljelijät kertoivat, mitä toimenpiteitä kannattaa suosia ja mitä välttää. Peltojen peruskunnostus ja talviaikainen kasvipeitteisyys nousivat kärkeen vinkkinä ja keinona peltojen vesikuorman hallintaan.

Kuva 7. Sateisina syksyinä ja talvina voi pintavalumien mukana päätyä vesistöihin ravinteita ja viljelijän huolella hoivaama pintamaa. Kuva: Eliisa Malin

Lue tästä linkistä vinkit siitä, kuinka voi hallita ylimääräisiä vesiä pellolla.

Kuva 8. Niko-Matti Lankinen Loimaalta pitää tärkeänä erityisesti viljelytoimenpiteiden oikea-aikaisuutta ja hyvää viljelykiertoa. Kuva: Sanna Söderlund

Jos kynnetään kelillä kuin kelillä, ja yhdistetään siihen yksipuolinen viljelykierto, niin murheita riittää.

– Niko-Matti Lankinen, maanviljelijä, Oripää

Kuva 9. Ravinteet säilyvät paremmin muokkaamattomalla, kuin muokatulla pellolla, sanoo Markku Suomi Laitilasta.

Puitujen kasvien juuret toimivat pystysalaojina. Muokkaamalla maata syksyllä rikotaan paitsi juuriston pystysalaojavaikutus, myös lierojen kulkureitit, jotka toimivat vedenkin kulkureitteinä. On tärkeää, ettei lieroja vahingoiteta, eikä niiden elinolosuhteita vaikeuteta ennen talven tuloa. Maan muokkauksella häiritään maan mikrobistoa, ja rikotaan maan kasvukunnon kannalta tärkeitä sienirihmastoja; varsinkin mykorritsasientä, joka edistää pitkäkestoisen hiilen sitoutumista maahan. Myös ravinteet säilyvät paremmin muokkaamattomalla pellolla kuin muokatulla, mikä on sekä viljelijän että ympäristön etu.

– Markku Suomi, maanviljelijä, Laitila

Tehtävä 4.3

Kumpi on vaivannut peltojasi peltoja viime vuosina enemmän, kuivuus vai liika vesi? Jos sinulla ei ole omia peltoja, vastaa oppilaitoksesi tai tutun maatalousyrittäjän peltojen tilannetta kuvaavalla tavalla.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Sininen planeetta

Oletko ikinä ajatellut, että sinusta itsestäsi yli puolet on vettä? Vesi yhdistää kaikkea elollista, sillä kaikki solut ovat täyttyneet nesteellä. Vesi on yksi elämän perusedellytyksistä.

Kuva 10. Veden tärkeydestä kertoo sekin, että ihmisasutus on keskittynyt veden äärelle, kuten Itämeren rannoille, jo vuosituhansien ajan. Kuva: Sanna Söderlund

Maata kutsutaan siniseksi planeetaksi, sillä avaruudesta katsottuna maapallo todella on sininen. Sen pinta-alasta noin 70 prosenttia on merien peitossa. Jos maapallo olisi kauttaaltaan tasainen eikä korkeuseroja olisi, peittäisi planeetan pintaa noin 2,5 kilometrin paksuinen vesikerros.

Vain 3 prosenttia maapallon vedestä on makeaa vettä. Valtaosa tästä makeasta vedestä on kiinteässä muodossa jäätiköissä ja mannerjäässä. Ihmiselle saatavilla oleva makea vesi kattaa vain noin prosentin kaikesta planeetan vedestä.(9

Veden kiertokulku eli *hydrologinen kierto* kuvaa veden varastoitumista ja siirtymistä varastojen välillä. Suurin vesivarasto on valtamerissä, joissa on peräti 97 prosenttia maapallon vedestä. Nestemäisessä muodossa vettä löytyy myös mantereiden vesialtaista ja maaperästä. Vesihöyrynä vettä puolestaan varastoituu ilmakehään. Kiinteässä muodossa vettä on lumi- ja jääpeitteessä sekä maaperän roudassa.

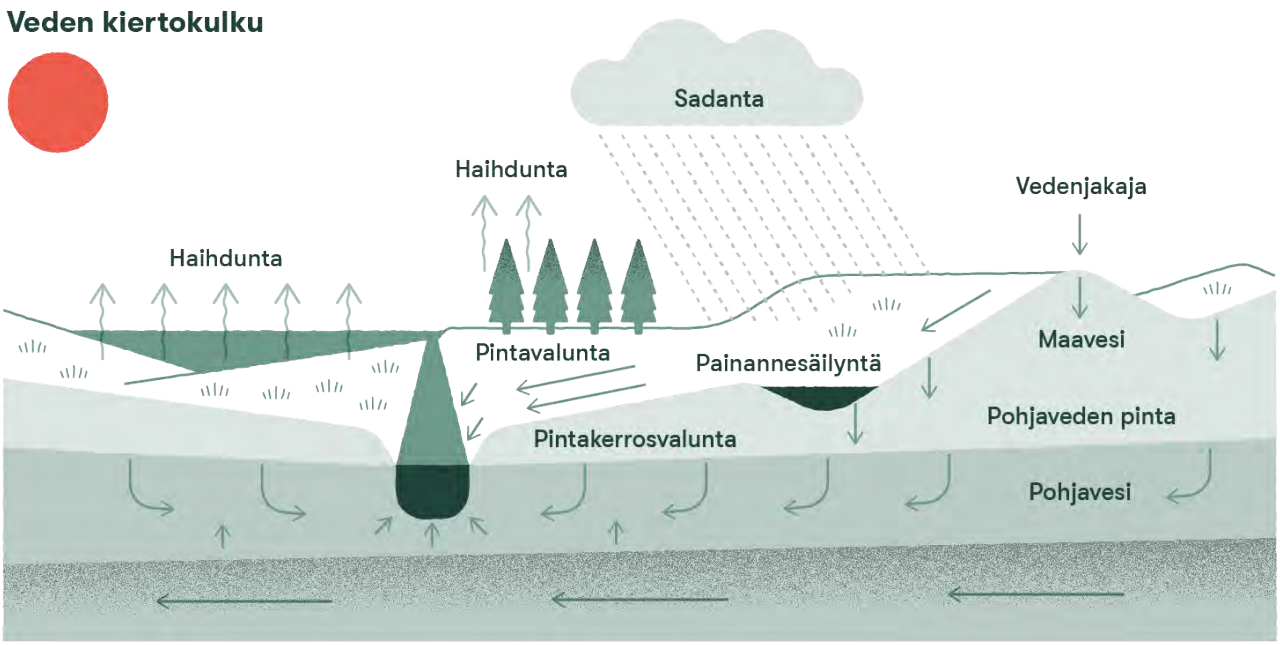
Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Veden kulkeutumisen käsitteet

Sadanta kuvaa maahan sataneen veden määrää pinta-alaa ja aikaa kohden.

Haihdunta kuvaa kiinteässä tai nestemäisessä muodossa olevan veden muuttumista vesihöyryksi.

Valunta kuvaa sadannan tai sulannan mukana virtaamaa vesimäärää, joka kulkeutuu joko pintavaluntana vesistöön, pintakerrosvaluntana maan pintakerrosten vesiuomiin tai pohjavesivaluntana pohjavesien kautta vesistöön.

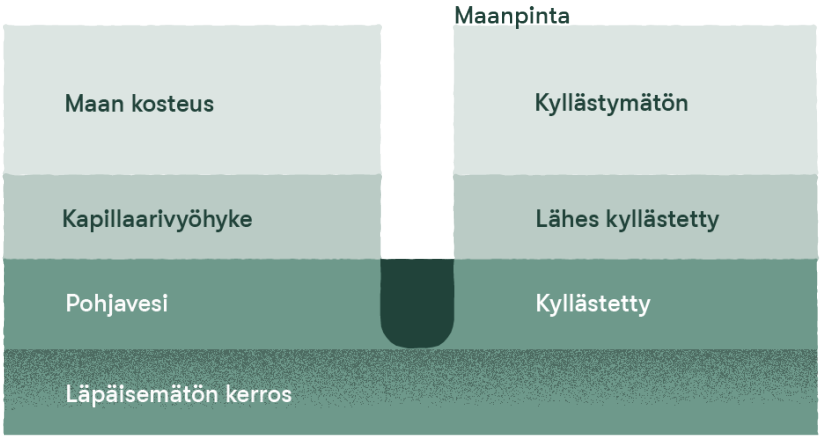


Kuva 11. Veden siirtymistä varastojen välillä kuvaavat sadanta, haihdunta, valunta ja kosteuden kulkeutuminen ilmakehässä.(10 Kuva lähteen 10 mukaan.

Maaperässä on *sekä vedellä kyllästymätön* että *vedellä kyllästynyt* kerros. Jälkimmäistä kutsutaan *pohjavesikerrokseksi*. Kyllästymätön maakerros toimii kuin porttina ilmakehän ja pohjaveden välillä - sen kautta osa sadevedestä suodattuu pohjaveteen, ja osa pohjavedestä palaa maan pintakerroksen kautta takaisin ilmakehään.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Maaprofiilin vesivyöhykkeet



Kuva 12. Pohjavesivyöhykkeessä maan huokoset ovat veden täyttämiä. Vedellä kyllästymättömässä kerroksessa taas vain osa huokosista on täynnä vettä. Kyllästymättömän kerroksen vesitaloudella on merkitystä muun muassa kasvien kasvulle ja ravinteiden otolle, maan lämpötaloudelle sekä sille, miten ravinteet ja muut aineet kulkeutuvat pinta- ja pohjavesiin.(11 Kuva lähteen 10 mukaan.

Kasvit ja veden otto

Kasvit ottavat vettä maasta juurillaan. Vesi siirtyy kasvien juurikarvasoluihin osmoottisesti eli valikoivasti läpäisevän kalvon läpi. Samalla väkevyyserot tasoittuvat, sillä vesi siirtyy aina laimeammasta liuoksesta väkevämpään. Koska kasvien soluneste on maaperän vettä väkevämpää, pääsee vesi siirtymään soluun osmoottisesti.

Osmoosi aiheuttaa soluun paineen, joka taas saa aikaan nestejännityksen. Nestejännityksen ja kasvisolujen tukirakenteena toimivien soluseinien ansiosta hentokin kasvi pysyy pystyssä. Jos kasvi ei saa maasta tarpeeksi vettä, se nuutuu ja menettää ryhtinsä. Myös suolavedellä kastelu ja liiallinen lannoitus nuuduttavat kasvin. Silloin maaperän vesi muuttuu kasvien solunestettä väkevämmäksi ja vettä alkaakin siirtyä kasvista poispäin.

Kasvien lehdet haihduttavat vettä ilmaan. Lehdissä on erityiset ilmaraot, joita avaamalla ja sulkemalla kasvi säätelee veden haihtumista. Ilmarakojen kautta kasvi myös ottaa tarvitsemansa hiilidioksidin. Kuivuudesta kärsivä kasvi sulkee lehtiensä ilmaraot, jolloin vettä ei pääse haihtumaan. Tällöin myös yhteyttäminen vähenee.

Veden tarve vaihtelee eri kasvien välillä. Kuivuutta sietävät parhaiten syväjuuriset ja lehdiltään vahapintaiset kasvit. Lämpimällä ilmalla kasvit kuluttavat vettä enemmän, ja myös tuuli lisää veden haihduntaa. Silti myöskään liian märkä maaperä ei ole veden oton kannalta optimaalinen, sillä silloin juuristo kärsii helposti hapenpuutteesta.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Maaperän vedellä kyllästymätön kerros on kasveille ensiarvoisen tärkeä. Maaperän ainevirrat, vesi mukaan lukien, liikkuvat sen erikokoisissa huokosissa. Kasvien kannalta tärkeimpiä ovat keskikokoiset huokoset, sillä niihin pidättyy kasveille käyttökelpoista vettä. Suurissa huokosissa vesi pysyy vain joitain päiviä, vaikka maa olisi hyvärakenteinen.

Kun maa kostuu, vesi pidättyy ensin pieniin ja lopulta suuriin huokosiin. Tällöin vesi ei ole huokostossa vapaana vaan sitoutuneena *kapillaarivedeksi*.

Kapillaarivesi on maan kyllästymättömässä kerroksessa olevaa vettä, joka nousee sinne pohjavesivyöhykkeestä kapillaarivoimien avulla. Kapillaarisen nousun ansiosta kasvit voivat kuivina jaksoina saada vettä pohjavesivyöhykkeestä.

Kapillaarista nousua tapahtuu hienommissa maalajeissa karkeita maalajeja korkeammalle, mutta nousu on sitä hitaampaa, mitä hienompi maalaji on hidastuu. Siksi savimaat ovat poudanarkoja, eli kapillaarinen nousu ei ehdi korvaamaan nopeasti kuivuvan pintakerroksen vedenhaihduntaa.(10,11

Maatalous ja vesi

Vesi on ruoantuotannon elinehto. Maatalous käyttääkin maailmanlaajuisesti 70% makean veden varoista. Erot alueiden välillä ovat kuitenkin suuria, sillä Euroopassa ja Keski-Aasiassa maatalous kuluttaa makean veden varoista 36 prosenttia, kun taas Etelä-Aasiassa vastaava luku on peräti 91.(12

Tiesitkö?

Suomessa on maailman mittakaavassa runsaat vesivarat, mutta hyödynnämme niistä vain noin kolmea prosenttia. Kansainvälisen vesiköyhyysindeksin mukaan Suomi on vesitaloudeltaan maailman rikkain maa, kun tarkastellaan vesivarojen määrää, vesihuoltoa, veden käyttöä, ympäristöasioita ja vesihuollon sosiaalistaloudellisia näkökulmia.(13

Pelloilta tulee *kiintoainekuormitusta*, kun irtonaista maa-ainesta kulkeutuu eroosion mukana vesistöihin. Eroosiota aiheuttavat ennen kaikkea sade ja sadepisaroiden energia.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 13. Suomessa eroosiota aiheutuu useimmiten silloin, kun sadanta tai lumen sulaminen saa aikaan pintavalumia. Ilmastonmuutoksen odotetaan lisäävän sateiden määrää ja voimakkuutta myös Suomessa. Kuva: Sanna Söderlund

Peltomaan hyvä rakenne ja kasvukunto vähentävät tehokkaasti vesistöjen ravinnekuormitusta. Samalla ne edesauttavat ylimääräisen veden kulkeutumista pintamaasta syvempiin maakerroksiin. Kasvillisuus vähentää veden ja ravinteiden pintavaluntaa, sitoo ravinteita ja edistää veden imeytymistä maahan juuristovyöhykkeen avulla.(14

Liiallinen ravinnekuorma rehevöittää vesistöjä. *Rehevöitymisellä* tarkoitetaan vesistöjen perustuotannon kasvua, joka näkyy levien runsastumisena. Rehevöityminen uhkaa vesistöjen eliöstön monimuotoisuutta ja lisää happikatoa, eivätkä rehevöityneet vesistöt ole enää ihmistenkään hyödynnettävissä.

Fosforikuormitusta syntyy, kun fosforia huuhtoutuu pellolta joko kiintoainekseen sitoutuneena partikkelimaisena fosforina tai liukoisessa muodossa.

Kynnetyn maan eroosioriski on kyntämätöntä maata suurempi, ja erityisesti partikkelimaista fosforia huuhtoutuu kynnetystä maasta helpommin.

Kevennetysti muokatulla tai kasvipeitteisellä pellolla taas liukoisen fosforin huuhtoutumisriski on suurempi. Tässä tilanteessa eroosio on kuitenkin vähäisempää, mikä vähentää kokonaisfosforin huuhtoutumista.(14

Typpikuormitusta syntyy, kun nitraattimuotoista typpeä huuhtoutuu pellolta vesistöön. Heti lannoituksen jälkeen runsas sade voi huuhtoa myös ammoniumtyppeä pintavaluntana vesistöön. Kasvit ottavat tarvitsemansa typen nimenomaan nitraatti- tai ammonium-muodossa.(15 Kasveille käyttökelpoinen typpi on siis samassa muodossa kuin herkästi huuhtoutuva typpi. Tähän liukoiseen muotoon orgaaninen typpi päätyy maaperässä mineralisaation kautta. Huuhtoutumisriskiin vaikuttaa typen mineralisaation epäedullinen ajoitus – kasvit tarvitsisivat runsaasti typpeä kasvukauden alussa, mutta mineralisaatiota tapahtuu eniten kasvukauden loppupäässä.(14

Onneksi sopivilla viljelystoimilla voidaan vaikuttaa hillitsevästi sekä ravinnehuuhtoumiin että eroosioon. Nämä toimenpiteet ovat samalla uudistavan viljelyn toimenpiteitä. Esimerkiksi peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys ja maan kasvukunnosta huolehtiminen ovat tehokkaita toimenpiteitä myös vesistöjen kannalta.

III. Ilmasto

Maatalousmaiden käytöllä voidaan huomattavasti vaikuttaa ilmastoon. Hillintätoimien ohella myös varautuminen ja sopeutuminen on tärkeää. Viljelijän kannalta ilmastonmuutos näyttäytyy tällä hetkellä muuttuvien sääolosuhteiden kautta. Suomessa lämpenevä ilmasto tuo paitsi pidempiä kasvukausia, myös talvisateita, kuivuusjaksoja ja sään ääri-ilmiöitä, joiden kanssa viljelijän on opittava elämään.

Pellon käytön monipuolistaminen on viljelijälle hyvä puskuri vaihtelevia sääilmiöitä vastaan. Peltojen käyttöä voi monimuotoistaa monella tavalla – paitsi ottamalla viljelykiertoon uusia kasvilajeja, myös hyödyntämällä erilaisia laji- ja lajikeseoksia. Voikin ajatella, että muuttuvassa ilmastossa yksipuolisella viljelyllä voi tulevaisuudessa olla nykyistäkin enemmän epäsuotuisia vaikutuksia.

4/1000 -aloite

Maaperän rooli ilmastonmuutoksen hillinnässä on tunnettu ja tunnustettu. Vuonna 2015 Ranska esitti Pariisin ilmastokokouksen yhteydessä 4/1000 -aloitteen, jonka tavoitteena on lisätä maaperän hiilivarastoja neljän promillen eli 0,4 prosentin verran vuosittain.(16 Tähän on sitouduttu myös Suomessa.

Kuva 14. Maan kasvukunnon säilyttäminen ja parantaminen on ruuantuotannon kannattavuuden ja jatkuvuuden edellytys, sanoo Eliisa Malin Vierelän tilalta Vihdistä. Kuva: Aleksi Lumme

Suomi on 4/1000 -tavoitteeseen sitoutuessaan poliittisesti linjannut, että maankäytössä tulee huomioida ilmastonmuutos ja siihen vaikuttaminen hiilensidonnan kautta. Tämän tavoitteen toteuttamisen kannalta ratkaisevassa asemassa ovat ne henkilöt ja yritykset, jotka hallinnoivat maa-alueita. Suurin vaikuttava joukko ovat maanviljelijät. 4/1000 -aloite on hyvä tavoite, jonka avulla päästään alkuun hiilensidonnassa ja suomalaisen tuotannon kehittymisessä kohti esimerkillistä ja kannattavaa ilmastotyötä. Vaakakupissa ei ole enempää eikä vähempää kuin ruuantuotannon jatkuminen. Siksi ei ole aikaa vastakkainasettelulle.

- Maanviljelijä Eliisa Malin, Vihti

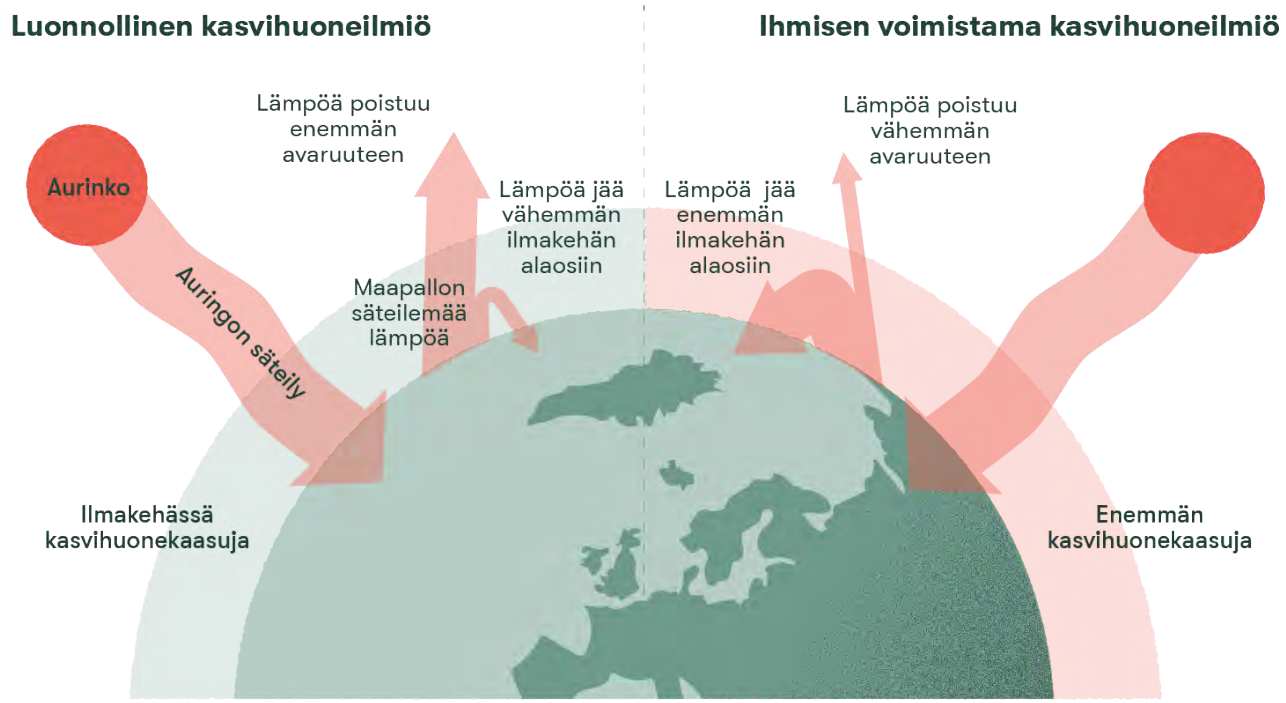
Lue lisää blogista: Mikä ihmeen 4/1000 ja miksi se koskee meitä? - Carbon Action

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kasvihuoneilmiö

Maapallon ilmakehä toimii kuin kasvihuoneen lasikatto. Se päästää auringon säteilyn maan pinnalle mutta estää samalla maapallon lämpösäteilyä karkaamasta avaruuteen.

Kasvihuoneilmiö mahdollistaa elämän maapallolla. Ilman sitä maapallon pinnan keskilämpötila olisi –18°C, kun kasvihuonekaasujen ansiosta se on 14°C. Luonnollinen kasvihuoneilmiö pitää lämpötilan elämälle suotuisana.



Kuva 15. Luonnollinen kasvihuoneilmiö ylläpitää elämälle suotuisia olosuhteita Maapallolla. Kun kasvihuonekaasujen määrä ilmakehässä kasvaa liian suureksi, lämpöä poistuu vähemmän ja planeetan ilmasto lämpenee. Kuva lähteen 17 mukaan.

Tällä hetkellä ilmakehään pääsee liikaa kasvihuonekaasuja, minkä seurauksena maapallon ilmasto lämpenee liikaa – ja muuttuu monelta osin. Muutos näkyy muun muassa valtamerten pinnan nousuna ja jäätiköiden kutistumisena. Myös sademäärät muuttuvat, mikä lisää toisaalla kuivuutta ja toisaalla tulvia.

Verrattuna 1800-luvun loppuun maapallo on lämmennyt jo lähes yhdellä celsiusasteella. Valtaosa 1900-luvun puolivälin jälkeisestä lämpötilan noususta johtuu ihmiskunnan aiheuttamista kasvihuonekaasupäästöistä. Mikäli päästöt kasvavat nykyistä tahtia, voimistuva kasvihuoneilmiö voi nostaa maapallon lämpötilaa jopa kahdesta kuuteen astetta tämän vuosisadan loppuun mennessä.(3 Nykyisellä tasollaan jatkuessaan ilmaston lämpeneminen todennäköisesti ylittää kriittisenä pidetyn 1,5 asteen rajan jo vuosina 2030-2052.(18

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kasvihuonekaasut

Ilmakehässä luonnostaan esiintyvistä kasvihuonekaasuista tärkeimmät ovat vesihöyry (H_2O), hiilidioksidi (CO_2), metaani (CH4), dityppioksidi (N_2O) ja otsoni (O3).

Hiilidioksidi on ihmiskunnan tuottamista kasvihuonekaasuista ylivoimaisesti tärkein ilmaston lämmittäjä. Suurin osa ihmisen aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä on peräisin fossiilisten polttoaineiden kuten öljyn, kivihiilen ja maakaasun käytöstä. Päästöjä aiheutuu myös metsien, erityisesti trooppisten metsien hävittämisestä ja muista maankäytön muutoksista.

Metaani on hiilidioksidin jälkeen toiseksi tärkein ihmisperäisten kasvihuonekaasupäästöjen lähde. Molekyylitasolla metaani on hiilidioksidia voimakkaampi kasvihuonekaasu, mutta sen määrä ilmakehässä on pienempi ja elinikä verrattain lyhyt. Metaania muodostuu eloperäisen aineksen hajotessa hapettomissa oloissa – esimerkiksi riisipelloilla, soilla, kosteikoilla sekä märehtijöiden suolistossa. Metaanipäästöistä noin kaksi kolmannesta on ihmiskunnan tuotosta. Ilmastonmuutoksen seurauksena arktisten alueiden ikiroudan sulaessa vapautuu suuria määriä metaania.

Dityppioksidi eli typpioksiduuli tai ilokaasu on merkittävä kasvihuonekaasu. Sen määrä ilmakehässä on vähäinen mutta elinikä pitkä ja lämmittävä vaikutus voimakas. Dityppioksidia syntyy maaperässä nitraattien, muun muassa typpilannoitteiden hajotessa. Kolmasosa dityppioksidipäästöistä johtuu ihmisen toiminnasta ja iso osa siitä maataloudesta. Loput kaksi kolmannesta ovat luonnollista alkuperää ja seurausta lähinnä maaperän ja merten mikrobien toiminnasta.

Vesihöyry on tärkein luonnollista kasvihuoneilmiötä aiheuttavista kaasuista. Myös ihmisen toiminta synnyttää vesihöyrypäästöjä mutta ei juurikaan lisää vesihöyryn kokonaismäärää ilmakehässä. Tämä johtuu veden nopeasta kiertokulusta. Vesimolekyyli ei viivy ilmakehässä kauan vaan sataa nopeasti takaisin maahan.

Otsoni on ilmakehän kasvihuonekaasu, joka suojelee maapalloa auringon ultraviolettisäteilyltä. Liiallisina pitoisuuksina otsoni on myrkyllistä kasveille ja eläimille. Suurin osa ilmakehän otsonista on keski-ilmakehässä eli statosfräärissä, jossa sen määrä on vähentynyt otsonikadon seurauksena. Tällä on ollut ilmastoa miedosti viilentävä vaikutus. Alailmakehässä eli troposfräärissä otsonin määrä taas on kasvanut, mikä vaikuttaa ilmastoa lämmittävästi. Troposfäärissä otsonia syntyy, kun muun muassa autojen pakokaasuista peräisin olevat typen oksidit, hiilimonoksidi ja hiilivedyt reagoivat hapen kanssa auringon valossa.

Halogenoidut hiilivedyt ovat voimakkaita kasvihuonekaasuja, joiden kokonaisvaikutus kasvihuoneilmiöön on pieni niiden vähäisen määrän vuoksi. Näiden kaasujen päästöjä syntyy muun muassa teollisuudesta. Halogenoituihin hiilivetyihin kuuluvat klooria sisältävät CFC-kaasut eli freonit tuhoavat otsonikerrosta ja voimistavat siten kasvihuoneilmiötä.(3

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tiesitkö?

Eri kasvihuonekaasuilla on erilainen lämmitysvaikutus (GWP, Global Warming Potential). Hiilidioksidiekvivalenttia (CO_2-ekv.) käytetään laskemaan eri kasvihuonekaasupäästöjen yhteenlaskettua vaikutusta ilmaston lämpenemiselle.

Maatalouden päästöt

Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä on vaikea yksiselitteisesti laskea, sillä niitä raportoidaan eri sektoreille. Esimerkiksi pellonraivauksen päästöt lasketaan maankäyttö-, maankäytön muutos- ja metsätaloussektorin (LULUCF-sektori) päästöihin. Maatalouskoneiden energiankulutus taas luetaan puolestaan energiasektorin päästöihin.

Energiasektori tuotti 74 prosenttia Suomen kasvihuonekaasupäästöistä vuonna 2019. Maatalouden osuus oli 13, teollisuuden prosessien ja tuotteiden käytön osuus 10 ja jätesektorin osuus kolme prosenttia.

Suomen maataloussektorin päästöt olivat vuonna 2019 kaikkiaan noin 6,6 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalentteina. Päästöihin lasketaan mukaan:

- kotieläinten ruoansulatuksen, lannankäsittelyn ja pellolla poltettujen kasvitähteiden metaanipäästöt
- lannankäsittelyn, viljelysmaan ja kasvintähteiden pellolla polton dityppioksidipäästöt
- kalkituksen ja urealannoituksen hiilidioksidipäästöt

Maaperän dityppioksidipäästöt aiheuttivat 55 prosenttia, kotieläinten ruoansulatus 31 ja lannankäsittely 11 prosenttia sektorin kokonaispäästöistä.(19

Puolet kaikista maatalouden päästöistä tulee turvemailta. Turvemaat tuottavat 60 prosenttia Suomen maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä, vaikka turvemaiden osuus koko peltoalasta on vain 13 prosenttia.(20

Aiheesta lisää: Tilastokeskus: Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990 - 2019

- Maataloussektorin kasvihuonekaasupäästöjen osuus kokonaispäästöistä vuonna 2019, sivu 29
- Maataloudesta lähtöisin olevien päästöjen raportointi YK:n ilmastosopimuksen mukaisessa raportoinnissa, sivu 31

Sään ääri-ilmiöt

Ilmastonmuutosta ei voida enää kokonaan pysäyttää, mutta sitä voidaan ja täytyy hidastaa. Ilmastonmuutoksen hillinnässä avainasemassa on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. Myös hiilinielujen ylläpitäminen ja lisääminen on keskeistä. Jotta pahimmilta seurauksilta vältyttäisiin, on ilmaston lämpeneminen rajoitettava Pariisin ilmastosopimuksen mukaan 1,5 asteeseen.(21

Vaikka ilmastonmuutoksen täysi pysäyttäminen ei enää ole mahdollista, sen seurauksiin, kuten sään ääri-ilmiöiden yleistymiseen, on pyrittävä varautumaan ja sopeutumaan. Tässä maataloudella on tärkeä rooli.

Koska muuttuva ilmasto vaikuttaa maatalouden harjoittamiseen, muutoksiin sopeutuminen on välttämätöntä. Siten voidaan turvata ruoantuotanto myös tulevaisuudessa.

Suomen ilmasto on jo lämmennyt: 1800-luvun lopun jälkeen vuotuinen keskilämpötila on noussut noin kahdella asteella. Lämpeneminen on ollut voimakkainta talvisin.(3

Kasvukausi on aikaistunut viimeisen 30 vuoden aikana lämmenneiden keväiden vuoksi. Viljojen kylvöt ovat aikaistuneet Itä-Suomessa keskimäärin kolmella, Pohjois-Suomessa kuudella ja Länsi-Suomessa yhdeksällä päivällä. On ennustettu, että vuosisadan loppuun mennessä kylvämään päästään jopa kuukautta nykyistä aikaisemmin.

Lämpenevän ilmaston ja pidentyvien kasvukausien on ajateltu kasvattavan satoja Suomessa ja muualla Pohjoismaissa. Lisäksi on uumoiltu, että mahdollisuus uusien viljelykasvien ja -lajikkeiden käyttöön hyödyttäisi pohjoisten alueiden maataloutta. Ilmastonmuutos tuo kuitenkin mukanaan suuren joukon haasteita, jotka voivat kumota mahdolliset hyödyt heikentämällä tuottavuutta.

Ilmastonmuutos muuttaa pohjoista ilmastoa lämpimämmäksi ja kosteammaksi ja tuo mukanaan aiempaa vaihtelevammat sääolosuhteet. Päivän pituus ei kuitenkaan muutu.

Kuivuusjaksoilla, rankkasateilla ja tulvilla on suora negatiivinen vaikutus satoihin. Lisääntyneet sateet voivat hankaloittaa kevätkylvöjä, jolloin aikaistunutta kasvukautta ei päästä hyödyntämään. Lisäksi eroosion ja ravinteiden huuhtoutumisen riskit kasvavat, kun sadanta ja valunta lisääntyvät ja talvet leudontuvat. Kosteista olosuhteista hyötyvät myös monet kasvitaudit.

Tehtävä 4.4

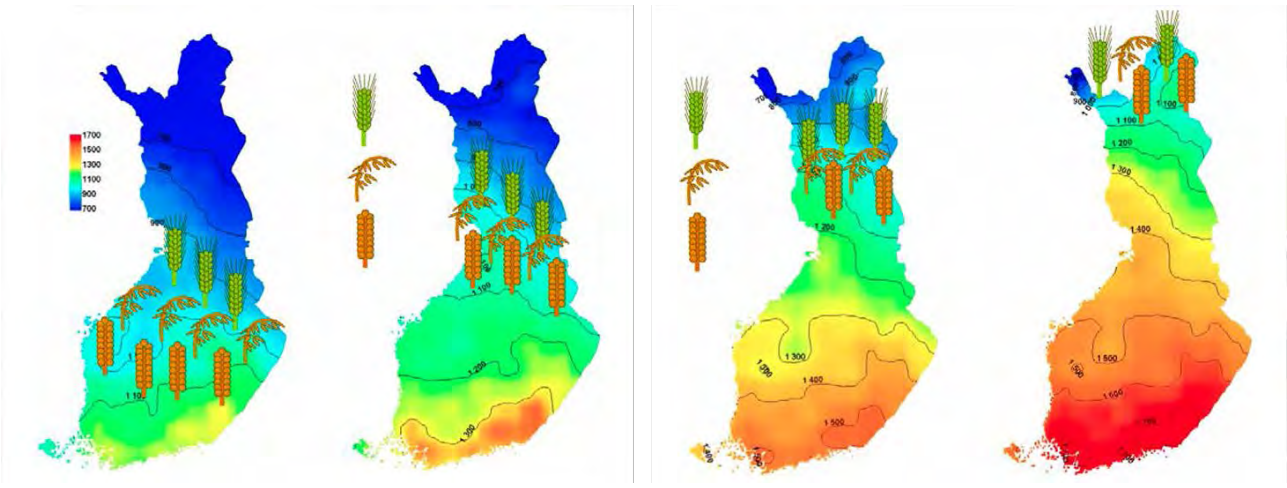
Millaisia muutoksia kasvukausissa on tapahtunut sinä aikana, kun olet toiminut viljelijänä?

Tehtävä 4.5

Miten muutokset sääolosuhteissa vaikuttavat viljelyyn liittyvään päätöksentekoosi?

Nykyisin viljeltävät kasvilajit ja -lajikkeet ovat sopeutuneet lyhyeen kasvukauteen ja lauhkeaan ilmastoon. Päivän pituus ei pohjoisessa muutu, mutta pitkä päivä yhdistettynä nykyistä korkeampiin lämpötiloihin nopeuttaa siemensatokasvien kehitysrytmiä. Pidemmällä kasvukaudella voi siis olla vaikutuksia moneen suuntaan.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.



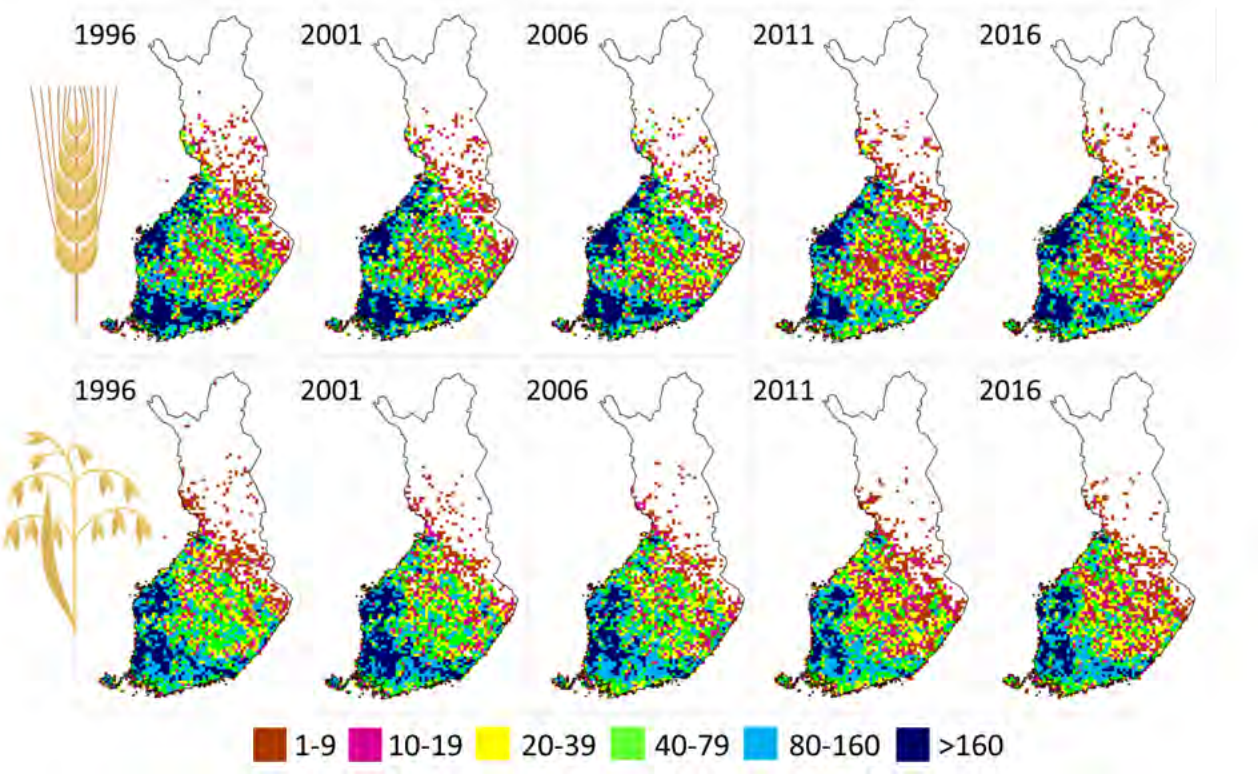
Kuva 16. Eri viljakasvien menestymisvyöhykkeet ilmaston lämmetessä. Ennuste kuvaa tilannetta, jossa lämpötila nousee 3–4 astetta. Kuvat lähteestä 22.

Pidentyvät kasvukaudet tarjoavat mahdollisuuden monipuolistaa viljelykasvilajistoamme. Kasvinjalostusta tarvitaan viljelyn tueksi, kun nykyiset lajikkeet eivät tulevaisuuden kasvuoloissa ole enää kaikkein tarkoituksenmukaisimpia. Jotkut kasvilajit ja -lajikkeet myös sietävät sääilmiöitä toisia paremmin.

Lisämateriaali: Muutokset eri viljelykasvien viljelyn laajenemisessa vuosina 1996–2016

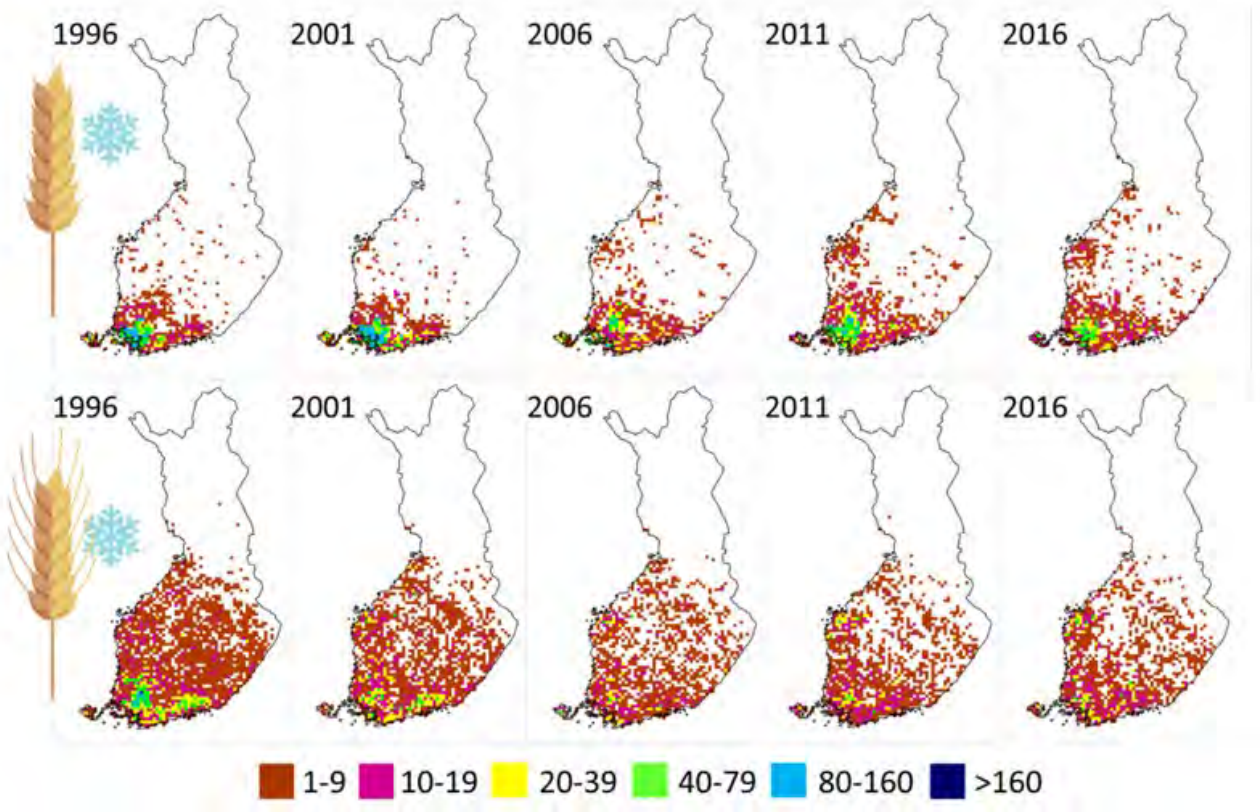
Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Lisämateriaali: Muutokset eri viljelykasvien viljelyn laajenemisessa vuosina 1996-2016

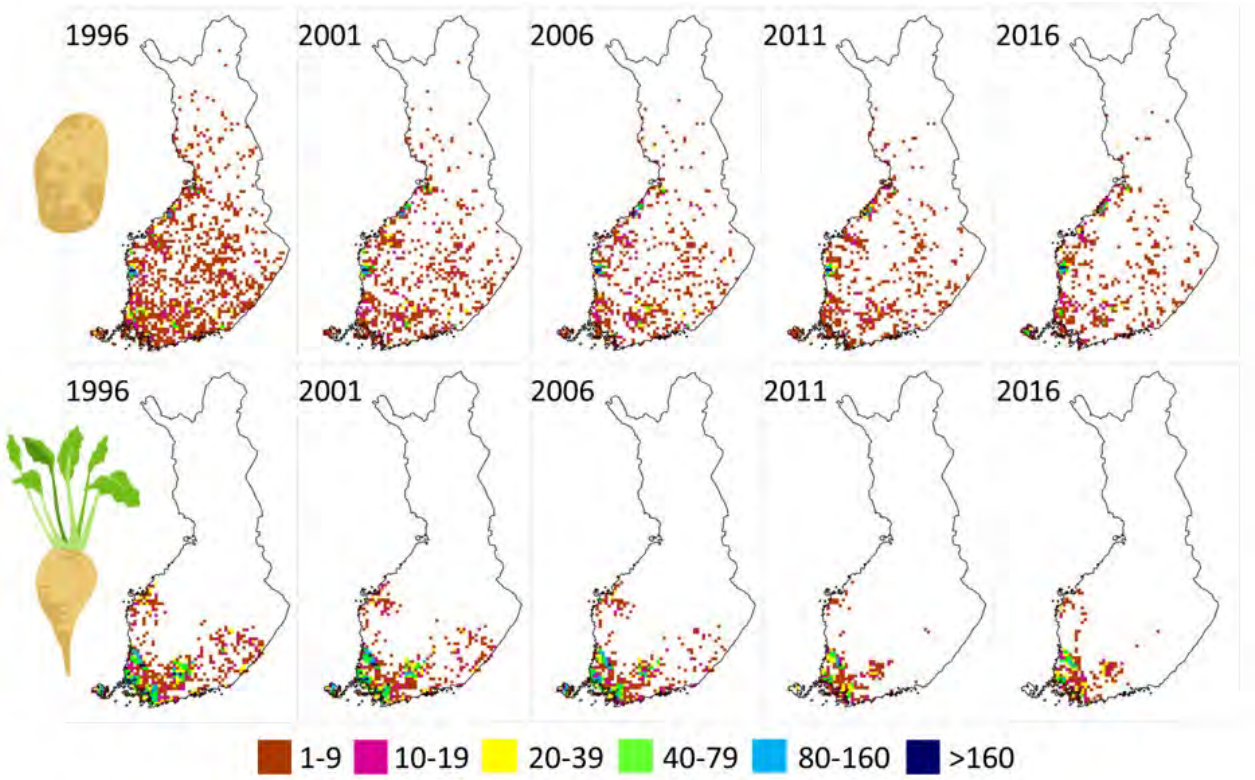


Kuva 1. Muutostoteumat kevätohran ja -kauran tuotannossa vuosina 1996, 2001, 2006, 2011 ja 2016. Eri värit kertovat lohkojen määrän 10 x 10 kilometrin karttaruudussa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

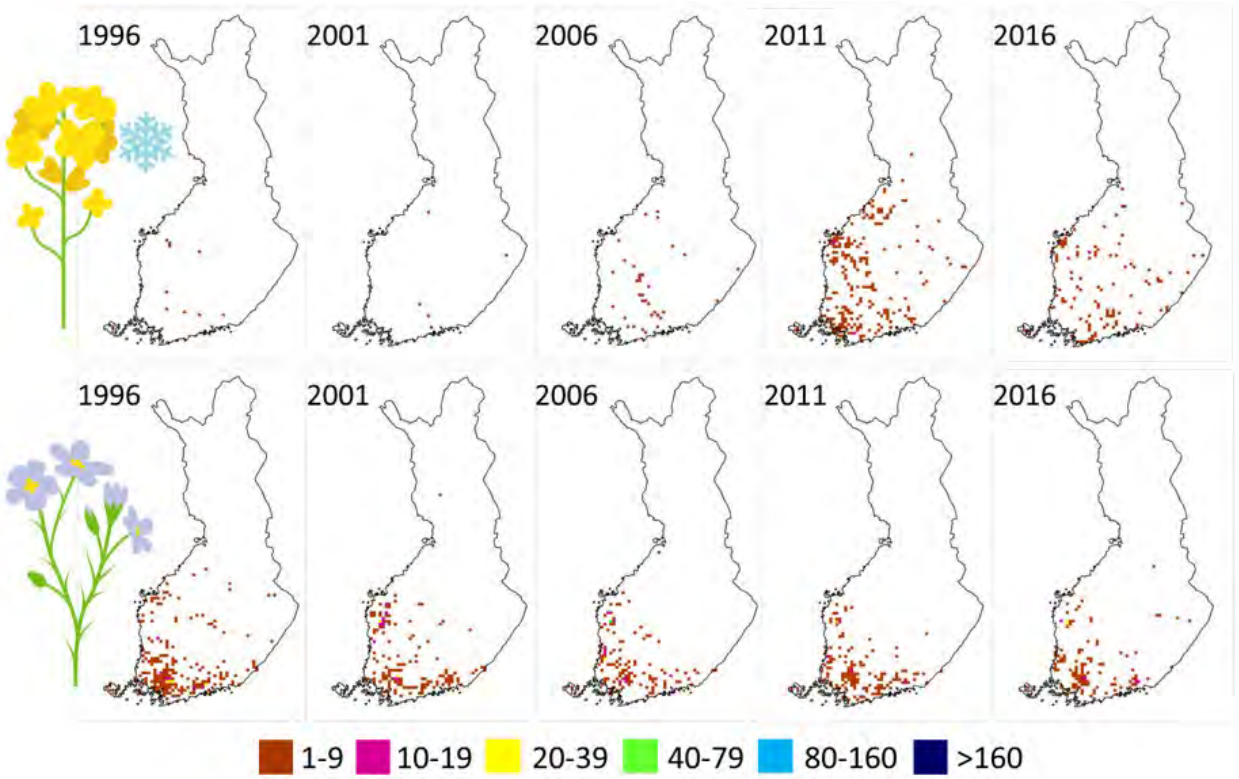


Kuva 2. Muutostoteumat syysvehnän ja -rukiin tuotannossa vuosina 1996, 2001, 2006, 2011 ja 2016. Eri värit kertovat lohkojen määrän 10 x 10 kilometrin karttaruudussa.



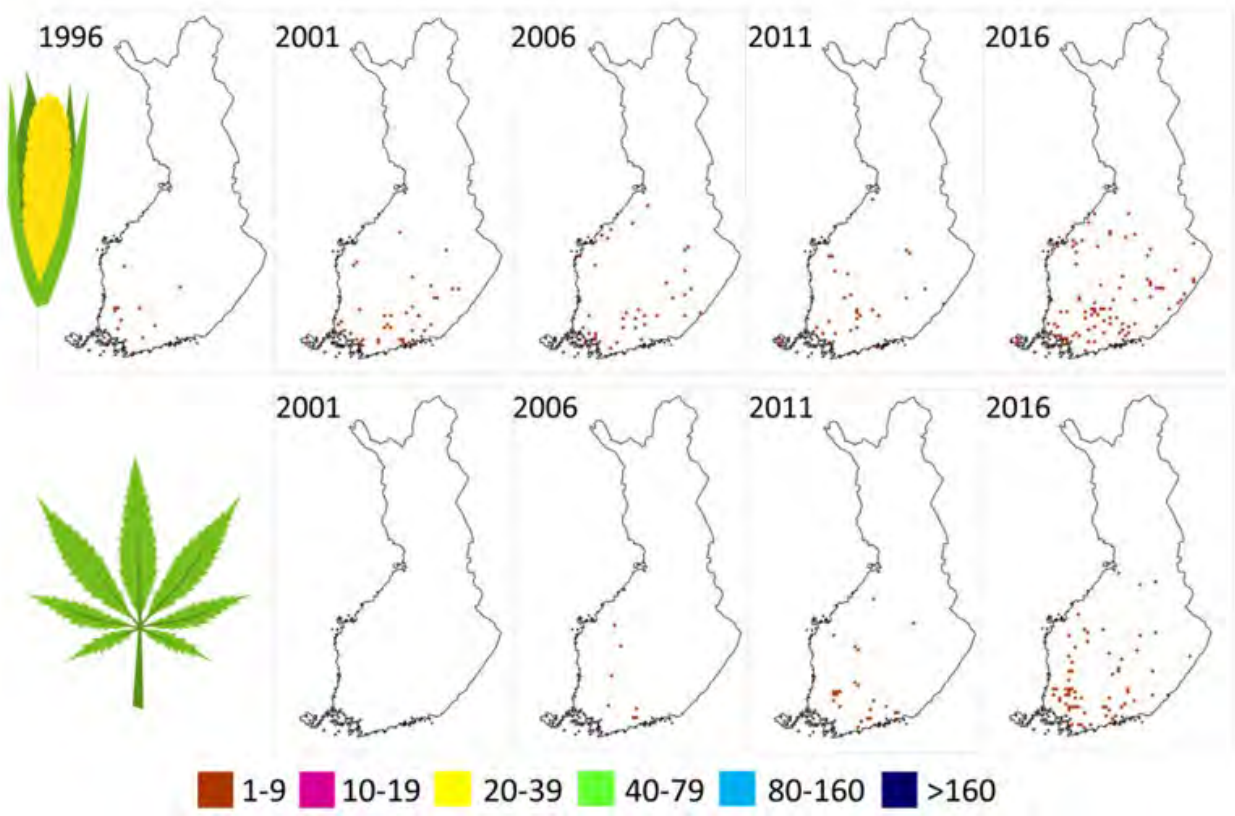
Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 3. Muutostoteumat perunan ja sokerijuurikkaan tuotannossa vuosina 1996, 2001, 2006, 2011 ja 2016. Eri värit kertovat lohkojen määrän 10 x 10 kilometrin karttaruudussa.



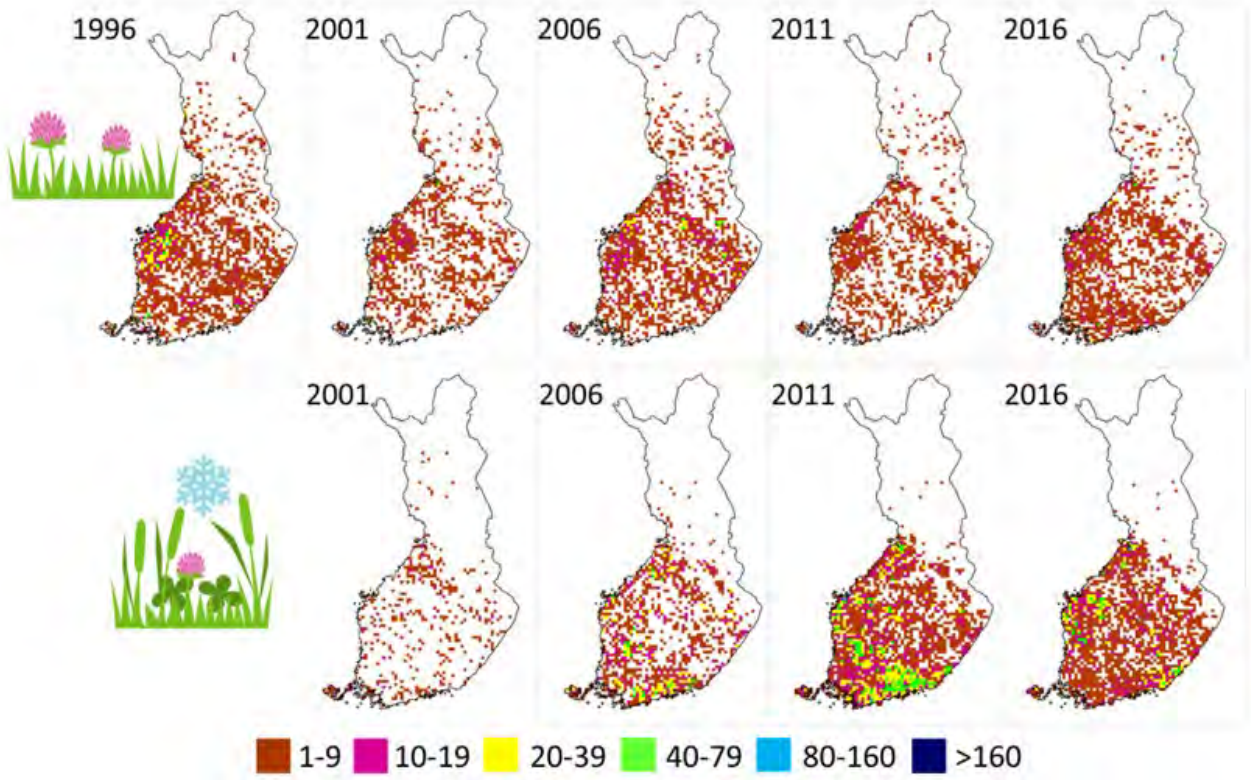
Kuva 4. Muutostoteumat syysrapsin ja pellavan tuotannossa vuosina 1996, 2001, 2006, 2011 ja 2016. Eri värit kertovat lohkojen määrän 10 x 10 kilometrin karttaruudussa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

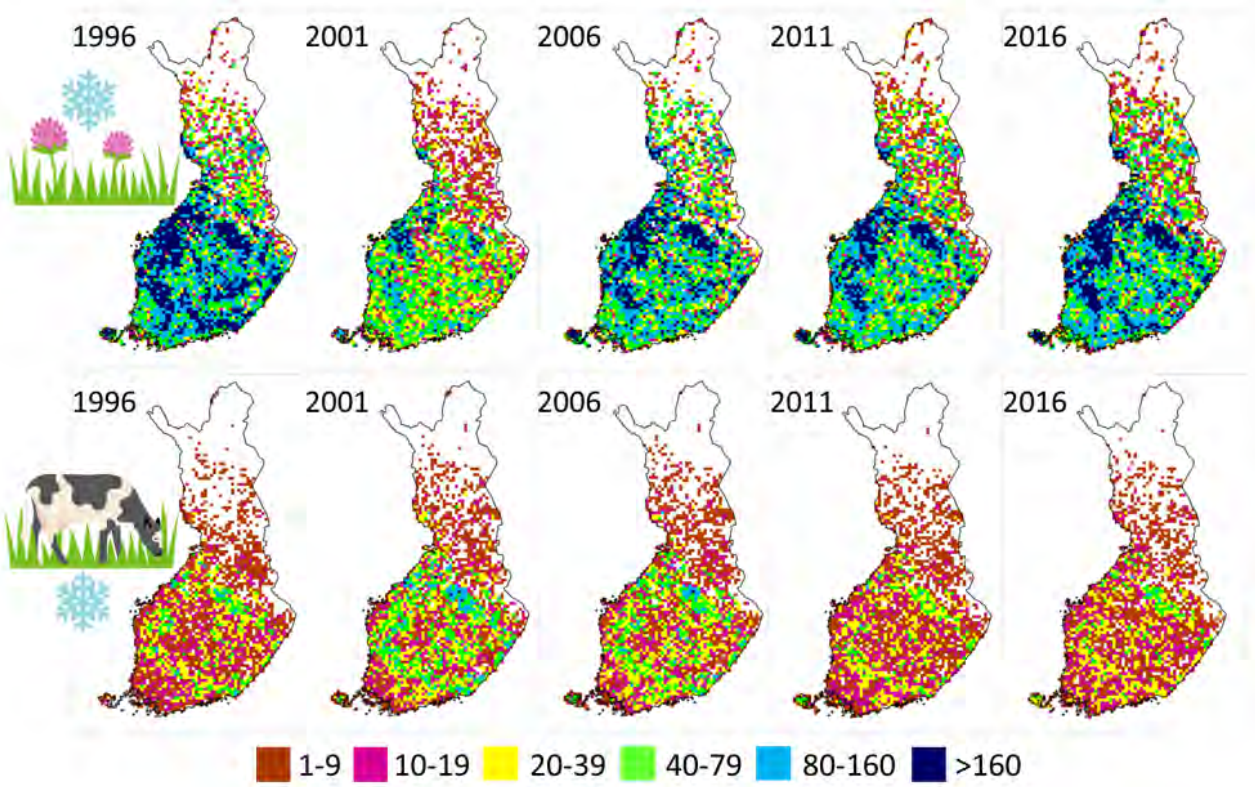


Kuva 5. Muutostoteumat maissin ja hampun tuotannossa vuosina 1996, 2001, 2006, 2011 ja 2016. Eri värit kertovat lohkojen määrän 10 x 10 kilometrin karttaruudussa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.



Kuva 6. Muutostoteumat yksivuotisen säilörehunurmen ja monivuotisen viherkesannon tuotannossa vuosina 1996, 2001, 2006, 2011 ja 2016. Eri värit kertovat lohkojen määrän 10 x 10 kilometrin karttaruudussa.



Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 7. Muutostoteumat monivuotisen säilörehunurmen ja laidunnurmen tuotannossa vuosina 1996, 2001, 2006, 2011 ja 2016. Eri värit kertovat lohkojen määrän 10 x 10 kilometrin karttaruudussa.

Kuvien lähde:

Peltonen-Sainio, Pirjo & Jauhiainen, Lauri. (2020). Large zonal and temporal shifts in crops and cultivars coincide with warmer growing seasons in Finland. Regional Environmental Change. 20. 89. 10.1007/s10113-020-01682-x. Electronic Supplementary Material.

Kasvukauden aikainen kuivuus heikentää peltokasvien sadontuottoa merkittävästi. Vaikka sadannan ennustetaan Suomessa lisääntyvän, ajoittuu suurin osa sateista talveen ja syksyyn. Niinpä sade ei välttämättä tule silloin, kun kasvi sitä tarvitsee. Sateiden myös ennustetaan tulevan yhä useammin rankkasateina. Lisääntyvä sademäärä ei siis vastaa kasvien jatkuvaan veden tarpeeseen.

Viljelykasvit hyötyvät pidemmästä kasvukaudesta lähinnä keväällä, mikäli olosuhteet kylvöille ovat riittävän hyvät. Kasvukauden piteneminen syksyyn ei välttämättä hyödytä viljelykasveja paljon, mutta erilaisille kasvintuhoojille se tarjoaa pidemmän ajan menestyä.(22 Onkin odotettavissa, että myös vaihtelut sadon määrässä ja laadussa lisääntyvät.(23

Suomeen rantautuvat uudet viljelykasvit saattavat tuoda mukanaan uusia tuholaisia. Pidempi kasvukausi hyödyttää myös rikkakasveja, joiden määrä ja lajirunsaus voivat kasvaa. Kasvintuhoojien hallinnassa torjunta-aineet eivät kuitenkaan ole ainoa vaihtoehto. Biologisten torjuntakeinojen ohella tuhojen ennakointi ja torjunta tarpeen mukaan korostuvat. Myös monipuolisilla viljelykierroilla on tärkeä asema.(22

Vaikka muuttuva ilmasto voi tuoda Suomen maataloudelle uusia mahdollisuuksia, on maatalouden sopeuttaminen välttämätöntä muutoksen kanssa pärjäämiseksi. Ilmastonmuutoksen maataloudelle aiheuttamien taloudellisten kustannusten määrittely on haastavaa. Pidentynyt kasvukausi voi lisätä maatalouden tuottoja, mutta muuttuvien sääolosuhteiden tuomat riskit voivat toisaalta lisätä kustannuksia. Kasvukausissa on myös eroja eri alueiden välillä, joten tuotot ja kustannukset eivät jakaannu tasapuolisesti.(23

Muutokseen varautuminen ja sopeutuminen vaatii maatiloilta viljelykasvivalikoiman sopeuttamista, hyvää maaperän hoitoa sekä vesitalouden hallintaa.(22,24

Vesien hallintaa voidaan tehostaa esimerkiksi nykyaikaistamalla peltojen salaojitusta, huolehtimalla maan rakenteesta ja pitämällä pellot talvisin kasvipeitteisinä syyskylvöisten kasvien, viljelykierron tai alus- ja kerääjäkasvien avulla.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 17. Sopeutuminen ilmastonmuutokseen vaatii rohkeutta kokeilla uusia viljelymenetelmiä ja -kasveja. Tässä kasvavat yhdessä härkäpapu ja hirssi Luonnonvarakeskuksen koelohkolla Jokioisilla. Kuva: Sanna Söderlund

Uudistava viljely tarjoaa maatiloille hyviä keinoja ilmastonmuutokseen sopeutumiseksi. Kun viljelijä huolehtii maan kasvukunnosta hiiliviljelyn ja monimuotoistamisen keinoin, hän sekä parantaa viljelyvarmuutta että vähentää maatalouden negatiivisia ympäristövaikutuksia. Viljelijä auttaa tällöin myös ilmastonmuutoksen hillinnässä.

Tehtävä 4.6

Miten tilallasi varaudutaan tulevaisuuden muuttuviin viljelyolosuhteisiin? Valitse näistä kolme ja mieti lisäksi vähintään yksi oma keino. Perustele valintasi.

1. Pidän pellot kasvipeitteisinä talvella
2. Otan viljelykiertoon uusia kasvilajeja
3. Hyödynnän erilaisia laji- ja lajikeseoksia
4. Monipuolistan viljelyä alus- tai kerääjäkasvien avulla
5. Parannan peltojen salaojitusta
6. Huolehdin maan rakenteesta

7. Perustan monimuotoisuuskaistoja

Kuuntele podcast: Ilmakehän, maaperän ja kasvillisuuden vuorovaikutus on täynnä monimutkaisia prosesseja.

Kuuntele podcast: Miksi hiilen ja veden avioliitto on elintärkeä luonnolle ja ilmastolle

Lukua 4 ovat olleet kirjoittamassa:

Veera Naukkarinen, Sanna Söderlund, Jenni Jääskeläinen, BSAG

Luvun 4 asiantuntijatarkastus:

Yliopistotutkija Jussi Heinonsalo, Helsingin yliopisto

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Luku 5 Kunnosta pelto

Uudistavan viljelyn perusperiaatteet ovat: maksimoi yhteytys, maksimoi suoja ja maksimoi mikrobit. Tässä luvussa syvennytään omien peltolohkojen peruskuntoon sekä opetellaan tunnistamaan ja analysoimaan kasvukunnon ongelmia.

I. Ongelmien tunnistaminen

Aluksi perehdymme maan kasvukunnon ongelmien tunnistamiseen, havainnointiin ja analysointiin.

Etsimme ratkaisuja muun muassa seuraaviin kysymyksiin:

- Mistä tiedän, mikä peltoa vaivaa?

- Miten voin parantaa pellon vesitaloutta?

- Miten vältän tiivistymiä ja korjaan ne?

Kasvukunto kertoo maan eri tekijöiden keskinäisestä vuorovaikutuksesta, joka ylläpitää peltomaan hyvää laatua ja mahdollistaa viljelyn.

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että maassa on huokoinen rakenne sekä sopivasti happea ja vettä. Näiden lisäksi hyväkuntoisessa peltomaassa on tarpeeksi mikrobeja ruokkivaa eloperäistä ainesta. Hyvällä lohkolla ei ole pahoja tiivistymiä eikä kyntö- tai muuta muokkausanturaa. Silloin myös kasvien juuret pääsevät kasvamaan vapaasti ruokamultakerroksessa ja ne ulottuvat aina maan syvempiin kerroksiin asti. Kellarilta tuoksuva kuohkea pintamaa tarjoaa erinomaiset kasvuolosuhteet satokasveille.

Kurssilla hyödynnetään oman tilan peltolohkoja, joille tehdään muun muassa viljelykierron suunnittelua. Niillä testataan myös pellon havainnointimenetelmiä sekä toimenpiteitä kasvukunnon parantamiseksi. Mikäli omia peltolohkoja ei ole, voi käyttää esimerkiksi oman oppilaitoksen tai tutun maatalousyrittäjän lohkoja.

Tehtävä 5.1

Valitse kolme (3) mahdollisimman erilaista lohkoa. Kaikkien ei tarvitse olla huonokuntoisia, mutta mikäli kasvukunnon ongelmia on ilmentynyt, voi sellaisten lohkojen tarkastelu olla hyödyllisintä. Tärkein valintakriteeri on viljelijän oma tarve tutustua tarkemmin juuri näiden lohkojen kasvukuntoon ja havainnointiin.

Numeroi valitsemasi lohkot (1, 2, 3) ja kirjoita niiden nimet, sekä kerro miksi valitsit lohkon. Onko sillä jotain ongelmia?

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Ongelmat on tunnistettava, jotta ne voidaan korjata

Peltomaan kasvukunnon säilyttäminen ja parantaminen vaatii sekä osaamista että pitkäjänteistä työtä. Peltomaiden tulee kestää nykyisiä vaihtelevia sääolosuhteita aina kuivuudesta rankkasateisiin ja tuottaa samalla hyviä satoja. Peltojen tiivistyminen, ongelmat pellon vesitaloudessa sekä yksipuoliset viljelykierrot johtavat niin ikään maan kasvukunnon heikkenemiseen. Ongelmien kasaantuminen samoille lohkoille vaikuttaa sadontuottoon ja satovarmuuteen.

On tärkeää panostaa peltojen analysointiin, seurantaan ja toimenpiteiden suunnitteluun. Näiden toimenpiteiden hyöty kertaantuu vuosien kuluessa. Kaikeksi onneksi pellon kasvukunto on kuitenkin viljelijän omissa käsissä. Sen kohentamiseksi voidaan tehdä paljon vuosittaisilla viljely- ja kunnostustoimenpiteillä.

Jotta voisimme korjata peltojemme ongelmia, on meidän ensin kysyttävä itseltämme joitain kysymyksiä.

Löytämällä vastauksia näihin kysymyksiin, selviää samalla myös syy ongelmiin.

Kuva 1. Ratkaisuja pellon ongelmiin löytää kysymällä itseltään kysymyksiä. Ongelmien ratkominen yhdessä muiden viljelijöiden kanssa on usein kaikkein hedelmällisintä. Kuva: Aleksi Lumme.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Hyvä tapa lähteä ottamaan selvää asioista on kysyä viisi miksi-kysymystä.

Esimerkiksi:

1. Pellolla seisoo vesi. Miksi?
2. Ojitus ei toimi. Miksi?
3. Salaojan laskuaukko on tukossa. Miksi?
4. Siellä kasvaa pajua ja paljon muuta kasvillisuutta. Miksi?
5. Laskuaukot ovat huoltamatta ja piiriojat kaivamatta. Miksi?

Vastaus: Koska ei ole ollut aikaa ja hyvää suunnitelmaa, jota noudattaa.
Ratkaisu: Tarvitaan suunnitelma ja pitää järjestää aikaa ojitusten huoltamiseen.

Tehtävä 5.2

Esitä itsellesi viisi kysymystä esimerkin mukaan yhdestä lohkoista.

Kysymykset voivat koskea pellon kuivatusta, satotasoa, tiivistymiä tai mitä tahansa ongelmaa, johon olet lohkollasi törmännyt. Tässä vaiheessa vastaukseksi saattaa jossain kohdassa tulla *en tiedä*. Ei hätää, sillä Uudistavan viljelyn e-opisto auttaa löytämään ratkaisut myös näihin kohtiin.

Kirjoita esseevastaukseen lohkon nimi, ongelma, jota lähdet selvittämään, sekä viisi miksi -kysymystä vastauksineen. Mihin lopputulokseen päädyit?

Maan kasvukunnon arviointi tulee toteuttaa kokonaisvaltaisesti. Pellon nykyiseen kasvukuntoon täytyy perehtyä, jotta parannustoimenpiteet voidaan suunnitella ja kohdentaa oikein. Parhaiten maan kasvukunnosta saa tietoa yhdistämällä viljelijän omat vuosien saatossa kerääntyneet kokemukset erilaisiin havaintomenetelmiin. Tällaisia ovat esimerkiksi salaojakartat, ilma- ja satelliittikuvat, satokartat, kasvustohavainnot, lapiotestit, maanäytteiden tulokset sekä vedenläpäisykyvyn testaaminen. Osa havainnoista voidaan tehdä normaalien viljelytoimenpiteiden ohessa.

Pellon kasvukunnon arviointi on kokonaisvaltaista työtä. Ongelmien tunnistamiseen käytetty työaika kuitenkin kannattaa.

Maan fysikaalisesta kasvukunnosta saadaan helpoiten tietoa havainnoimalla pintamaata ja kasvillisuutta, kaivamalla kuoppia ja arvioimalla maata muutenkin aistinvaraisesti. Pellolla voi olla hyvä kemiallinen viljavuus, mutta jos savi- ja hiesumaan murujen kestävyys on heikko, voi pelto olla silloin hyvin altis eroosiolle ja tiivistymiselle. Kuivempina vuosina saatetaan huomata, että vaikka rakenne maan pintakerroksessa on hyvä, ei pelto kestä runsaita sateita, koska syvemmällä maassa on heikosti vettä läpäiseviä kerroksia.

Maan kemiallista viljavuutta voidaan selvittää viljavuusanalyyseillä ja kationinvaihtokapasiteettilaskurin avulla. Tässä viljelijän ei kannata säästää jalkoja eikä rahaa.

Keräämällä huolellisesti kattavat maanäytteet, osanäytteissä säästämättä, saadaan paras ja informatiivisin tulos. Perustutkimusta kannattaa täydentää ainakin kattavalla hivenravinteiden ja hehkutushäviön määrityksellä. Näiden lisäksi voi halutessaan määrittää varastoravinteiden tasot pinta- ja pohjamaasta.

Huom! Perustietoa maaperän kemiallisista, fysikaalisista ja biologisista ominaisuuksista saat luvusta 2, Maaperä.

Lisätehtävä: *Pohdi mielessäsi, mitä työkaluja olet tottunut käyttämään maan kasvukuntoa havainnoidessasi? Mitä seuraavista työkaluista olet käyttänyt? Onko jotain, mitä haluaisit oppia käyttämään?*

- Kasvustohavainnointi
- Maan rakenteen arviointi aistinvaraisesti
- Karttojen ja satelliittikuvien hyödyntäminen
- Maanäytteiden huolellinen analysointi
- Omien havaintojen kirjaaminen muistiin ja niiden vertailu toimenpiteisiin
- Digitaaliset sovellukset

Maan rakenteen havainnointi

Peltomaata voidaan havainnoida aistinvaraisesti sekä erilaisten karttojen ja ilmakuvien avulla. Karttoja ja ilmakuvia kannattaa tarkastella myös päällekkäin, jotta saadaan mahdollisimman tarkkaa tietoa peltolohkojen ongelmapaikoista ja salaojien toimivuudesta.

Silmämääräinen havainnointi tapahtuu esimerkiksi seuraamalla ja tarkkailemalla kasvien kasvua sekä rikkakasvien ja kasvitautien esiintymistä. Lisäksi havainnoidaan maan pintaa ja peltotöiden yhteydessä maan tapaa reagoida toimenpiteisiin. Tarkastelun kohteina ovat maan rakenne, lierojen, juurten ja pieneliöstön toiminta sekä maan luontaiset ominaisuudet, kuten maalaji ja multavuus. Erityistä huomiota kiinnitetään juurten kasvuun, sillä niiden kasvusyvyys ja kasvutapa kertovat paljon maan rakenteesta.

Paras aika aistinvaraisten arvioiden tekoon on maan ollessa kosteaa, ei märkää tai kuivaa, ja juuriston ollessa vielä selkeästi havaittavissa esimerkiksi puinnin jälkeen ennen muokkauksia. Myös keskikesä on hyvää aikaa tehdä arviointeja, sillä silloin juuret ovat voimakkaassa kasvussa. Viljapelloilla optimiaika on noin kolme viikkoa ennen puintia, peruna- ja sokerijuurikasmailla elokuun alussa, nurmilla juuri ennen toista niittoa sekä laitumilla koko kesä- ja syyskuun välinen aika (1.

Tutustu tarkemmin maaperän aistinvaraiseen tarkasteluun OSMO-hankkeen julkaisussa Peltohavaintoja – aistinvarainen tarkastelu maan kasvukunnon mittarina.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 2. Maan pinnasta voidaan havainnoida maan karikekerrosta, kastelierojen reikiä, sammaleiden ja sienten kasvua sekä pinnan kovuutta tai pehmeyttä. Karikekerros suojaa maata veden haihtumiselta, eroosiolta sekä liettymiseltä ja kuorettumiselta. Karikekerrosta pitää tarkkailla ja mitata sen paksuutta. Kastelierojen ja muiden maaperän eliöiden määrästä puolestaan kertovat keväällä muokkauskoneen perässä lentävät linnut. Kuva: Sanna Söderlund.

Aistinvaraisen arvioinnin menetelmät

Yksinkertaisimman aistinvaraisen arvion voi tehdä pudottamalla peltomaasta kaivettu maapaakku vyötärön korkeudelta maahan tai muulle tasaiselle alustalle. Se, miten paakku hajoaa, paljastaa maan rakenteen. Aistinvaraiseen arviointiin kannattaa kuitenkin panostaa hiukan enemmän.

Yleisimmät käytössä olevat aistinvaraiseen arviointiin kehitetyt menetelmät ovat Peltomaan laatutesti ja MARA (engl. VESS). MARAssa kaivetaan tietyn kokoinen lapiokuoppa ja havainnoidaan sekä pisteytetään kuopasta nostetun maapaakun kerroksellisuutta. Kerroksellisuus kertoo maan eri kerrosten tiiviydestä ja muruisuudesta. Muruista laadukkaimpia ovat 2–6 millimetrin kokoiset, pyöreät ja huokoiset murut (Luokka 5). Nämä murut syntyvät biologisen, eli juuriston ja maaperäeliöiden toiminnan seurauksena. Huonolaatuista maata edustavat sileäpintaiset, särmikkäät ja tiiviit murut, jotka ovat kooltaan suuria, halkaisijaltaan 7–10 sentin kokoisia (Luokka

1). Näiden luokkien väliin mahtuu runsaasti erikokoisia ja -muotoisia sekä huokoisuudeltaan erilaisia niin sanottuja puolimuruja. MARAan kuuluu myös pudotustesti.

Kuva 3. Peltomaata havainnoidaan MARA-kortin avulla kerros kerrokselta. Kuva: Sanna Söderlund.

Peltomaan laatutestin tärkein osa ovat kuoppahavainnot. Maahan kaivetusta noin 40 senttiä syvästä kuopasta tehdään aistinvaraisesti havaintoja maan rakenteesta ja biologisista toiminnoista. Lisäksi voidaan suorittaa erilaisia täydentäviä mittauksia, kuten maahengitys ja veden imeytyminen sekä lierotesti.

Kaikissa aistinvaraisissa arvioinneissa huomioidaan pellon pintakerros ja sen laatu, joka vaikuttaa suuresti maan toimintaan, kuten veden imeytymiseen, kaasujen vaihtoon, eroosio- ja liettymisalttiuteen sekä orastumiseen.

Maan kasvukunto näkyy myös traktorin hyttiin

Maan muokkautuvuus kertoo paljon maan rakenteesta ja sen ravinnepitoisuuksista. Esimerkiksi tiivistynyt maa aiheuttaa muokkaustöissä kovan vetovastuksen. Traktorin vetopyörät luistavat aina hieman, kun traktori muodostaa vetoa. Muokkaustoimet pahentavat tiivistymistä edelleen, mikäli traktorin vetopyörät luistavat voimakkaasti. Mitä pienempi vetovastus on, sitä parempi on myös

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

maan rakenne. On kuitenkin huomioitava, että eri maalajeilla on luontaisia eroja vetovastuksen suhteen. Myös maan kosteus ja työsyvyys vaikuttavat vetovastukseen.

Maan muokkautuvuuteen vaikuttavat niin ikään maalaji, ravinteet, maan multavuus ja peruskuivatus. Esimerkiksi natriumin ja/tai kaliumin liiallinen määrä kovettaa maata ja vaikeuttaa sen muokkautuvuutta. Liika magnesium taas heikentää maan murukestävyyttä, kun ylimääräinen kalsium puolestaan kuohkeuttaa maata liikaa. Voimakas pölyäminen taas kertoo huonontuneesta maan rakenteesta ja heikosta murukestävyydestä (2. Se voi kertoa myös liian voimakkaasta muokkauksesta, jolloin maan rakenne hajoaa ja seurauksena on tuulieroosio. Maa saattaa kuorettua, jos liian hienoksi muokkautuneeseen maahan sataa vettä ennen kasvien orastumista.

Kuva 4. Pellon pölyäminen voi kertoa heikenneestä murukestävyydestä. Kuivana keväänä pölyämistä voi olla mahdotonta estää. Kuva: Sanna Söderlund.

Kasvit kertovat

Kasvilajit kertovat vaihteluista maan kasvukunnossa. Kasvien kasvua tarkkailemalla voidaan havaita eroja esimerkiksi kasvien väreissä, orastiheydessä sekä kasvun vaihtelua eri osissa peltoa. Orastiheyden laskemisella ja kasvien kasvun vaihtelua seuraamalla voidaan havainnoida maan kasvukuntoa. Näillä keinoilla saadaan hyvä käsitys pellon eri osien eroista sekä pellon

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

kasvukyvystä, kuivatuksen toimivuudesta ja maan rakenteesta. Kasvien värien havainnointia voidaan vahvistaa ja saada siihen tukea esimerkiksi käyttämällä värikortteja, erilaisia puhelinsovelluksia sekä lehtivihreämittaria.

Lisätietoa mittareista voit lukea OSMO-hankkeen raportista: Pikamenetelmät kasvin ravinnetilan kuvaajana.

Kasvilajeista esimerkiksi pelto-ohdake, valvatti ja matara kertovat maan tiivistymisestä. Jos näiden lisäksi havaitaan myös leinikkiä, on syytä epäillä maan vettymistä. Liian alhaisesta kalsiumpitoisuudesta saattavat kertoa puolestaan matara-, voikukka- ja hierakkaesiintymät (3.

Rikkakasvien kasvua ja esiintymistä seuraamalla voidaan osittain saada vihjeitä maan kasvukunnosta ja maan ravinteikkuudesta tai sen puutteista.

Kuva 5. Esimerkiksi valvattiesiintymä pellolla voi kertoa ongelmista maan kasvukunnossa. Kuva: Eija Hagelberg.

Multavuuden lisääminen

Multavuus on yksi maan kasvukunnon tärkeimmistä tekijöistä. Sen nostaminen on haastavaa, sillä jo nykyisen tason säilyttämiseksi tarvitaan suuri määrä eloperäistä ainesta. Pellon muokkaus taas hävittää arvokasta pintamaata sekä aiheuttaa hiilipäästöjä. Raskailla koneilla ja liian kovilla rengaspaineilla märälle tai kostealle pellolle ajaminen aiheuttaa tiivistymiä. Niiden korjaaminen on työlästä ja vaatii suunnitelmallisuutta.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Multavuuden lisäämiseen voi vaikuttaa:

- Eloperäisen aineen lisäyksellä: monipuolistamalla viljelykiertoa, kasvivalikoimaa sekä kerääjä- ja aluskasveja.
- Lisäämällä viljelykiertoon syväjuurisia nurmikasveja tai syvä- ja runsasjuuristoisia erikoiskasveja.
- Levittämällä karjanlantaa, kuituja ja teollisuuden muita jakeita. Näitä käytettäessä tulee huomioida niiden sisältämät ravinteet.
- Muokkaamalla vain todennettuun tarpeeseen riittävästi ja optimiaikaan.
- Talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisäämisellä ja riittävän tiheällä kasvustolla.

Tehtävä 5.3

Multavuuden nostaminen

Kivennäismailla lohkon multavuudesta voidaan laskea eloperäisen aineksen (OM) määrä (t OM/ha) kertomalla multavuus maa-aineksen massalla hehtaaria kohti (2000 t/ha). Eloperäisen aineksen määrä voidaan muuttaa hiilivarastoksi käyttämällä kerrointa 0,58. Esimerkiksi, kun lohkon multavuus on 9 prosenttia, on eloperäisen aineksen määrä: 0,09 x 2000 t/ha = 180 t OM/ha.

Hiilivaraston koko: 180 t OM/ha x 0,58 = 104 t C/ha

Hiilivarasto pienenee vuosittain, kun eloperäinen aines hajoaa. Jos hajoamisen seurauksena hiilivarasto pienenee yhden prosentin vuosittain, esimerkkilohkolta vuodessa poistuvan hiilen määrä on 104 t C/ha x 0,01 = 1,04 t C/ha/vuosi.

Multavuuden ylläpitämiseksi peltoon on lisättävä sama määrä hiiltä kuin sieltä poistuu. Kasvintähteissä on 40 prosenttia hiiltä, josta 80 prosenttia hajoaa hiilidioksidiksi ja 20 prosenttia jää peltoon kerryttämään hiilivarastoa. Riittävä määrä kasvintähteitä ylläpitämään esimerkkilohkon multavuutta saadaan laskemalla:

1,04 t C/ha/vuosi / 0,4 = 2,61 t kasvintähteitä/ha/vuosi
2,61 t C/ha/vuosi / 0,2 = 13,05 t kasvintähteitä/ha/vuosi

Eli kun halutaan ylläpitää esimerkkilohkon multavuus 9 prosentissa, lohkolle on lisättävä vuosittain 13,05 tonnia kasvintähteitä hehtaaria kohti.

Jos lohkon multavuutta halutaan nostaa esimerkiksi 0,4 prosenttiyksikköä, kasvintähteitä on lisättävä (1 + 0,4) x 13,05 t kasvintähteitä/ha/vuosi = 18,27 t kasvintähteitä/ha/vuosi.

Laske esimerkin perusteella, paljonko kasvintähteitä tarvittaisiin, mikäli esimerkkilohkon multavuutta haluttaisiin nostaa yhdellä prosenttiyksiköllä.

Vaihtoehdot: 6,6 t, 19,3 t2, 6,1 t, 42,7 t

Mistä tarvittava määrä kasvintähteitä sitten saadaan? Viljoilla kasvintähteet muodostuvat juuristosta ja oljesta, joista muodostuva hiilisyöte maahan on karkeasti arvioiden 1,7 x satotaso. Kerääjäkasveilla maahan saadaan kasvintähteitä noin 2 x kerääjäkasvin kuivasadon verran. Hyvällä kerääjäkasvilla se on jopa 4 t kasvintähteitä/ha/vuosi. Nurmista maahan kertyvä kasvintähteiden määrä on keskimäärin 2 x vuoden suurin niittosato. Viherlannoitusnurmilla määrään lisätään myös maahan niitetty nurmimassa.

Kuva 6. Lapio on yhä edelleen pellostaan huolehtivan maanviljelijän tärkeä havaintoväline. Kuva: Sanna Söderlund.

Maan kasvukunnon hoitomenetelmät

Pellon kuivatus

Kuivatuksen toimivuus on pellon kasvukunnon perusta. Piiriojat ja valtaojat on pidettävä avoimina ja niiden virtausta on seurattava.

Salaojien kunnosta on huolehdittava:

- Ovatko laskuaukot avoimet?
- Toimivatko kokoojakaivot?
- Onko kuivavara riittävä?
- Onko virtaama riittävä, eli 1 litra/sekunti/hehtaari?
- Onko pientareilla puita liian lähellä salaojia? Puut tulisi poistaa tai niiden juuristoa häiritä n. 15m säteellä salaojista.
- Muista tarkistaa pohjaveden korkeus lohkolla ja tutki lapiokuopasta pellon kuivavaraa.
- Tarvittaessa tehosta kuivatusta, ota yhteys salaojasuunnittelijaan.

Tutustu ojaston kunnon havainnointiin tarkemmin.

Kuivatuksen kannalta on tärkeää kiinnittää huomiota myös pellon pinnanmuotoiluun ja painaumiin. Voitaisiinko vesitaloutta parantaa esimerkiksi tasaamalla pinnanmuotoja?

Tiivistymisriskin hallinta

Tiivistymisten ehkäiseminen on pellon kasvukunnon parantamisessa heti kuivatuksen jälkeen tärkein asia.

Voit vähentää tiivistymisriskiä kiinnittämällä huomiota seuraaviin asioihin:

1. Peltotöiden oikeaan ajoitukseen
2. Koneiden painoon, rengasvalintoihin, rengaspaineisiin ja riittävään rengastukseen
3. Traktorityökoneyhdistelmän tasapainoon
4. Traktorin keulapainoihin, tarvitaanko niitä?
5. Hinattaviin työkoneisiin
6. Peltoliikenteen suunnitteluun, olisiko useammasta liittymästä hyötyä?
7. Lohkojen yhdistämiseen isommiksi ja lohkojen muotoiluun
8. Nurmikaistoihin pelloilla, liikenteen siirtäminen kasvipeitteisille alueille
9. Kylvö- ja muokkaussuuntaan sekä käännöksiin päisteissä, sillä jarrun käyttö hiertää maata ja tiivistää.
10. Harkittuun oikea-aikaiseen, vähäiseen, mutta tarpeenmukaiseen muokkaukseen; muokkaus kuohkeuttaa maata sopivissa kosteusoloissa hyvin ja multaa kasvijätteitä.
11. Kevätmuokkaustekniikoiden kehittäminen talviaikaisen kasvipeitteisyyden käsittelyyn
12. Lohkokohtaiseen toimenpiteiden harkintaan
13. Oikein ajoitettuun biologis-mekaaniseen syväkuohkeutukseen, jossa jankkurointi yhdistetään syväjuurisiin kasveihin.

14. Biologiseen muokkaukseen lisäämällä aluskasveja ja nurmia tai muita syväjuurisia kasveja kiertoon tuotantokasveiksi.
15. Maa-ainesten lisäämiseen, eloperäistä maata, savesta tai karkeita maa-aineksia

Lue tiivistymisestä lisää kurssin kohdasta Tiivistymisen ehkäisy.

Hyvä laskuri rengaspaineiden laskemiseen ja pintapaineen selvittämiseen on esimerkiksi Terranimo-työkalu.

Viljavuusanalyysi

Viljavuustutkimuksen tavoitteena on parantaa maan kasvukuntoa ja nostaa satotasoja. Viljavuusanalyysin tulosten huolellinen ja laaja hyödyntäminen on järkevää. Se kannattaa tehdä huolellisesti, ottaa kattavat näytteet ja hyödyntää tuloksia maan ravinnetilan mahdollisimman laajaan tutkimiseen ja analysointiin.

Maanäytteet kannattaa ottaa aina samaan aikaan vuodesta mieluiten syksyllä, ennen kuin edellinen tutkimus vanhenee. Näin jää aikaa suunnittelulle ja tuotantopanosten hankinnalle.

Maanäytteiden otto tulee suunnitella peltojen koon ja laadun mukaan. Suurilla lohkoilla tarvitaan enemmän kuin yksi näyte lohkoa kohden. Ympäristökorvauksen minimi on 1 näyte/5 ha, mutta näytteiden määrä ja sijoittelu kannattaa suunnitella tarkkaan lohkon ominaisuuksien perusteella. Näytteiden kohdistus esimerkiksi satokartan, maalajin, multavuuden ja pellon pinnanmuotojen mukaan mahdollistaa kohdennetut toimenpiteet.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 7. Huolellinen näytteenotto kannattaa. Ota riittävästi osanäytteitä ja teetä kattava tutkimus. Kuva: Eliisa Malin

Hivenravinteet ja hehkutushäviö kannattaa ottaa jokaiselta viljellyltä lohkolta perustutkimuksen lisäksi. Muokkauskerroksesta mitattava varastoravinnemääritys tulisi viljelijän uran aikana ottaa pariin kertaan. Pohjamaasta kannattaa ottaa oma näyte ja määritys, erityisesti jos siinä on eri maalaji kuin ruokamultakerroksessa. Lisäksi tulisi selvittää maan biologinen aktiivisuus sekä teettää tarkka maalajin analyysi.

Viljavuusnäytetulosten analysointi

- Pääravinteet N, P, K
- Sivuravinteet Ca, Mg, S
- Hivenravinteet Mn, B, Cu, Zn, Na, Fe, Cl, Mo

Viljavuustutkimuksessa tulisi selvittää maan kationinvaihtokapasiteetti (KVK), pH, multavuus mittaamalla hehkutushäviö, maalajiluokituksen tarkastus ja ravinteisuus (viljavuusluokat ja

ravinnesuhteet). Kasvustoista kerättävien kasvi- ja rehuanalyysien tuloksia kannattaa vertailla lohkokohtaisiin maanäytteiden tuloksiin.

Jos tutkimustulosten tulkinta tuntuu vaikealta, kannattaa tehdä yhteistyötä asiantuntijan kanssa niiden tulkinnassa ja hyödyntämisestä. Näin saadaan paras hyöty arvokkaasta tutkimuksesta ja löydetään maan kemiallisen viljavuuden tärkeimmät kehittämiskohteet.

Tehtävä 5.4

Tarkastele kurssille valitsemiltasi kolmelta lohkolta, ovatko kalsium-, magnesium- ja kaliumtasot ja viljavuusluokat riittävät ja ravinnesuhteet oikealla tasolla? Hyödynnä tehtävässä viljavuustutkimuksen tulkintaohjetta.

Varastoravinteet

Jos varastoravinteet ovat riittävällä tasolla, pystyvät syväjuuriset kasvit hyödyntämään niitä ja vapauttavat ravinteita myös muiden kasvien käyttöön. Varastoravinteet vähentävät tarvetta Ca, K, Mg ja P lannoitukseen ja kalkitukseen. Varastoravinteita ja vaihtuvien ravinteita voidaan lisätä sopivilla kalkitus- ja maanparannusaineilla sekä lannoitteilla. Varastoravinteiden saatavuutta parantaa mm. maan hyvä rakenne, pH:n nosto, muokkaus, vaihteleva viljelykierto ja aluskasvit.

Sivu- ja hivenravinteet

Maan pH:n tarkasteluun on monta syytä, joista yksi on sen vaikutus kasvien hivenravinteiden ottoon. Liian korkea pH taas haittaa esimerkiksi mangaanin ja boorin ottoa. Hivenravinteet vaikuttavat kasvien talvehtimiseen, taudin kestävyyteen, sadon laatuun ja määrään.

Sivu- ja hivenravinnepuutteiden korjaustoimenpiteet:

- Tehdään laajan kasvianalyysin ja lohkokohtaisen maa-analyysin pohjalta.
- Ensisijaisesti sivu- ja hivenravinnetasot kuntoon maahan lisättävillä sivu- ja hivenravinteilla.
- Hivenlehtilannoitteiden käyttötarve lisääntyy, kun kasvi ei saa maasta tarvitsemiaan ravinteita.
- Kehittämistoimenpiteitä on tärkeää seuranta kasvuston tarkkailulla ja tarkistusmittauksilla.
- Korjaustoimenpiteiden seuranta uusilla viljavuusnäytteillä.

Biologisen viljavuuden parantaminen

Jotta maan biologista viljavuutta voidaan lähteä kehittämään, täytyy ensin määrittää sen lähtötilanne. Maan fysikaalisten olosuhteiden tulee olla kunnossa, jotta voidaan kunnolla keskittyä maan biologian parantamiseen.

Biologista viljavuutta voi havainnoida kasvuston kuntoa ja juuristoa tarkkailemalla. Samalla arvioidaan kuivatusjärjestelmien kuntoa ja selvitetään lohkon viljelyhistoria.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Maan biologista viljavuutta parantavia toimenpiteitä ovat:

- Mahdollisimman monipuolinen kasvivalikoima lohkoilla tilan tuotantosuunnan mukaan
- Seosviljelyn lisääminen
- Biologisen typensidonnan maksimointi
- Monipuolisen ja runsasjuurisen aluskasviseoksen kylväminen
- Syyskasvien ja syväjuuristen kasvien lisääminen viljelykiertoon
- Välikasveja tukemaan vihreitä viikkoja
- Vihreitä viikkoja lisää eli syysmuokkauksen minimointi, kerääjäkasvien hyödyntäminen
- Yhteistyö tuotantosuuntien kesken, lohkojen vaihto
- Kasvinsuojeluaineiden tarkoituksenmukainen käyttö
- Eloperäisen materiaalin lisäys
    - Lanta
    - Lannan käsittely mikrobituotteilla
    - Teollisuuden eloperäiset sivutuotteet
    - Vihermassan siirto ja turpeen lisäys (Erikoiskasvit)
    - Pieneliöiden, bakteerien ja mikrobien erillinen lisäys
    - Lierosiirteet
    - Käytteet, keitteet ja teet
    - Mikrobilisät ja biostimulantit

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 8. Lierotesti on hyödyllinen apuväline, sillä lierot ovat hyviä maan kasvukunnon ilmentäjiä eli indikaattoreita. Lierotestiä kannattaa toistaa vuosittain ja seurata lieromäärien kehitystä pellon kunnostustöiden edetessä. Kuva: Sanna Söderlund

Työkalut maan kasvukunnon selvittämisen avuksi:

Lierotesti: Yksi tapa havainnoida lierojen määrää pellolla on kaivaa nopeasti 20 cm x 20cm x 20cm lapiokuoppa, ja laskea siinä olevat lierot. Nopeus on tärkeää, jotteivat kastelierot ehtisi karata käytäviään pitkin pohjamaahan. Kuoppia on hyvä tehdä muutama per lohko, jotta saa paremman käsityksen koko lohkon tilanteesta. Kuopat kannattaa kaivaa, kun peltomaa on kosteaa ja lierot ovat aktiivisina lähellä maan pintaa. Kuivaan aikaan lierot voivat kaivautua syvälle maahan ja mennä lepotilaan. Keskiarvo suomalaisilla pelloilla on 111 lieroa neliömetrillä, eli noin neljä lieroa lapiollisessa (20 cm x 20 cm x 20 cm maapaakku) (4.

Maan kasvukunnon johtaminen: Tutustu muistikorttiin Kokonaisvaltainen lähestymistapa maan kasvukuntoon.

Mara-kortti: Mara-korttia käytetään maan rakenteen lähtötilanteen selvittämiseen ja kehittämistoimien seuraamiseen. Lataa Mara-kortti.

Kartta-aineistot: Esimerkiksi Google Earth, Sentinell Playground, Peltolohkot.fi, salaojakartat ja ilmakuvat, erilaiset satokartat ja maksulliset maatalousohjelmistot.

Viljavuusanalyysit:

Ohjeita viljavuusnäytteiden ottamiseen
Viljavuustutkimuksen tulkinta
MAANEUVO-muistikortti: Viljavuustutkimuksen hyöydyntäminen maan kasvukunnon hoidossa
Ravinnepuutteita voidaan selvittää pikamittarilla

KVK-laskuri: Hyödynnä viljavuusnäytteiden tulosten tulkintaan ja johtopäätelmien tekoon, sekä ravinnetasojen ja -suhteiden korjaukseen ja tasapainottamiseen KVK-laskuria. Kationinvaihtokapasiteetti (KVK) kertoo maan ravinteiden pidätyskyvystä, määrästä ja suhteesta maahiukkasen pinnoilla.

Kuoppalevytesti murukestävyyden määrittämiseksi: Tutustu kuoppalevytestin työohjeeseen.

Imeytymisnopeusmittarit: Esimerkiksi otetaan pohjaton kattila. Painetaan pohjaton kattila maahan. Kattilaan laitetaan 100 mm vettä ja mitataan, kuinka kauan veden imeytyminen maahan kestää (5.

Kasvuston havainnointi: Katso Tuomas Mattilan video.

Tehtävä 5.5.

Mikäli sinulla on Microsoft Excel-ohjelma,

Tutustu hiilikartoituslomakkeeseen ja täytä se oman tilasi, oppilaitoksesi tai tutun maatalousyrittäjän tilan näkökulmasta. Pohdi saamaasi tulosta alla olevan tulkintaohjeen mukaan. Kirjoita tuloksesi lyhyesti ranskalaisilla viivoilla.

Katso tästä hiilikartoituslomakkeen tulosgraafien tulkintaohje (PDF).

Mikäli sinulla ei ole Microsoft Excel-ohjelmaa,

Arvioi pellon kasvukunnon tilaa kurssilohkoillasi seuraavan listan avulla. Anna jokaiselle väittämälle kouluarvosana 4–10 väliltä. Laske lopuksi antamiesi numeroiden keskiarvo ja kirjoita se vastauslaatikkoon. Pohdi lopuksi, oletko tyytyväinen kokonaisuuteen, ja onko eri väittämien välillä merkittävää eroa arvosanassa. Mistä se johtuu?

1. Pellon vesitalous on kunnossa ja sitä huolletaan: Ojitus toimii ja vesi poistuu pellolta nopeasti (yli 3/4 kunnossa)
2. Tilalla on varauduttu kuiviin kausiin esim. valumavesien talteenoton tai säätösalaojien avulla
3. Peltomaan orgaanisen aineksen määrää seurataan ja ylläpidetään (orgaaniset maanparannusaineet, lanta)
4. Maan viljavuutta ja pH:ta seurataan lohkoilla maalajeittain ja toimenpiteisiin ryhdytään tarpeen mukaan

5. Maan rakennetta, pieneliöstön aktiivisuutta ja lierojen määrää seurataan lapiotestillä, muokkauksen yhteydessä tms.
6. Peltoliikenteen määrää, painoa ja rengaspaineita mietitään ja vältetään maan tiivistymistä
7. Tilalla käytetään viherlannoitusta tai viherkesantoja

Vastaa laatikkoon, minkä keskiarvon sait ja kerro, oletko tyytyväinen saamaasi tulokseen. (Essee max 500 merkkiä)

II. Tasapainoinen kasvinravitsemus

Kasvien kasvua ja satoa lisätään lannoituksella, mutta mitä se tekee hiilensidonnalle? Tasapainoinen, tarpeen mukainen lannoitus on hyödyksi, mutta liiallinen typen ja fosforin käyttö voi vähentää hiilen sitoutumista ja kuluttaa maaperän hiilivarastoja kiihtyvän mikrobitoiminnan myötä.

Kasvin tarpeet

Kasvit käyttävät kasvuunsa ainakin 21 eri ravinnetta (6. Ravinteilla on erilaisia tehtäviä kasvissa ja useimmat ravinteista ovat korvaamattomia; jos ravinnetta ei ole saatavilla kasvin kasvu tyrehtyy. Eri ravinteiden puutteet aiheuttavat kasvissa tyypillisiä puutosoireita (Taulukko 1). Puutosoireet tulevat kuitenkin näkyviin vasta, kun puutos on vakava. Kasvin terveyden ja tuottokyvyn kannalta ravinnetila tulisi pitää sellaisena, että puutosoireita ei tule näkyviin.

Parhaiten kasvin ravinnetilan saa selville kasvianalyysillä, jossa näkyvät puutosten lisäksi myös ylimäärät.

Ravinteilla on myös keskinäisiä vuorovaikutuksia. Esimerkiksi kationiset ravinteet (NH_4-N, Ca, Mg, K) kilpailevat keskenään, samoin anioniset (NO_3, P, S) (7. Ravinnepuutos voi olla seurausta myös jonkin muun ravinteen ylimäärästä, mikä häiritsee kasvin ravinteiden ottoa. Tutuin esimerkki tästä on liiallisen kaliumlannoituksen aiheuttama magnesiumin puute, joka näkyy kotieläimillä ”laidunhalvauksena”: laitumelle kertyvä liiallinen kalium vähentää kasvin magnesiumpitoisuuksia tasolle, joka on eläimille haitallinen. Esimerkiksi runsas voikukkakasvusto voi lisätä kaliumin määrää rehussa liikaa.

Taulukko 1. Eri ravinteiden tehtävä kasvissa, tyypilliset puutosoireet ja vaikutus maaperän hiilen sitoutumiseen. Liikkuvilla ravinteilla (N, P, K, Mg, Mo) oireet näkyvät vanhoissa lehdissä kasvin siirtäessä ravinteita niistä uusiin ja ne ovat merkitty erikseen. Muilla ravinteilla puutosoireet näkyvät koko kasvissa tai uusissa lehdissä. (7

Ravinne ja sen tyypillinen pitoisuus kasvissa	**Merkitys kasvissa**	**Puutosoire**	**Vaikutus hiilen sitoutumiseen**
N 1–6 %	Aminohappojen ja nukleiinihappojen rakenneosa.	**Vanhojen lehtien** kellastuminen	Liika typpi vähentää maaperän hiilivarastoa, typpeä sitoutuu pysyvään orgaaniseen aineeseen.
P 0,2–0,5 %	Energia-aineenvaihdunta, nukleiinihapot, solukalvojen osa.	**Vanhojen lehtien** punertuminen	Vähentää juurieritteitä mikrobeille, puute heikentää juurten kasvua.
K 2–4 %	Veden säätely, ravinteiden siirto, sokerien varastointi, selluloosan muodostuminen.	**Vanhojen lehtien** reunojen kellertyminen ja kuoleminen	
S 0,15–0,5 %	Aminohappojen rakenneosa, pelkistysreaktiot, kasvin puolustusreaktiot, siementen tuotanto	Kellastuminen	Sitoutuu pysyvään orgaaniseen aineeseen.
Ca 0,5–1,5 %	Soluseinien vahvistaminen, solujen pituuskasvu, siitepöly.	Kärkisilmujen ja juurten kärkien kasvuhäiriöt (aaltoilu, kiertyminen)	Osa savimailla savi-humuskompleksin muodostusta. Kalkitus lisää mikrobiaktiivisuutta.
Mg 0,15–0,4 %	Lehtivihreä, energia-aineenvaihdunta, entsyymien osa	**Vanhojen lehtien** lehtisuonet näkyviin	
B 1–6 mg/kg yksisirkkaiset 20–70 mg/kg kaksisirkkaiset	Kasvusolukon toiminta, pölytys, ligniinin muodostus, soluseinät, viestintä	Kärkisilmujen ja juurten kasvuhäiriöt, kukinnan epäonnistuminen, eri kasveilla eri oireita.	Lisää mikrobiaktivisuutta.
Mn 10–50 mg/kg	Entsyymien osa, hapetus-pelkistysreaktiot, pölytys	Vaaleat pisteet ja laikut lehtisuonien välillä, heikko kasvu	
Zn 15–50 mg/kg	Vesitilan säätely, entsyymien osa, tärkkelysaineenvaihdunta	Vaaleanruskeat laikut, joissa ruskeat reunat. Pienet lehdet, lyhyt solmuväli.	
Cu 2–20 mg/kg	Energia-aineenvaihdunnan entsyymit	Lehden kärki kuolee, lehden kiertymä.	
Mo 0,01–5 mg/kg	Nitraatin pelkistys, typensidonta	Laikuttainen keltaisuus **vanhoissa lehdissä**, muistuttaa typen puutosta	
Fe 50–70 mg/kg	Osa entsyymejä, hapetus-pelkistysreaktiot	Lehtisuonet näkyvissä nuorissa lehdissä, lopulta kellastuu kokonaan.	

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tehtävä 5.6

Valitse seuraavista, minkä ravinteen puute aiheuttaa mainitun oireen

Vanhojen lehtien lehtisuonet näkyviin

Vaihtoehdot: N, S, Cu, B, Mg

Lehden kärki kuolee

Vaihtoehdot: Zn, B, Cu, Mo, Fe

Kukinnan epäonnistuminen

Vaihtoehdot: N, B, K, Mg, P

Heikko kasvu

Vaihtoehdot: P, K, Mn, Mg, Zn

Tehtävä 5.7

Yhdistä ravinne tai ravinteet ja niiden merkitys kasvissa

Kasvin puolustusreaktiot

Vaihtoehdot: Zn, S, Mg, Ca, Cu

Lehtivihreä

Vaihtoehdot: Mg, N, Mo, Fe, P

Pölytys

Vaihtoehdot: Ca, Mo, Mn, B, Cu

Ravinteiden siirto

Vaihtoehdot: N, P, K, Zn, Fe

Lannoituksen taloudellisuus

Lannoitus on myös taloudellinen tekijä. Lannoituksella pyritään parantamaan sadon laatua ja määrää siten, että saatu tuotto on korkeampi kuin lannoituksen kustannus. Tämän vuoksi satovastekäyrä ja laskevan rajatuoton laki ovat hyödyllisiä ajattelun apuvälineitä (Kuva 10).

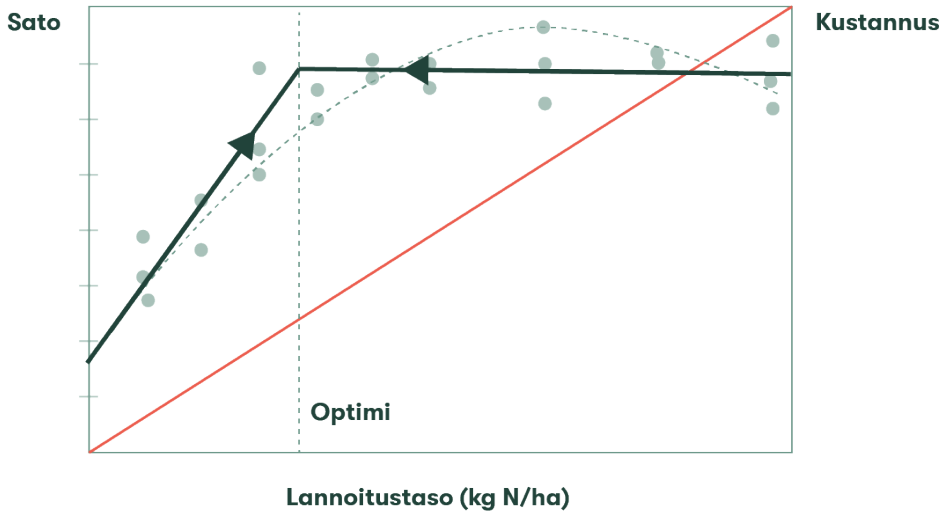
Alhaisilla lannoitustasoilla lannoituksella saadaan suuri satovaste, joka on yleensä korkeampi kuin lannoituksen lisäkustannus. Kun lannoitustasoa lisätään, samalla lannoituksen lisäysmäärällä saadaan pienempi sadonlisäys. Lopulta sadonlisä ei enää kata lisälannoituksen kustannusta ja lannoituksen lisäys muuttuu taloudellisesti järjettömäksi. Tämän pisteen jälkeen lisälannoitus lisää satoa, mutta pienentää viljelyn kokonaiskannattavuutta. (8

Kuva 9. Laatutavoitteet kannattaa pitää mielessä lannoitusta optimoidessa, mutta myös peltoliikennettä suunniteltaessa. Peltoekosysteemiä ja kasvustoa kannattaa häiritä niin vähän kuin mahdollista. Kuva: Sanna Söderlund

Satovastekäyrät ovat ongelmallisia lannoitussuunnittelussa kahdesta syystä. Ensinnäkin samaan aineistoon voidaan sovittaa useita käyriä. Kuvassa 10 kaarevalla käyrällä optimilannoitustaso on paljon korkeammalla tasolla kuin kahden suoran muodostamalla käyrällä. Toiseksi kasvi saa ravinteita myös maaperästä, joten pellosta ja pellon sisäisestä vaihtelusta riippuen lähtötilanne on jo jossain kohdin käyrää. On peltoja, joissa pienikään lisälannoitus ei ole kannattavaa ja peltoja, joissa lähes kaikki kasvin saama typpi on tuotava lannoituksella peltoon. Yleistyvä täsmäviljely ja kasvin tarpeenmukainen lisälannoitus ovat hyviä kehityssuuntia, joilla voidaan pyrkiä taloudellisesti optimaaliseen lannoitukseen eri pellon osilla.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Satovastekäyrä



Kuva 10. Satovastekäyrä on hyödyllinen ajattelun apuväline. Sato kasvaa tiettyyn pisteeseen saakka lannoitusta lisättäessä, sen jälkeen kasvu hidastuu tai pysähtyy. Taloudellisin lannoitustaso on se, jossa etäisyys kahden käyrän välillä on suurin (ts. piste, jonka jälkeen lisälannoituksella ei saada katettua lisäsatoa). Kuva on piirretty lähteen 9 perusteella. Vihreät viivat ovat kahdella eri tavalla lasketut satovastekäyrät ja oranssi viiva on lannoituksen kustannus.

Onko typestä hyötyä vai haittaa hiilensidonnalle?

Typpilannoitteiden käytön alkuaikoina ajateltiin typpilannoituksen lisäävän maan multavuutta siksi, että lannoitettu kasvusto tuottaa myös enemmän kasvintähteitä. Pitkäaikaiskokeissa kuitenkin huomattiin, että lannoitus myös lisää maaperän hiilivaraston hajoamista, etenkin syvemmissä maakerroksissa. (10 Nettovaikutus riippuu siitä, kuinka paljon typpeä annetaan suhteessa kasvien ravinnetarpeeseen.

Ylimääräinen typpi huuhtoutuu syvemmälle maahan ja kiihdyttää hajotusta (10. Toisaalta hyvin kasvava kasvi tuottaa enemmän kasvintähteitä ja myös mikrobien kannalta parempilaatuisia kasvintähteitä, jotka muuntuvat tehokkaammin multavuudeksi. Tutkimusten perusteella suosituksena onkin lannoittaa tasapainoisesti (kaikki ravinteet), välttää typen ylilannoitusta (neutraali typpitase) sekä hyödyntää orgaanisia lannoitusaineita ja lantoja lannoituksessa (11.

Suomessa on typpitase (lannoitus – sadossa poistuva) tällä hetkellä saatu laskemaan 1990-luvun alun 80 kg/ha tasosta noin 60 kg/ha ylijäämäiseksi (12. Ylimääräinen typpi on ongelma maaperän hiilen sitoutumisen kannalta (10 ja toisaalta se on myös hukattua tuotantopanosta.

Typpilannoituksen tarkennus ja kasvukauden ulkopuolisen typen varastointi kerääjäkasveihin olisivat tärkeitä keinoja hiilitaseen parantamiseen.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tärkeitä ravinteita: rikki, kalsium ja boori

Lannoituksessa on perinteisesti keskitytty typpeen ja fosforiin. Hiilensidonnan kannalta yhtä tärkeitä ovat vähemmän huomioidut ravinteet, kuten rikki, kalsium ja boori.

Rikki (S) on osa maaperän multavuutta. Sen puute voi johtaa heikentyneeseen orgaanisen aineen muodostumiseen. Rikkiä huuhtoutuu vuosittain ja poistuu pelloilta etenkin valkuaiskasvien mukana. Rikkitasojen ylläpitämiseksi noin 20–40 kg S/ha/vuosi lannoitustaso on riittävä. Jos maaperän hiilivarastoa halutaan lisätä 1000 kg C/ha, tähän hiilivarastoon sitoutuu myös noin 14 kg S/ha (13.

Osittain tätä rikkivarastoa voi kerryttää estämällä rikin huuhtoutumista esimerkiksi kerääjäkasvien avulla, mutta ravinnetaseen kannalta multavuuden nosto vaatii ylijäämäisen rikkitaseen. Riittävä rikkilannoitus parantaa myös kasvien typenkäyttöä ja vähentää typpilannoituksen haittoja hiilen kerryttämiselle.

Kalsiumia (Ca) päätyy maaperään lähinnä kalkituksen kautta. Kalkituksella on saman tyyppisiä vaikutuksia maaperän hiileen kuin typpilannoituksella (14. Toisaalta kalkitus parantaa kasvien kasvua ja juuriston toimintaa. Toisaalta se myös kiihdyttää voimakkaasti mikrobiaktivisuutta ja multavuuden hajotusta.

Kalkituksen nettovaikutus riippuu siitä, kompensoiko kasvien lisääntynyt kasvu nopeampaa hajotustoimintaa. Tehtyjen tutkimuskatsausten perusteella kalkitus lisää hiilen kertymistä kivennäismailla, etenkin savipitoisilla mailla. Toisaalta runsasmultaisista ja eloperäisistä pelloista on niukemmin tutkimustuloksia. Suomalaisessa viljavuusanalyysissä pH-luokkien pohjana on pellon multavuus. Mitä korkeampi multavuus, sitä alhaisempi suositeltava pH. Tämä lähestymistapa on hyvä lähtökohta myös hiilen sitoutumiselle parempaa tutkimustietoa odotellessa.

Kasvit käyttävät booria (B) hyvin pieniä määriä, mutta boori on välttämätön kasvinravinne muun muassa juuriston kehitykselle, typensitojien nystyröinnille sekä joillekin maaperän sädesienille. Boori on osatekijänä myös bakteerien välisessä ryhmäviestinnässä. Boorilannoituksen on todettu lisäävän maaperän mikrobien määrää ja entsyymiaktiivisuutta noin 30–50 prosenttia. (15

Boorin puute on hyvin yleistä suomalaisilla peltomailla. Eurofins-viljavuuspalvelun tuloslaarin tilastojen perusteella boorin puutetta on 55 prosentilla arvioiduista näytteistä. Boori on kuitenkin määritetty vain noin kuudesta prosentista näytteitä, joten todellinen puute voi olla huomattavasti yleisempää. Boori on helposti huuhtoutuva ravinne, jonka pitoisuuksien ylläpitoon tarvitaan 1–2 kg/ha booria 3–6 vuoden välein huuhtoutumisnopeudesta ja maaperän boorinpidätyskyvystä riippuen.

Hiilen sitoutumisen vaikutus lannoitustarpeeseen

Maaperän eloperäisessä aineessa on hiilen (C) lisäksi typpeä (N), fosforia (P) ja rikkiä (S) melko yhdenmukaisissa suhteissa, suunnilleen suhteessa C:N:P:S 100:8:2:1.4 (13. Jos peltojen multavuus on laskenut tahdilla 200 kg C/ha/vuosi, on tämä vapauttanut kasveille noin 16 kiloa typpeä, 4 kiloa fosforia ja 3 kiloa rikkiä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Jos multavuuskehitys halutaan kääntää esimerkiksi noin 600 kg C/ha/vuosi sitoutumistahtiin, myös ravinteiden varastoitumissuunta vaihtuu. 600 kg C/ha vaatii myös noin 48 kg typpeä, 12 kg fosforia ja 8 kg rikkiä. Verrattuna aiempaan vastaa muutos suunnilleen sitä määrää ravinteita, mikä poistuu viljasadon mukana.

Pellon lannoittaminen pelkästään hiilensitoutumisen vuoksi ei ole taloudellisesti mielekästä. Toisaalta hiilen sitomiseksi ravinteet pitäisi saada kulkemaan kasvien ja mikrobien läpi. Järkevin ravinnelähde multavuuden nostoon ovat maaperän omat ravinnevarannot ja huuhtouman vähentäminen.

Syväjuuriset viljelykasvit ja kerääjäkasvit voivat muuntaa ravinteita seuraavan satokasvin käyttöön. Toisaalta niiden hajotus ruokkii maaperän mikrobistoa ja lisää multavuutta. Seuraavaksi kustannustehokkain tapa tuoda maaperään hiiltä ja ravinteita on hyödyntää paremmin karjanlantaa ja eloperäisiä maanparannusaineita.

Ideaalitilanteessa multavuuden nosto ei vaadi lannoitteiden lisäystä. Yksinkertaisimmillaan maahan tuotu niukkaravinteinen maanparannusaine sitoo maaperän liukoista typpeä ja pakottaa typensitojakasvit sitomaan enemmän typpeä. Jos maassa on varastofosforia ja syvemmällä maaperässä rikkiä, kasvit voivat kierrättää näitä ravinteita lisääntyvään multavuuteen.

Monella pellolla tämä ideaalitilanne ei kuitenkaan toteudu, vaan multavuuden nostotavoite vaatii myös ulkopuolisten ravinteiden tuonnin lisäämistä ja jo lisättyjen ravinteiden tehokkaampaa kanavointia multavuuden nousuun.

Huomioi nämä

- määritä hivenravinteet, lannoita tasapainoisesti, muista lannoituksessa rikki
- kalkitse kivennäismaat, etenkin savimaat
- jätä nollaruudut ja ylilannoitusruudut, arvioi maasta vapautuvan typen määrä
- varo ylimääräistä typpilannoitusta, hyödynnä jaettua lannoitusta ja täsmäviljelyä
- selvitä kasvin ravinnetila kasvianalyysillä
- estä ravinnehävikki ja muunna ylimääräiset ravinteet multavuudeksi esimerkiksi kerääjäkasveilla

Lue lisää tasapainoisesta kasvinravitsemuksesta tästä linkistä.

III. Vesitalouden parantaminen

Tässä kappaleessa pohditaan, kuinka viljelijä voi seurata ja optimoida peltojensa vesitaloutta. Tärkeimmät keinot vesitalouden parantamiseen ovat pellon vedenläpäisykyvyn, pinnanmuotojen ja ojituksen kohentaminen.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Peltomaan vesitalous

Peruskuivatus

Suomen viljelyksessä oleva peltopinta-ala on kertaalleen peruskuivatettu. Aikaisemmat työhuiput osuivat vuosille 1892–1939 (400 000 ha) sekä vuosille 1940-1966 (1,1 milj. ha).

Toimiva alueellinen uomaverkosto antaa mahdollisuuden tehokkaalle ja hyvälle paikalliskuivatukselle sekä maankäytölle. Ennusteiden mukaan tehokas maankuivatus tulee olemaan ilmastonmuutoksen edetessä tulevaisuudessakin tarpeellista. Peruskuivatuksen parantamiseen kohdentuvissa hankkeissa tulee huomioida ja selvittää vaihtoehtoja, joilla voidaan hyödyntää uomaston toimintaa laajemmin, sen sijaan, että keskitytään pelkästään ylimääräisen veden pois johtamiseen. Tämä tarkoittaa veden hallintaa ja sitä, miten vettä viivytetään ja varastoidaan. Näin luodaan laajempia mahdollisuuksia veden hyödyntämiselle myös kasvukauden aikana. Kuivatushankkeissa tulee huomioida myös ympäristön monimuotoisuus sekä kalatalouden mahdolliset tarpeet.

Jokainen uoma on yksilö, ja kaikki kunnostuksen toimet eivät sovellu kaikkialle. Kunnostuksiin liittyvien toimien yhteydessä tulee aina miettiä myös se, että normaalit uomien huolto- ja kunnossapitotoimet pystytään edelleen vaivattomasti hoitamaan.

Paikalliskuivatus

Paikalliskuivatus ja tässä tapauksessa salaojitus on monen peltoalueen kivijalka, jonka varaan on voinut rakentaa tuottavaa maataloutta ja varmistaa puhtaan suomalaisen ruoan tuotanto. Salaojitus tarvitsee silti rinnalleen maan oikeaa hoitoa sekä tähän liittyvää viljelykiertoa ja viljelytekniikkaa.

Salaojituksen hyötyjä ei tarvitse vakuutella, sillä usein ne perustuvat viljelijöiden osalta monivuotiseen kokemukseen sekä normaaliin toimintaympäristön ylläpitoon ja sen kehittämiseen. Jokainen toteutettu tai parannettava salaojitus on osaltaan myös ympäristöteko.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 11. Salaojituksen sekä toimivan maanrakenteen kautta pintavaluntaa voidaan vähentää ja siten hallita syntyviä eroosiohaittoja. Toisaalta savimailla myös salaojien kautta voi kulkeutua merkittäviä määriä kiintoainesta. Kuva: Sanna Söderlund.

Tärkeää on, että sijoitetut tuotantopanokset saadaan myös hallittua ja hyötykäytettyä mahdollisimman tehokkaasti. Peltoalueen maalajien ja sopivien korkeuserojen mukaan perussalaojitusta voidaan tehostaa tai varustaa esimerkiksi säätösalaojituksella.

Säätösalaojituksen myönteinen vaikutus esimerkiksi riviviljelyn yhteydessä on todettu kannattavaksi lisätoimeksi perussalaojituksen rinnalla. Käyttöön otettu säätösalaojitus voi kohdekohtaisesti antaa myös mahdollisuuden säätökastelulle ja valumavesien kierrätykselle.

Kunnollinen valtaojauomien ja salaojitettujen peltoalueiden vesien hallinta voi turvata kasvukauden aikaisia kasvuolosuhteita esimerkiksi pitkien kuivien jaksojen aikana. Veden viipymän ja tähän liittyvän hallinnan lisäksi voidaan vaikuttaa myös maan pohjamaan kosteuteen. Painuvilla maalajeilla voidaan vähentää painumista, jonka kautta saavutetaan pitempikestoisia hyötyjä peltomaahan sidotuille pääomille.

Veden hallitun viipymän kautta voidaan vähentää eroosiohaittoja.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Peltokuivatuksen ongelmat ja niiden parantamiseen liittyvät toimet

Peltosalaojituksen huippuvuodet osuivat 1950–1970-lukujen taitteisiin. Maatalouden harjoittaminen on muuttunut tuosta ajasta sekä koneiden että käytettävien koneketjujen osalta. Tämän vuoksi silloin tehdyt salaojitukset eivät täysin vastaa tämän päivän maataloustuotannon tarpeita.

Pelloilta vaaditaan kaiken aikaa enemmän sopeutumista tuotannon muuttuviin olosuhteisiin ja myös toimintaan liittyviin aikatauluihin. Kuivatusongelmien poistamiseksi pitää aina ensin selvittää, mistä ongelma johtuu.

Normaaleihin salaojien huolto- ja kunnossapitotoimiin kuuluvat laskuaukot, kaivorakenteet sekä niiden ympärystäyttöön liittyvien materiaalien toimintakyky, mutta myös piiriojien kunto. Edellä mainitut asiat kuuluvat perustekemiseen ja niitä voisi verrata siihen, että traktoriin vaihdetaan moottoriöljyt huoltosuosituksen mukaisesti.

Ajan mittaan kerrostuva ruoste aiheuttaa sakan kertymistä salaojaputkiin. Yleensä ojastot suunnitellaan vedenalaisiksi sekä varustetaan erillisillä huuhtelurakenteilla. Näiden rakenteiden lisäksi tarvitaan lisäksi yleensä erillisiä huuhtelutoimia kertyneen ruostesakan poistamiseksi.

Eloperäisillä mailla yleisimmät kuivatukseen liittyvät ongelmat aiheutuvat pääasiassa kuluvista sekä painuvista peltomaista ja pellon tiivistymisestä. Pellon pinnan painuminen aiheuttaa sen, että jossain vaiheessa rakennetut salaojat tulevat niin sanotusti pintaan, jolloin niiden kuivatusteho loppuu. Pääsääntöisesti näiden peltojen kohdalla ei voida asian korjaamiseksi tehdä muuta kuin ojittaa ne uudelleen.

Maan tiivistymisestä johtuvaa kuivatustehon heikentymistä voidaan korjata täydennysojituksen avulla tiettyyn rajaan saakka. Jos tiivistyminen on voimakasta ja on muodostunut esimerkiksi syväjankko 50–70 sentin syvyyteen, on syytä harkita alueen uusintaojitusta.

Pienillä pistemäisillä kosteilla alueilla tai painannekohdissa voivat uudet sorasilmät tai hieman pidemmät sorasaarrot olla avuksi.

Kuivatuksen parantamisen ensiaputoimena voidaan käyttää esimerkiksi myyräojitusta, jolla saadaan hetkellistä apua pintavesien johtamisessa salaojarakenteisiin.

Salaojituksen tavoitteet

Salaojitus on pitkäikäinen investointi, jonka elinkaari ulottuu vähintään yhdeltä sukupolvelta toiselle. Ojituksen onnistumiseen vaikuttavat keskeisimmin:

1. salaojitussuunnitelma, jossa huomioidaan tilan tuotantosuunta sekä mahdolliset jatkotarpeet
2. kuivatusmateriaalit (putket, kaivot, liitokset) sekä laadukas salaojasora
3. salaojittajien ammattitaito
4. salaojien huolto ja kunnossapito sekä ammattitaitoinen viljelytoiminta

Salaojituksen perustavoite on tiedossa, mutta ojitusta voi ajatella myös keinona ylläpitää ja parantaa pääoman arvoa, joka tässä tapauksessa on peltomaa. Maahan sidottu pääoma voi hyvin ja se kasvaa korkoa, kun siitä pidetään huolta.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Lyhyt muistilista salaojituksen ylläpitoon

1. Varmista, että salaojakartat ovat tallessa
2. Merkitse laskuaukkojen paikat esimerkiksi oranssilla aurauskepillä
3. Tarkista laskuaukkojen toiminta esimerkiksi toukotöiden yhteydessä
4. Jos kuivatuksessa on ongelmia, hoida asia heti kuntoon, sillä usein ongelma laajenee
5. Ole kiinnostunut kuivatusrakenteista, vaikka ongelmia ei olisikaan
6. Ennakoi tulevaa ja varaudu myös syntyviin kustannuksiin

Lue lisää salaojituksesta Salaojayhdistyksen opetusmateriaaleista.

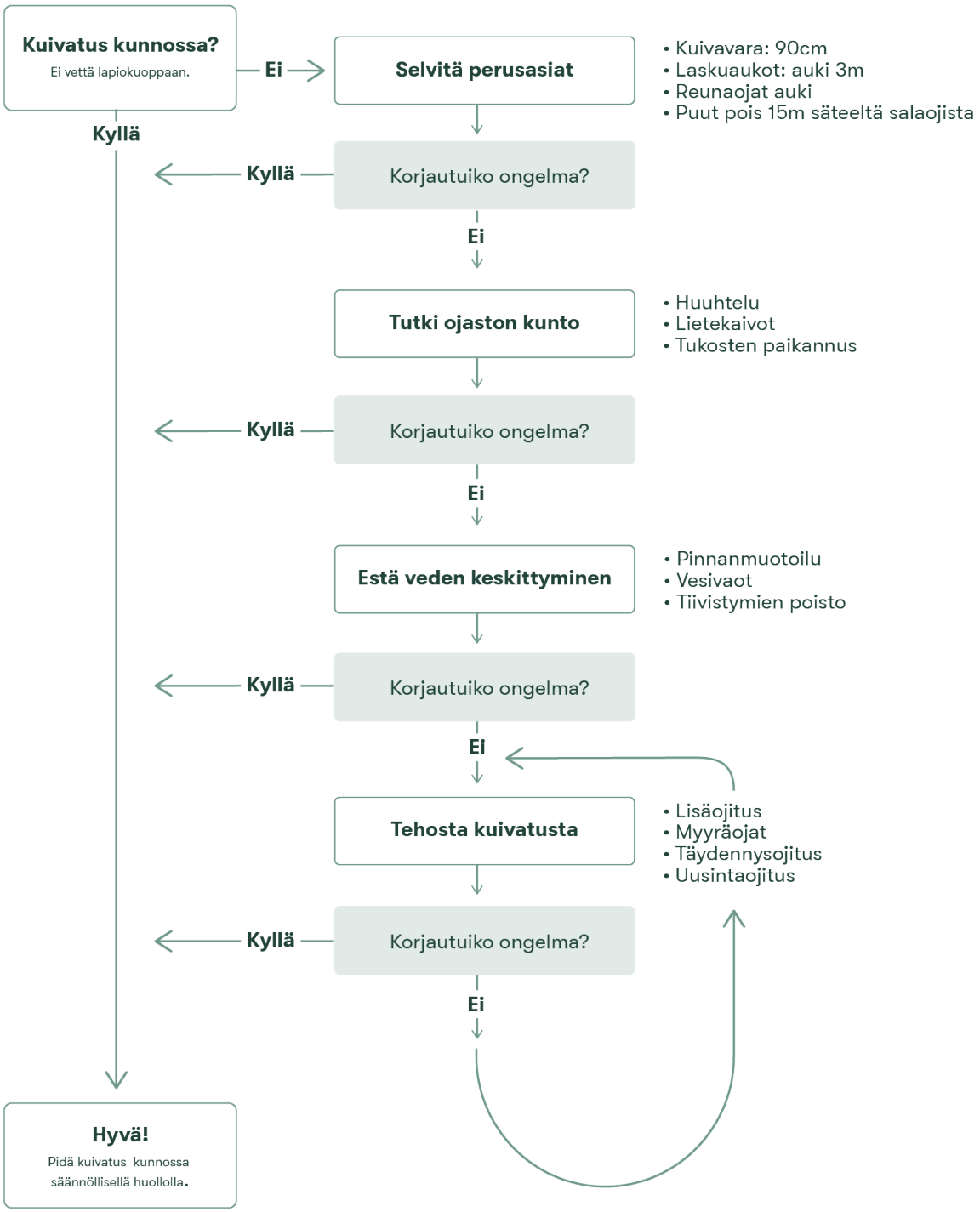
Salaojien toimintahäiriöt ovat yleisiä

Suurin osa suomalaisista pelloista on salaojitettu, mutta ojituksen toimintahäiriöt ovat hyvin yleisiä. OSMO-hankkeen (Osaamista maan kasvukunnon hoitoon) tutkimista koelohkoista 40 prosentilla todettiin salaojituksen toimintahäiriö.

Kuivatusongelmia on hyvä kartoittaa ongelmanratkaisukaavion (kuva 12) avulla. Siinä siirrytään helposti tarkistettavista ja korjattavista asioista vaikeampiin.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuivatusjärjestelmän ongelmanratkontakaavio



Kuva 12. Kuivatusjärjestelmän ongelmanratkontakaavio

Tarkista ensin perusasiat: pääseekö vesi pellolta pois ja tuleeko sinne jostain ylimääräistä vettä? Onko laskuojan vedenpinnan ja pellon alimpien paikkojen välillä noin 90 senttiä kuivavaraa, eli onko pelto ylipäätään kuivatettavissa?

Salaojastosta on heti aluksi syytä paikantaa ja tarkistaa laskuaukot. Salaojayhdistyksen arkistoimat salaojasuunnitelmakartat ovat erinomainen apuväline laskuaukkojen löytämisessä. Toimivaan laskuaukkoon voi työntää joustavan putken tai putkirassin noin 2–3 metrin matkalle. Suurin osa juuritukoksista ja laskuaukon ongelmista on lähellä laskuputken päätä.

Ylimääräistä vettä voi päästä peltoon myös sen ulkopuolelta painanteiden, lammikoiden, tukoksien tai liian matalien niskaojien takia. Jos jokin pellon kohta on märkä ja puita kasvaa 15 metrin säteellä salaojista, on putkisto syytä tarkistaa juuritukosten varalta.

Vaikka laskuaukot ja reunaojat on todettu toimiviksi, voi vika olla putkitukoksessa. Mikäli pelto on selvästi märempi tietyn salaojan kohdan yläpuolella, voi ongelman syytä etsiä kaivamalla putki esille oletetun tukoksen alapuolelta ja etenemällä varovasti yläjuoksulle. Tukos on alajuoksun puolella, jos putken rei'istä valuu vettä.

Salaojahuuhtelun avulla voi varmistaa, että putkilinjat ovat ehjiä. Jos ojastossa on lietekaivoja, ne pitää puhdistaa säännöllisesti.

Jos salaojarakenteet toimivat mutta pellolla on edelleen märkiä kohtia, voidaan pintavesien valuntaa ohjailla. Pintavalunta saattaa tuottaa 50 millin sateella painanteisiin vettä jopa 800 milliä, mikä on enemmän kuin toimivakaan ojitus ehtii poistamaan.

Tiivistymien poistolla voidaan vähentää pintavaluntaa ja estää ei-toivottua veden varastoitumista.

Tehtävä 5.8

Etsi valitsemiesi kurssilohkojen salaojakartat ja tarkastele niitä.

Mikä ojaväli lohkoilla on? Milloin lohko on salaojitettu? Onko tehty täydennysojituksia, salaojien huuhteluja tai muita toimenpiteitä, esimerkiksi myyräojia? Käsittele vastauksessasi jokainen kurssilla tarkastelemasi lohko erikseen. Kirjoita vastaukseen ainakin lohkon nimi ja salaojitusvuosi. Kuvaile ojitusväliä ja kirjaa ylös muita salaojitukseen liittyviä huomioita.

Jos sinulla on sähköiset salaojakartat voit laittaa ne ilmakuvan kanssa päällekkäin. Ohje karttojen liittämiseen löytyy Tuomas Mattilan tekemältä videolta.

Sähköiset kartat voit halutessasi tilata Salaojayhdistyksestä.

Pinnanmuotoilulla eroon lätäköistä

Vetiset painanteet voivat johtua salaojituksen ongelmista, mutta useasti ongelmana on pellon pinnan muotoilu. Hienojakoisilla maalajeilla ja turvemailla vedenläpäisy voi olla heikkoa ja pintavirtailujen mukana tuleva ylimääräinen vesi on jo liikaa. Turvemailla vettyneen pintamaan alla voi olla hyvinkin kuivaa, mutta siellä oleva ilma ei pääse poistumaan eikä pinnalla oleva vesi imeydy maahan. Nämä vetiset painanteet tiivistyvät muokkaus- ja sadonkorjuutöissä, pahentaen ongelmaa entisestään. Käytännön viljelyongelmien lisäksi vetisissä hapettomissa oloissa nitraattityppi pelkistyy dityppioksidiksi (N_2O), joka on voimakas kasvihuonekaasu.

Pellon pinnanmuotoilulla lätäkköongelmaa voi ratkaista joko tasaamalla tai vesivaoilla. Täyttömaan ajo on tehokas ja edullinen tapa, kun lähellä on ojitustyömaa, josta irtomaata on helposti saatavilla. Pienialaiset ja vähäiset kuopat voi tasata tasausäkeellä tai hinattavan äkeen säädettävällä etuladalla. Perusteellisempaa käsittelyä vaativille lohkoille voi urakoitsijalta ostaa gps- tai laserohjatun tasauslanauksen.

Pinnanmuotoilulla voidaan joko poistaa painanteet tai huolehtia siitä, että vesi pääsee kaikista painanteista ulos. Vesivakoihin liittyy kuitenkin selvä eroosioriski, joten niiden sijoituksessa ja kaltevuuksissa pitää olla huolellinen. Otollinen kaato eroosioriskin välttämiseksi on niinkin vähäinen kuin 1:500.

Multa- ja turvemailla, varsinkin Pohjois-Pohjanmaan rannikkoseudulla, syvä routa ja keväällä lämpenemistä hidastava turvemultamaa pitävät avo-ojituksen yhä kilpailukykyisenä vaihtoehtona. Noin 25-metriset suursarat muotoillaan selkeästi kuperiksi, jolloin pintavesipainanteita ei muodostu ja vähäisempikin ojitussyvyys riittää kuivattamaan pellon. Alueelle tyypilliset happamat sulfaattimaat puoltavat myös matalaa kuivatussyvyyttä.

Maan rakenteen ja pinnanmuotojen muokkaaminen ei aina riitä. Tällöin tarvitaan kuivatuksen tehostamista. Vanha ojaväli on saatettu mitoittaa viljelykierrolle, jossa on mukana nurmia eikä maa ole ollut tiivistymisen vaarassa. Mutta jos pellon vedenläpäisykyky on alentunut, tarvitaan lisää ojia, tai maan vedenläpäisykykyä on parannettava muuten.

Yksi vaihtoehto täydennys- ja uusintaojitukselle on myyräsalaojien käyttö vanhan ojituksen tukena. Myyräojitus toimii parhaiten savimailla. On hyvä muistaa, että myyräauraontelon tulisi osua salaojien yläpuoliseen sorakerrokseen.

Useissa tapauksissa myyräojitus vaatii salaojien täydennyssorastuksen toimiakseen. Tiiviillä savimailla tarvittava ojaväli voi olla kuitenkin noin kaksi metriä, joten myös niiden uudisojituksissa voi harkita runsasta sorakerrosta 20–40 metrin välein, mikä mahdollistaa myöhemmin myyräojituksen.

Tehtävä 5.9

Pohdi mielessäsi seuraavia kysymyksiä kolmen edellisessä luvussa tarkasteluun valitun peltolohkon osalta. Vastaa muutamalla lauseella.

Missä kunnossa lohkojen vesitalous on? Kärsivätkö kasvit kuivuudesta tai märkyydestä? Miten lohkojen vesitaloutta voisi parantaa? Millaisia eroja valitsemiesi lohkojen eri osien kuivumisessa on? Seisooko jossain vesi rankkasateiden jälkeen? Kärsiikö kasvusto joissain lohkon osissa kuivuudesta? Miksi?

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Vesitaloutta parantavia keinoja

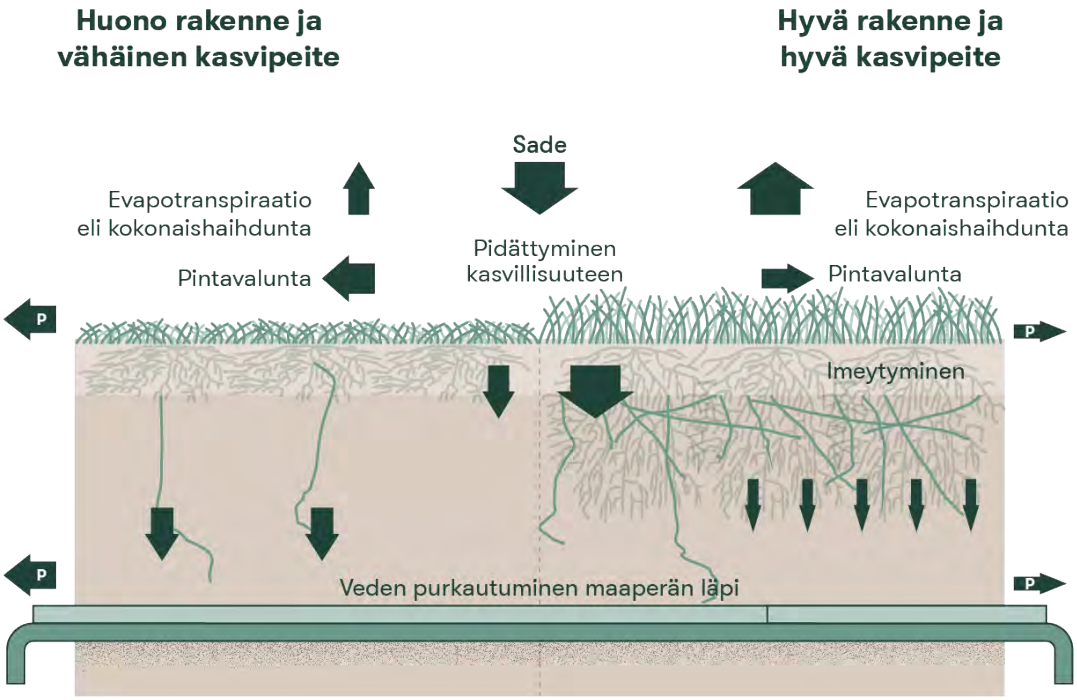
Viljelijä voi vaikuttaa vesitalouteen eri tavoin. Vaikutusmahdollisuudet selviävät helposti, kun seuraa vesipisaran matkaa peltoekosysteemin läpi. Seuraavissa kappaleissa käsitellään niitä toimenpiteitä, joilla viljelijä voi vaikuttaa veden kiertokulkuun pellollaan.

Pellon vesitalous tarkoittaa veden varastoitumista ja kulkeutumista peltomaassa. Vesitalouden parantamisen tavoitteena on pitää pellon kosteustilanne hyvällä tasolla kasvien ja maaperäeliöiden kannalta.

Huono läpäisykyky estää pellon hengityksen (Kuva 14). Osa pellolle satavasta vedestä jää kasvipeitteeseen ja pellon pinnan kasvintähteisiin. Jos sade on voimakkaampaa kuin pellon imeytymisnopeus, vettä kertyy ensin painannevarastoihin.

Kun varastot täyttyvät, ylimääräinen vesi poistuu pintavaluntana. Mikäli pellon pinnanmuodot estävät veden poistumista, vesi muodostaa lammikoita ja vain osa sateesta imeytyy maahan. Imeytynyt vesi täyttää pellon vesivarastoja, kunnes pellon vedenpidätyskyky - kenttäkapasiteetti - tulee vastaan.

Tämän jälkeen ylimääräinen vesi valuu syvempiin maakerroksiin ja lopulta salaojavaluntana pois pellolta. Jos pellon vedenläpäisykyky on alhainen tai salaojituksen kuivatusteho on riittämätön, voi vettä jäädä pitkäksi aikaa maaprofiiliin täyttämään maan ilmahuokosia.



Kuva 13. Vesitalouden tekijöitä peltomaalla: vasemmalla huonokuntoinen pelto, oikealla hyväkuntoinen. Hyväkuntoisessa maassa on suuri vedenpidätyskapasiteetti, kun taas huonokuntoisessa pellossa pintavalunta, fosforin (P) karkaaminen ja myös salaojavalunta ovat suuremmat.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kaikki vesi ei ole kasville hyödyllistä. Jos vettä on maassa enemmän kuin mitä maa kykenee pidättämään pieniin huokosiin (*vedenpidätyskyky*), vesi täyttää suuria ilmahuokosia ja heikentää pellon kaasunvaihtoa.

Toisaalta isoihin huokosiin varastoitunut vesi poistuu melko nopeasti sateen loputtua ja hyödyttää kasveja vain joitakin päiviä. Kun tämä *vajovesi* on poistunut, pelto on kenttäkapasiteetissa ja kasvit käyttävät maahan varastoitunutta vettä kasvuunsa.

Kasvit eivät kuitenkaan voi käyttää hyväkseen kaikkea saatavilla olevaa vettä. Ne eivät kykene hyödyntämään esimerkiksi pienimpiin maahuokosiin varastoitunutta vettä. Kasvit voivat kuivattaa maata niin sanottuun *lakastumisrajaan* saakka. Kenttäkapasiteetin ja lakastumisrajan välistä eroa kutsutaan *hyötyvesikapasiteetiksi*. Se kuvaa kasveille käyttökelpoisen veden määrää maassa.

Käsitteitä

Kenttäkapasiteetti = pellon luontainen kyky varastoida vettä

Vedenpidätyskyky = pieniin maahuokosiin varastoituvan veden osuus

Lakastumisraja = kasvien hyödynnettävissä olevan veden alaraja

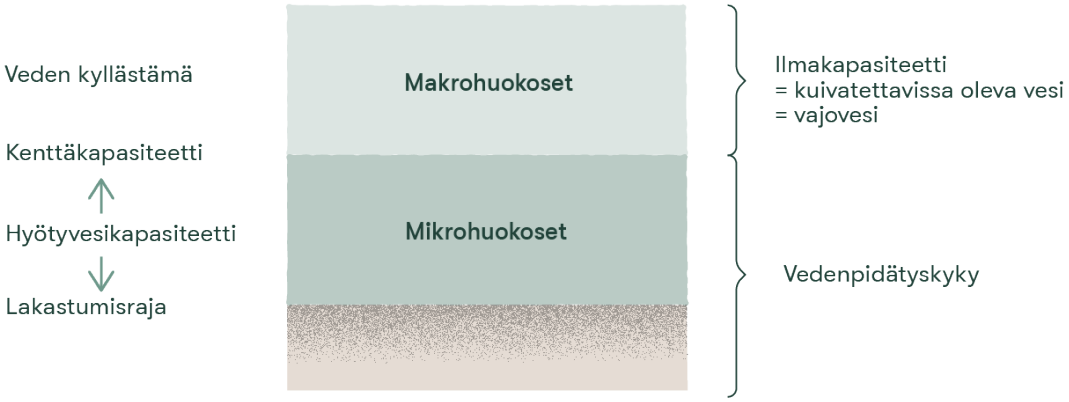
Hyötyvesikapasiteetti = kasvien hyödynnettävissä olevan veden määrä

Vajovesi = isoihin huokosiin varastoitunut vesi, joka poistuu nopeasti

Hyötyvesikapasiteettia voidaan suurentaa lisäämällä maan multavuutta ja parantamalla sen rakennetta. Myös biohiili voi lisätä maan vedenpidätyskykyä, mutta biohiilen saatavuus on vielä heikkoa. Tehokkain keino hyötyvesikapasiteetin lisäämiseen on kuitenkin huolehtia siitä, että kasvien juurilla on esteetön pääsy koko syvään maakerrokseen (lisätietoa: tiivistymisen ehkäiseminen).

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Veden varastoituminen peltoon



Kuva 14. Eri määrät vettä varastoituvat peltoon eri tavoin. Maan vesi- ja ilmahuokoset määräävät vedenpidätyskyvyn ja pellon kuivumisnopeuden.

Sadevesi ja haihdunta

Sadeveden liikkeiden ja haihdunnan tarkastelu ovat tärkeitä pellon vesitalouden havainnointimenetelmiä. Näihin paneudutaan käytännössä e-opiston viimeisessä luvussa.

Sateen määrään ei voi vaikuttaa, mutta maaperään imeytyvän veden määrään voi. Vettä ei voi varastoida peltoon, jos vesivarasto on jo täynnä. Kasvavat kasvit voivat haihduttaa noin 20–25 millimetriä vettä viikossa, kun paljas maa haihduttaa vain noin viisi milliä viikossa.

Talvehtivat kasvit (syysviljat, nurmet, kerääjäkasvit) haihduttavat keväällä vettä tehokkaasti ja suojaavat maata liettymiseltä. Tämä varmistaa sen, että pelto ei vety kevätsateiden yhteydessä. Haihdutus lakkaa, kun kasvusto tuleentuu.

Viljan alle kylvetyt kerääjäkasvit voivat pitää maan kuivempana sadonkorjuun aikaan ja maan muokkaustoimia varten. Kasvien haihdutus on tärkeää myös ravinnepäästöjen kannalta, sillä haihdutettu vesi ei päädy valuntaan kuljettamaan ravinteita vesistöön.

Lisätehtävä: Pohdi mielessäsi montako viikkoa kasvukaudesta peltosi ovat ilman kasvien haihdutusta? Miksi? Mihin syvyyteen kasvien juuret menevät eli mistä syvyydestä ne kuivattavat maata?

Kun pellolla on vettä liikaa (kuva 14), maan ilmahuokoset ovat täynnä. Kasvien juurten kasvu kärsii maan hapettomuuden vuoksi, mikäli veden kyllästämä maakerros ulottuu ruokamultakerrokseen saakka. Vedenpintaa hallitaan kuivatuksella, joka poistaa veden ilmahuokosista ja varmistaa kasveille syvän, hapellisen maakerroksen.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 15. Savimaissa mururakenteen syntyminen on edellytys pintamaan hyvälle vedenläpäisykyvylle ja siten myös juurten hapensaannille. Hyvä mururakenne kestää veden ja paineen vaikutusta sekä ehkäisee liettymistä ja kuorettumista. Mururakenteen ollessa heikko, sade rikkoo maata, ja se liettyy ja kuorettuu. Samalla veden imeytyminen hidastuu, ja maa pysyy märkänä. Mururakenne on sitä kestävämpi, mitä enemmän maassa on orgaanista hiiltä. Kuvaparissa näkyy mururakenteen kestävyys märissä olosuhteissa maanäytteiden oltua neljä viikkoa vedellä kyllästyneinä. Vasemmalla hyvä mururakenne, oikealla huono. Kuvat: Helena Soinne.

Yleensä pyritään siihen, että veden pinta ei nouse 60 sentin syvyyttä ylemmäs. Tällöin varsinaisten ojien on oltava tätä syvempiä ja sen syvempiä, mitä harvempi ojaväli on suhteessa maan vedenjohtavuuteen.

Toisaalta etenkin eloperäisillä mailla voi olla syytä varoa liian syvää kuivatusta, sillä hapelliset maakerrokset lisäävät myös eloperäisen aineen hajoamista. Tasaisella ja hyvällä kuivatuksella vain 30–35 sentin kuivatussyvyys voi olla riittävä.

IV. Tiivistymisen ehkäisy

Tiivistyneessä maassa kasvit eivät kasva kunnolla, eivätkä silloin tuota satoakaan. Tässä kappaleessa käydään läpi maan tiivistymisen fysiikkaa sekä keinoja tiivistymisen välttämiseen viljelykierron, koneketjujen ja maatalouskoneiden rengastuksen valinnan avulla.

Hyvärakenteisessa maassa on noin puolet kiinteää maata ja loppu on ilmaa ja vettä. Tyhjä tila koostuu eri kokoisista huokosista, jotka varastoivat vettä ja kuljettavat sekä ilmaa että vettä. Huokosten riittävä määrä ja jatkuvuus ovat toimivan viljelysmaan keskeinen tekijä. Kun maa tiivistyy haitallisesti, huokosten määrä vähenee ja niiden jatkuvuus katkeaa. Kuohkea maalabyrintti

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

muuttuu ikään kuin maahiukkasröykkiöksi, jossa ilman, veden ja maaperäeliöiden on vaikeaa liikkua.

Maaperän tiivistyminen on periaatteessa yksinkertainen ilmiö: jos maata kuormitetaan voimakkaammin, kuin sen kuormituskestävyys sietää, maa painuu kokoon, kunnes kuormituskestävyys on jälleen yhtä suuri kuin kuormitus. Käytännössä emme voi tietää maan kuormituskestävyyttä tai kuormitusta tarkkaan. Näihin kahteen tekijään perehtymällä voimme kuitenkin hahmottaa tiivistymisriskejä ja vähentää niitä.

Tiivistymisriskejä voidaan vähentää monella eri tavalla ja eri tapojen soveltuminen omalle tilalle kannattaa miettiä erikseen. Taulukossa 2 esitetään joukko hyviä kysymyksiä, joihin vastaamalla voi hahmottaa tiivistymisriskejä ja korjaustoimenpiteitä tilakohtaisesti.

Taulukko 2. Maan tiivistymiseen vaikuttavia tekijöitä tilatasolla.

Tekijä	**Vaikutus tiivistymiseen**
Maalajit ja kuivatus	Paljonko maa kestää kuormaa? Eri kosteusoloissa? Kuivuuko pelto tasaisesti?
Viljelykierto	Kuinka tehokas koneketju tarvitaan viljelytoimien oikea-aikaiseen suorittamiseen? Mihin aikaan vuodesta pellolla liikutaan? Paljonko maassa on lieroja ja juuria?
Muokkausjärjestelmä	Pysyvätkö juurikanavat ehjinä? Kuinka syvälle maa voi tiivistyä? Kuinka painava kone tarvitaan muokkaimien nostoon tai vetoon?
Koneketju	Käytetäänkö samoja koneita kaikkiin työvaiheisiin? Millä koneilla on suurin tiivistymisriski?
Rengasvarustus	Monelleko renkaalle koneiden kuorma jaetaan? Kuinka alhaiset paineet renkaissa voi olla? Kuinka tasaisesti renkaan paine jakautuu maahan?
Renkaiden käyttötapa	Millä rengaspaineilla pellolla liikutaan? Säädetäänkö paineita työn mukaan? Ovatko koneet tasapainotettuja?

Tehtävä 5.10

Pohdi Taulukon 2. kysymyksiä valitsemiesi lohkojen kohdalla. Kirjaa ylös ne tekijät, jotka arviosi mukaan tiivistävät valitsemillasi lohkoilla maata eniten.

Maan tiivistyminen: kuormituksen ja kuormituskestävyyden suhde

Viljelyn yksipuolistuminen ja koneiden painon kasvaminen ovat lisänneet tiivistymisriskejä merkittävästi viime vuosikymmeninä. Yhä painavammat koneet ovat lisänneet maan kuormitusta, kun samaan aikaan nurmien osuuden väheneminen viljelykierrossa on heikentänyt maan kuormituskestävyyttä. Puuttumalla näihin samoihin tekijöihin (viljelykiertoon, ajoitukseen ja koneiden painoon) voidaan tiivistymistä myös vähentää.

Pellon kuormituskestävyys määräytyy pääosin maalajin ja kosteustilanteen perusteella, mutta myös kasvien juuret voivat lisätä kuormituskestävyyttä.

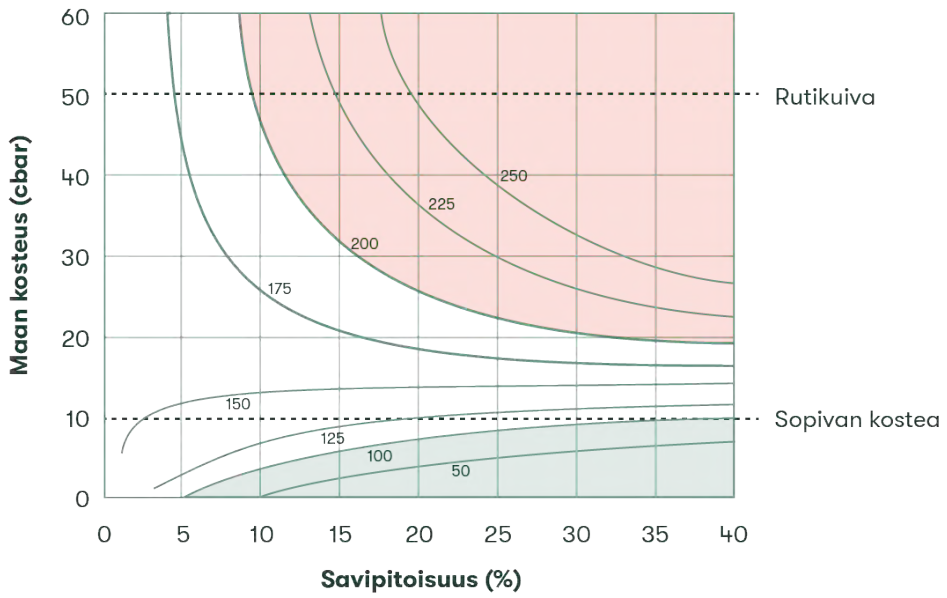
Maa tiivistyy herkimmin ollessaan kosteaa. Tällöin ilmahuokoset ovat tyhjiä ja vesihuokoset edelleen täynnä vettä. Kuormitus etenee maassa voimakkaasti ja tyhjät ilmahuokoset luhistuvat helposti.

Litimärkä maa ei tiivisty, koska kaikki huokoset ovat täynnä vettä. Vastaavasti rutikuiva maa muodostaa lujan, holvimaisen rakenteen. Valitettavasti maa myös muokkautuu parhaiten sopivan kosteana, eli vaiheessa, jossa ilmahuokoset ovat tyhjiä, mutta maassa on vielä kosteutta. Tässä vaiheessa maa murustuu kämmenten välissä pyöritettäessä ja muokkautuu hyvin, joten kevättyöt aloitetaan usein vaiheessa, jossa pellon tiivistymisriski on suurimmillaan.

Jotta tiivistymiseltä vältytään noissa olosuhteissa, on koneiden oltava kevyitä ja renkaiden pintapaineen alhainen (0,4 baaria rengaspaine). Kuivissa oloissa voidaan käyttää korkeampia rengaspaineita.

Tiivistymisriskin karkea nyrkkisääntö on, että maan kuormitus saisi olla korkeintaan noin puolet maan esikuormitusjännityksestä. Esikuormitusjännityksellä tarkoitetaan sitä kuormitusrajaa, joka on jo kohdistunut maahan. Nyrkkisäännön mukaan esimerkiksi hietamaalla korkein sallittu rengaspaine olisi kostealla maalla 0,75 baaria ja kuivalla maalla 0,85 baaria. Hietasavilla suurin sallittu paine olisi vastaavasti 0,5 baaria sopivan kostealla maalla ja 1,25 baaria rutikuivalla maalla. Alueet kuvassa 16 kuvaavat tilanteita, joissa rengaspaineen olisi oltava alle 0,5 baaria tai joissa se voi olla yli 1,0 baarin. Tämä karkea tarkastelu ei kuitenkaan korvaa tarkempaa suunnittelua esimerkiksi Terranimo-työkalulla.

Maan kuormituskestävyys



Kuva 16. Ero kuivan ja kostean maan kuormituskestävyydessä on suurin savimailla.

Lisätehtävä: Tutustu halutessasi Terranimo-työkaluun. Käy sivustolla www.terranimo.world ja testaa eri muuttujien vaikutusta yhden kurssilohkon tiivistymisriskiin. Valitse kalustostasi traktori

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

ja työvaihe, jonka tiedot syötät laskuriin. Mitä havaitsit? Pohdi myös muutostarpeita tiivistymisriskin vähentämiseksi.

Viljelykierron vaikutus maan tiivistymiseen

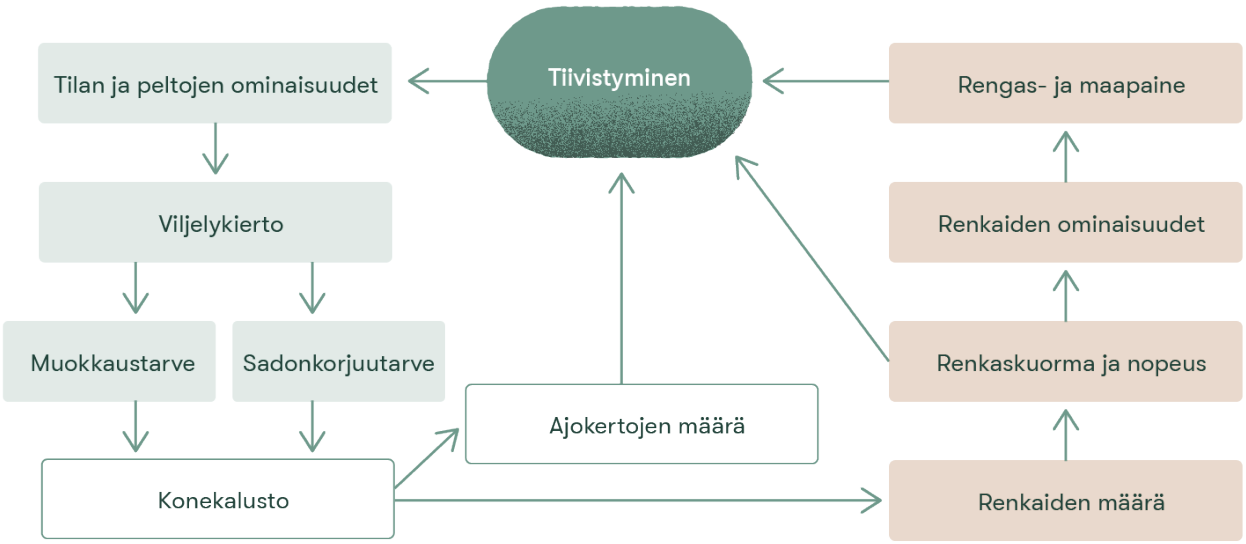
Jos viljely on yksipuolista kevätviljojen viljelyä, kylvötöissä on keväällä kiire. Viime vuosikymmenien aikainen tilakoon kasvu ja viljelijöiden määrän väheneminen on johtanut siihen, että viljelijää kohden tarvitaan lisää työtehoa. Sitä on hankittu yhä suuremmilla työkoneilla. Kehitys rengasteknologiassa ei ole pysynyt koneiden kasvun mukana. Yhä painavamman koneen ja kostean pellon yhdistelmä on maaperälle tuhoisa.

Viljelykierron monipuolistaminen vähentää tiivistymisriskejä. Jos kiertoon lisätään esimerkiksi yhdistelmä suojaviljaan perustettua nurmea, syysöljykasvia ja syysviljaa, jäävät kevättyöt pois kolmen vuoden osalta. Samalla kevätkylvöinen ala pienenee, joten se saataisiin kylvettyä riittävässä ajassa pienemmillä työkoneilla. Lisäksi pienempiin työkoneisiin on edullisempaa hankkia hyvät matalapainerenkaat kuin raskaisiin työkoneisiin. Viljelykiertoa muuttamalla voidaan vaikuttaa tiivistymisriskeihin ja sitä kautta tilan talouteen merkittävästi.

Esimerkki viljelykierron vaikutuksesta vaadittavaan konekalustoon

Jos 100 hehtaarin tilalla viljellään vain ohraa ja kylvö pitää tehdä kuuden päivän aikana ja muokkaus perustuu kyntöön, tasaukseen sekä kahteen äestykseen, tarvitaan kylvöön kolme traktoria, joista suurin on teholtaan noin 190 hevosvoimaa. Jos tämän sijaan siirrytään viisivuotiseen kiertoon, jossa on nurmi, syysrapsi, ruis, härkäpapu ja kaura, muokkaustarve pienenee, kevätkylvöihin on käytettävissä enemmän aikaa ja kevätkylvöala vähenee 60 prosenttia. Tällöin työt voidaan tehdä riittävässä ajassa yhdellä noin 80 hevosvoiman traktorilla.

Viljelyjärjestelmän vaikutus maan tiivistymiseen



Kuva 17. Viljelyjärjestelmän vaikutus maan tiivistymiseen.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Raskaiden töiden ajoitus

Maan kosteuden ja kuormituskestävyyskaavion (kuva 16) perusteella raskaat työvaiheet tulisi sijoittaa aikaan, jolloin pelto on rutikuiva. Suomalaisissa oloissa pellon kuivuminen pelkällä haihtumisella on hidasta, ja nopeaan kuivumiseen tarvitaankin kasvillisuuden haihduttavaa vaikutusta. Esimerkiksi ruis tai syysrypsi kuivattaa maata keväällä tehokkaasti. Jos niitä käytetään talvehtivina kerääjäkasveina, vähennetään tiivistymisriskejä keväällä. Vielä tehokkaammin maan saa kuivatettua nurmien avulla.

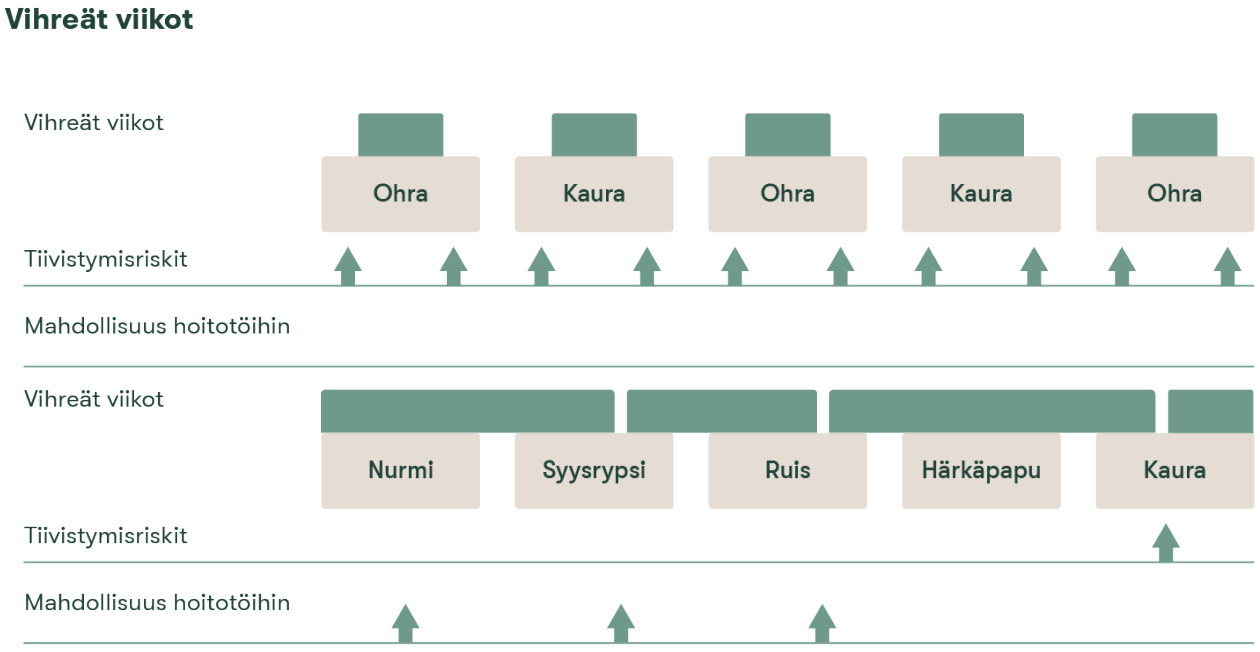
Kasvit kuivattavat maata vain kasvaessaan. Kun kasvusto on tuleentunut, haihdutus loppuu.

Tämä johtaa valitettavasti usein siihen, että pelto on syysmuokkauksen aikaan ehtinyt vettyä uudelleen sadonkorjuun jälkeisissä sateissa. Pahimmassa tapauksessa sade on tullut ennen sadon korjuuta, jolloin myös sadonkorjuukoneet ovat tiivistäneet kosteaa maata. Maa saadaan pysymään kuivempana, kun siinä kasvaa sadonkorjuun jälkeen joko aluskasviksi tai korjuun jälkeen kylvetty nopeakasvuinen kerääjäkasvi.

Kuivimmillaan pelto on nurmien ja syysviljojen korjuun jälkeen heinäkuun lopussa tai elokuun alussa. Tällöin etenkin savimaiden kuormituskestävyys on niin korkea, että voidaan ryhtyä raskaaseen muokkaukseen, ojamaiden siirtoon, pellon pinnan muotoiluun ja maanparannustuotteiden levitykseen. Mikäli vielä lanta saadaan levitettyä kuivaan aikaan, lantavarastoa ei tarvitse tyhjentää syksyllä tai keväällä maan ollessa jälleen tiivistymisherkimmillään.

Viljelykierto, jossa on syyskasveja ja nurmia, vähentää tiivistymisriskejä keväällä, mahdollistaa kevyemmän kevätkylvökaluston ja avaa uusia mahdollisuuksia pellon peruskunnostukseen, kuten ojien perkaukseen, pellon tasaukseen ja maanparannusaineiden levitykseen kuivaan aikaan.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.



Kuva 18. Viljelykierron vaikutus maan tiivistymisriskeihin.

Koneketjun aiheuttaman tiivistymisriskin arviointi ja vähentäminen

Tiivistymisriskiä voidaan vähentää myös lisäämällä työkoneisiin renkaita (paripyörät ja teliakselistot) ja hankkimalla renkaat, jotka mahdollistavat matalat rengaspaineet. Pellon pintaan kohdistuvan paineen vähentämiseen tähtäävän suunnittelun työvälineenä toimii hyvin tiivistymisriskikaavio (kuva 19). Siinä on piirrettynä tiivistymisriskit eri rengaskuormilla ja renkaan ilmanpaineilla. Sijoittamalla eri työkoneiden tiedot (eri akselit, eri työtilanteet) kaavioon voidaan hahmottaa, mitkä koneet aiheuttavat suurimmat riskit ja kuinka alas rengaspaineet pitäisi laskea, jotta riskeiltä vältyttäisiin.

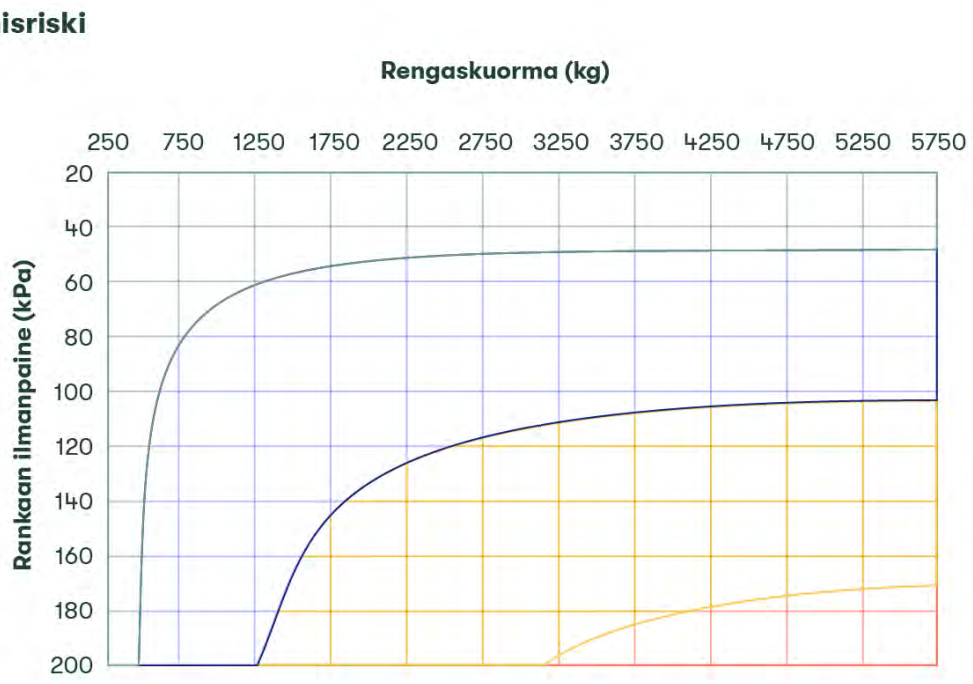
Tehtävä 5.11

Millainen rengastus koneissasi on? Käytätkö paripyöriä ja lasketko rengaspaineita? Jos et, miksi?

Kerro kahdesta koneesta, esim. yhdestä traktorista ja puimurista.

Tiivistymisriskikaavio toimii hyvänä apuvälineenä renkaiden päivityksen alkuvaiheessa. Sen avulla voi hahmottaa, kuinka alhaisiin paineisiin milläkin kuormitus-rengasyhdistelmällä tulisi päästä. Tästä eteenpäin rengasvaihtoehtoja voi kartoittaa rengasvalmistajien teknisten käsikirjojen avulla (kuten tietyn rengasmallin vaatima paine eri kuormituksilla ja ajonopeuksilla). Renkaiden valinnassa on kuitenkin huomioitava myös mitat sekä pyörimisominaisuudet, jotta uudet renkaat

sopivat muihin renkaisiin ja mahtuvat toimimaan työkoneessa. OSMO-hankkeen aineistossa on useita esimerkkejä renkaiden valinnasta.



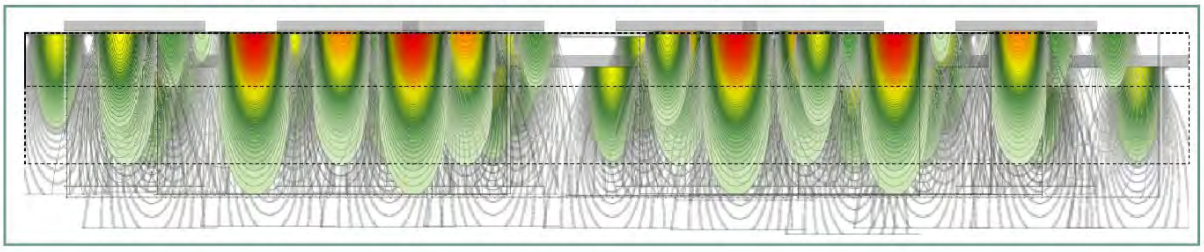
Kuva 19. Tiivistymisriskit eri rengaskuormilla ja rengaspaineilla (vihreä=alhainen riski kostealla maalla, sininen=riski kostealla maalla, keltainen=riski muutoin kuin rutikuivalla maalla, punainen=siirrettävä pois pellolta tai pysyville ajourille).

Koneketjulähestymistapa on erityisen arvokas, mikäli tilalla käytetään erilaisia ja erityyppisiä koneita (kuva 20). Tiivistymisriskin lisäksi kannattaa huomioida koneiden työleveys ja tiivistetty ala. Joissain tapauksissa tiivistysriskiä ei saada riittävän alas renkaita päivittämällä. Tällöin voi olla mielekästä sijoittaa eri työvaiheiden koneet samoille ajourille työleveyksiä yhteensovittamalla (kuva 20).

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

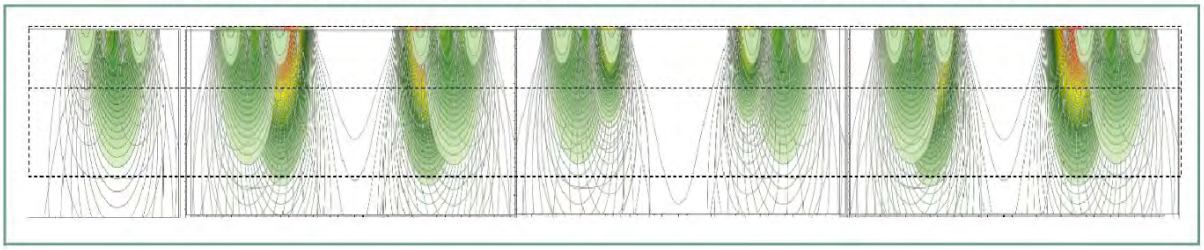
Nykytilanne

1,6 m kyntö, 6 m lietevaunu, 3,8 m puimuri, 4 m kylvökone, 6 m äes, 15 m ruisku



Ehdotus

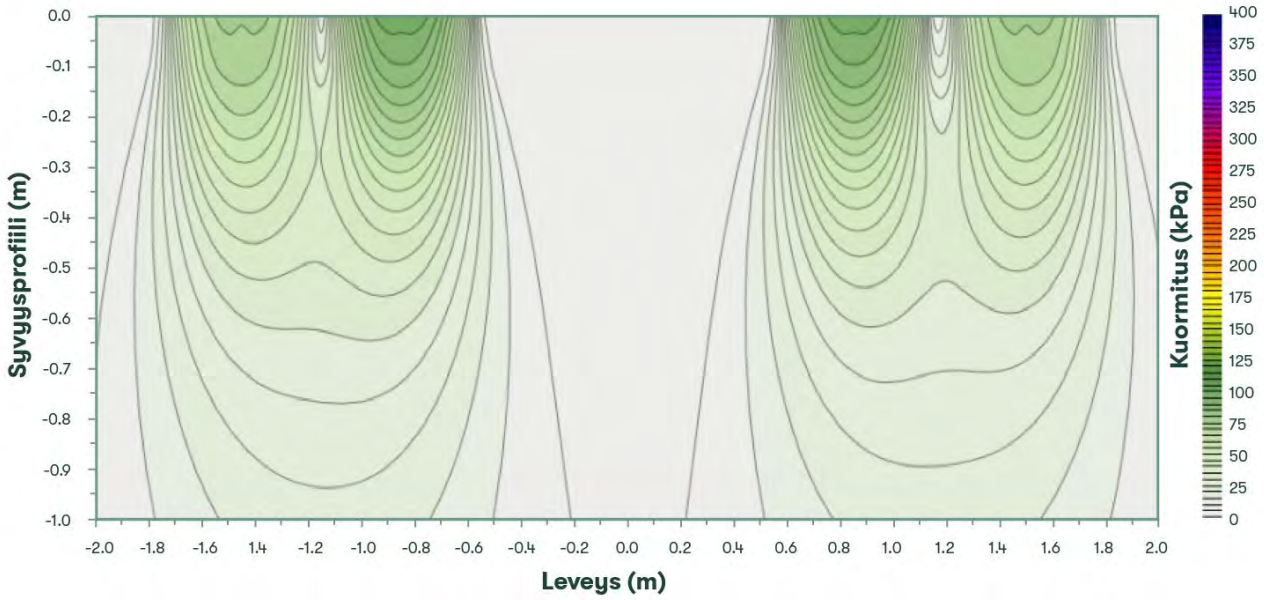
4 m kevytmuokkaus, 8m lietevaunu, 4 m puimuri, 4 m kylvökone, 6 m äes, 16 m ruisku



Kuva 20. Erään koneketjun tiivistävää vaikutusta saatiin pienennettyä merkittävästi muuttamalla työtekniikkaa ja sovittamalla työkoneiden leveydet toisiinsa.

Terranimo-mallia voi käyttää myös rengasvalinnan loppuvaiheessa (kuva 21). Eri renkaat jakavat paineen maahan eri tavoin, joten niiden tiivistävä vaikutus voi olla erilainen samalla kuormalla ja paineella. Onnistuneen rengasvalinnan jälkeen kuormituksen tulisi olla alempi kuin maalle arvioitu kuormituskestävyys.

Maaperän kuormitus



Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 21. Kaksi eri rengastyyppiä Terranimo-mallissa paripyörinä mallinnettuna. Sisemmissä renkaissa painejakauma on terävämpi ja tiivistävä vaikutus ulottuu syvemmälle maahan.

Maatalouskoneiden koon kasvusta huolimatta maan tiivistyminen voidaan välttää. Omalle tilalle sopivien tiivistymisen ehkäisemiskeinojen löytäminen vaatii kuitenkin koko viljelyjärjestelmän uudelleentarkastelua. Miten maaperän kuormitusta saadaan kevennettyä? Entä miten kuormituskestävyyttä saadaan lisättyä? Jos suunnittelussa onnistuu hyvin, on seurauksena kestävämpi viljelykierto ja todennäköisesti edullisempi koneketju.

Maan syväkuohkeuttaminen

Peltomaan tiivistymä voi joskus olla niin voimakas, etteivät kasvit pääse sen läpi. Tällöin tiivistymä täytyy rikkoa mekaanisesti syväkuohkeuttamalla. Tämä tehdään uudelleentiivistymisriskin vuoksi nurmikasvustoon tai ennen syväjuuristen kasvien kylvöä.

Kuohkeutus mahdollistaa rakenteen kehittymisen

Pitkäaikaisia suomalaisia kokemuksia maan biologismekaanisesta syväkuohkeutuksesta nykyaikaisilla jankkureilla ei ole tiedossa, mutta kokemukset muutaman vuoden ajalta ovat lupaavia. Niiden perusteella maan biologismekaanisella syväkuohkeutuksella voidaan korjata sekä luontaisia että yksipuolisen viljelyn, raskaiden koneiden ja liian märällä tehtyjen viljelytoimenpiteiden aiheuttamia tiivistymiä. Viherlannoitus- sekä satokasvien juuret pääsevät näin kasvamaan laajemmalle huokoiseen maahan ja hyödyntämään suurempia vesi- ja ravinnevarantoja.

Syväjuuriset kasvit kykenevät hyödyntämään maan luontaisia ravinnevarantoja useiden kymmenien senttimetrien syvyydestä ja nostamaan esimerkiksi fosforia maan pintakerrokseen yksivuotisten satokasvien juuristovyöhykkeelle.

Vesi läpäisee kuohkeutetun maan ehkäisten pintavaluntaa sekä eroosiota ja pääsee sujuvasti myös salaojiin. Toisaalta voidaan olettaa, että vettä myös pidättyy maahan enemmän kasvien hyödynnettäväksi kuivina kausina. Veden pidättyessä maan mururakenteiden suojaan on maa kestävämpi myös tiivistymistä vastaan kuin veden ollessa maassa vapaana.

Juurten kasvun tehostuminen tuo maahan myös eloperäistä ainesta tiivistä maata enemmän, mikä lisää maan multavuutta. Tämä parantaa edelleen maan kasvukuntoa lisäten muun muassa veden- ja ravinteidenpidätyskykyä sekä pieneliötoimintaa ja murustumista.

Kasvien kasvua rajoittavien tiivistymien poistamisessa syvä- ja voimakasjuuriset kasvit ovat tärkeitä. Kasvit vakauttavat kuohkeutetun maan rakenteen ja jatkavat maan rakenteen parantamista. Näin ollen tärkeintä syväkuohkeuttamisessa on ajoittaa toimenpide niin, että maa on murustuvaa työskentelysyvyyteen saakka, nurmi on hyvässä kasvussa, eikä toimenpiteestä koidu nurmelle merkittäviä vaurioita. Tämä vaikea yhtälö ei toteudu joka vuosi, ja tällöin on kannattavampaa siirtää toimenpiteen toteuttamista. Viljelytoimet tulee viimeistään kuohkeutuksen jälkeen mukauttaa maan hyvää rakennetta ylläpitäviksi.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 22. Syväkuohkeutus on tehtävä hyvässä kasvussa olevaan monilajiseen nurmeen hyvissä olosuhteissa, jotta saavutetaan paras mahdollinen lopputulos. Kuva: Juuso Joona.

Syväkuohkeutuksen tarpeen tunnistaminen

Ennen syväkuohkeuttamisen toteuttamista tulee sen tarpeellisuus todeta havainnoimalla maan rakennetta. Siinä penetrometri tai salaojapiikki, lapio ja puukko ovat tärkeimmät työkalut.

Penetrometrin käyttö onnistuu parhaiten, kun maan kosteus on kenttäkapasiteetissa eli kun maahan on pidättynyt suurin mahdollinen määrä vettä. Tällöin penetrometrillä on helppo tunnistaa maasta tiivistymät. Juurten kasvun on todettu vaikeutuvan voimakkaasti penetrometrin vastuksen ylittäessä 2 MPa.

Havainnollisinta on tehdä kuoppatesti lapiolla ja tarkastella samalla kasvien juurten oloja. Näin saadaan hyvä tuntuma maan rakenteeseen ja lopputuloksena voi tutkia maaprofiilia sekä juurten laajuutta kuopan seinämästä. Usein muokkausanturat erottaa jo silmämääräisesti, mutta apuna voi käyttää puukkoa. Vetämällä kevyesti painettua puukon kärkeä kuopan reunaan pystysuunnassa voi anturan havaita kohdassa, jossa puukko pyrkii ulospäin seinämästä. Havainnoinnin yhteydessä on tärkeää miettiä tiivistymien syitä ja pyrkiä ehkäisemään niitä jatkossa.

Asiaan perehdytään käytännössä Uudistavan viljelyn e-opiston viimeisessä osassa Mittaa ja havainnoi.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Mekaaninen kuohkeutus auttaa kasveja jatkamaan työtä

Maan syväkuohkeuttamiseen voidaan käyttää kasveja tai koneita. Syväjuuriset monivuotiset kasvit kuten sinimailanen, puna-apila sekä muut apilat ja ruokonata sopivat hyvin sato- tai viherlannoitusnurmiin. Yksi- ja kaksivuotisia voimakasjuurisia kasveja kuten retikkaa, sikuria, virnoja tai valkomesikkää voidaan viljellä kerääjäkasveina varhain korjattavien satokasvien jälkeen tai yksivuotisina viherlannoituskasvustoina.

Jankkurilla tapahtuvassa mekaanisessa syväkuohkeutuksessa pohjamaahan tunkeudutaan kapeilla harvakseen sijoitetuilla terillä. Jankkuri murtaa maata kohottaen sitä samalla ylöspäin sekoittamatta kuitenkaan maaprofiilia. Mekaanisessa kuohkeutuksessa maan kantavuus heikkenee merkittävästi, riippuen käytettävästä laitteesta.

Oleellista kuohkeutuksen jälkeen on maan rakenteen vakauttaminen, joka voidaan suorittaa biologisesti syväjuuristen kasvien avulla.

Kuohkeutuksen jälkeen vakauttamaton maa on herkkä tiivistymään uudelleen, jopa aina kuohkeutettuun syvyyteen saakka. Riski on suuri etenkin, jos kuohkeutusta seuraavat keväiset viljelytoimet.

Mekaanisen kuohkeutuksen yhdistäminen biologiseen kuohkeutukseen mahdollistaa tehokkaan syväkuohkeuttamisen. Tämä yhdistelmä vakauttaa samalla maan rakenteen jälleen peltoliikennettä kestäväksi. Pääroolissa ovat syväjuuriset kasvit, joita autetaan mekaanisesti koneella.

Turvallisinta kuohkeuttamisen riskien kannalta on suorittaa jankkurointi aluskasvustoksi perustettuun ensimmäisen vuoden viherlannoituskasvustoon, jolloin työajankohta voidaan sovittaa optimaalisiin olosuhteisiin ja käsittelyn jälkeen nurmikasvusto vakauttaa maan rakenteen. Toinen vaihtoehto on tehdä mekaaninen kuohkeutus ennen syväjuurisen syysöljykasvin kylvöä tai esimerkiksi aluskasviksi kylvetyn kaksivuotisen valkomesikän kasvustoon suojaviljan korjuun jälkeen. Nämä ovat kuitenkin kuohkeutusvaikutuksen keston kannalta huonompia vaihtoehtoja verrattuna viherlannoitusnurmeen ja sisältävät riskin pohjamaan uudelleen tiivistymisestä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 23. Kuohkeutuksen jälkeen syväjuuriset kasvit vakauttava maan rakenteen juurillaan. Kuvassa valkoiset apilan juuret kasvaneet nopeasti kun ovat saaneet tilaa. Kuva: Juuso Joona.

Lisätehtävä: Pohdi mielessäsi, onko viljelykierrossasi mukana syväjuurisia kasveja? Jos on, mitä ne ovat ja mitä uutta voisit kokeilla? Jos ei ole, mieti mihin viljelykierron vaiheeseen voisit siitä lisätä ja mistä kasveista haluaisit oppia lisää?

Erityyppiset jankkurit

Jankkureita on pääsääntöisesti kahta erilaista tyyppiä: maaprofiilia kauttaaltaan kuohkeuttavia sekä kapeita railoja tekeviä laitteita. Toinen jaottelu on voimakkaasti sekoittavat sänkijankkurit ja maata sekoittamatta nostavat nurmijankkurit. Ensin mainittujen laitteiden kuohkeutuspohja on tasainen, kun taas jälkimmäisten aaltomainen. Kauttaaltaan kuohkeuttavat jankkurit soveltuvat erityisesti nurmien kertaluonteiseen syväkuohkeutukseen.

Railoja tekevät jankkurit jättävät maahan kuohkeuttamattomia kannaksia, joiden avulla maan kantavuus säilyy osittain. Tämä on eduksi kohteissa, joissa maata ei vakauteta syväjuurisilla kasveilla, esimerkiksi kasvukauden aikaisessa ongelmakohtien käsittelyssä tai juurikasvien yksipuolisessa viljelyssä. Yksinkertaisin railoja tekevä jankkuri on myyräaura, joka ei kuitenkaan kuohkeuta maata, mutta rikkoo anturan. Huomioitavaa on, että railot ohjailevat voimakkaasti veden virtailua. Tämä tulee huomioida valittaessa kuohkeutuksen ajosuuntaa, jonka tulisi olla poispäin painanteista, kohti harjuja ja kumpareita - lisäksi kohtisuoraan tai viistosti salaojiin nähden.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Molemmissa malleissa olennainen lisävaruste on pakkeri, jonka tehtävä on tasata työjälki ja huolehtia työsyvyyden ylläpidosta. Nurmea kuohkeutettaessa terien edellä kulkevat kiekkoleikkurit ovat eduksi työjäljen kannalta, mutta eivät kuitenkaan välttämättömät etenkään viherlannoitusnurmilla.

Kuva 24. Jankkureita on markkinoilla useita erilaisia ja niiden toimintaperiaatteet voivat poiketa suuresti toisistaan. Biologis-mekaaniseen syväkuohkeuttamiseen soveltuvat parhaiten kapeavartiset leveäteräiset (oik.) harvakseltaan sijoitetut terät, jotka eivät riko nurmen pintaa voimakkaasti. Kiekkoleikkurit parantavat edelleen lopputulosta. Kuva: Juuso Joona.

Ajoitus on tärkeä

Mekaanisen kuohkeutuksen onnistumisessa ajoittaminen on erittäin kriittistä. Maan on oltava riittävän kuivaa, jotta se murtuu kauttaaltaan. Maa ei saa kuitenkaan olla liian kuivaa, jottei murtuminen tapahdu liian massiivisina lohkareina eikä vetotehon tarve ja terien kuluminen kasva kohtuuttomasti.

Käytännössä oikea kosteus voidaan todeta taas pyörittelemällä maata kämmenten välissä. Jos nauhaa ei muodostu, ei maa ole ainakaan liian märkää. Olennaisinta on tarkastella pohjamaan kosteutta, jonne kuohkeutuksen vaikutus halutaan kohdistaa. Jos riittävän kuivia olosuhteita ei kasvukaudella saavuteta, on parempi jättää syväkuohkeutus seuraavaan vuoteen. Väärään aikaan, liian märkään maahan suoritettu kuohkeutus voi tiivistää maata sivusuunnassa, eikä pystysuuntaista kuohkeutumista tapahdu. Näissä tilanteissa syväkuohkeutuksen lopputulos voi olla lähtötilannetta huonompi.

Katso Tuomas Näppilän video [“Jankkurointia korkeuskäyrien mukaisesti ja mitä pitää huomioida tällä pellolla” (01:11)]

Tehtävä 5.12

Oletko koskaan jankkuroinut peltojasi? Mihin aikaan kasvukaudesta jankkurointi tehtiin ja minkälaisella jankkurilla? Oliko lohkolla, elävä kasvipeite, sänki vai muokattu paljas pinta?

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Vastaa näihin kysymyksiin ja kirjoita myös havainnoistasi jankkuroinnin jälkeen, vähensikö jankkurointi tiivistymistä?

Jos et koskaan ole jankkuroinut peltojasi, pohdi miksi ja miten voisit aloittaa?

Työtekniikka tarpeen mukaan

Viherlannoitusnurmea kuohkeutettaessa on sen oltava niiton jälkeen hyvään kasvuun päässyt, jotta nurmi kestää kuohkeutuksen taantumatta. Onnistunutta kuohkeutusta ei nurmesta huomaa enää paria viikkoa myöhemmin.

Kun jankkurin työsyvyys on säädetty muokkausanturan alapuolelle, on ajaminen yksinkertaista. Ajonopeus on 3–6 km/h eikä sitä kannata kasvattaa työjäljen kustannuksella, koska kyse on harvoin toteutettavasta toimenpiteestä.

Kuohkeutuksen jälkeen tehtävät viherlannoituskasvuston niitot ja murskaukset tulee suorittaa hyvissä olosuhteissa ja kevyellä kalustolla sekä maan ollessa riittävän kuivaa, jottei uudelleentiivistymistä tapahdu. Kuohkeutettu viherlannoituskasvusto olisi edullisinta päättää heinä-elokuussa ja jatkaa viljelykiertoa syväjuurisilla syyskasveilla, jotka edelleen jatkavat kuohkeutetun maan vakauttamista kevätkasveja tehokkaammin. Kuohkeutetun viherlannoitusnurmen lopettaminen on perinteisen kynnön sijaan mahdollista myös kevytmuokkaimella, mikä etenkin raskailla mailla on eloperäisen aineksen tehokkaan sekoittamisen takia suositeltavaa. Vesi- ja ilmatilaa maassa on kuohkeutuksen jälkeen runsaasti syyskasvin talvehtimista ajatellen.

Vaikeimmin tiivistyneillä mailla voi jankkurin täydellä terämäärällä olla mahdotonta päästä tavoitesyvyyteen. Vetovastus voi olla liian suuri ja lopputuloksena massiivisia, useiden kymmenien senttien kokoisia, lohkareita tai laattoja. Tällöin tulee miettiä vaihtoehtoista taktiikkaa. Vaikeita tiivistymiä täytyy käsitellä useammalla eri ajokerralla, mieluiten eri vuosina ja jopa eri viljelykierroissa, jotta maa ehtii välissä vakautumaan. Myöhemmillä ajokerroilla työsyvyyttä lisätään, kunnes päästään tavoitesyvyyteen, anturan alapuolelle.

On myös mahdollista vähentää terien lukumäärää, jolloin maaprofiili ei tule käsiteltyä kauttaaltaan, mutta näin päästään anturan läpi harvemmalla välillä. Tämä mahdollistaa myös juurten sekä roudan tunkeutumisen anturan läpi. Routa voi murustaa murtumattomat kannakset railojen välillä. Silloinkin syväkuohkeutus voidaan vielä toistaa myöhemmin eri ajosuuntaan, jotta maa saadaan kauttaaltaan kuohkeutettua.

Joissain tapauksissa tiivistymä on tarjoamansa kantavuuden tähden viljelyn mahdollistaja. Tällöin sen rikkominen ei ole järkevää. Jos tiivistymä ei haittaa juurten kasvua, kaasunvaihtoa tai veden liikkeitä, se ottaa vastaan kuormitusta ja ehkäisee pohjamaan tiivistymistä.

Runsas jankkurivalikoima

Markkinoilla on useita erilaisia jankkurimalleja, joiden tekniset yksityiskohdat vaihtelevat suurestikin. Mekaaninen syväkuohkeutus perustuu fysiikkaan ja maamekaniikkaan, eikä näitä säätelevistä laeista poikkeaminen ole mahdollista vaikuttamatta työn lopputulokseen.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Koneen valintaa suunniteltaessa on mietittävä maan tarpeet sekä viljelyjärjestelmän tavoitteet kuohkeutuksen suhteen ja verrattava niitä laitteen valmistajan lupaamiin ominaisuuksiin. Parasta on, jos koneen toimintaa näkee käytännössä tai pääsee kokeilemaan konetta omilla pelloilla.

Uusien laitteiden valmistajia ja maahantuojia on Suomessakin tätä nykyä jo useita, käytettyjen nykyaikaisten jankkureiden tarjonta on sen sijaan niukkaa. Keski-Euroopassa jankkurit ovat muun muassa raskaiden koneiden, yksipuolisen viljelyn ja roudan puutteen takia olleet käytössä jo muutamia vuosikymmeniä ja tarjontaa käytetyistä koneista on runsaasti.

Jankkuri on melko huoleton ostettava internetinkin kautta, koska liikkuvia osia on yleensä varsin vähän ja koneen kunnon näkee hyvin kuvienkin perusteella.

Jankkuri sopii hyvin yhteiskäyttöön ja sen käyttökustannukset ovat alhaiset.

Jankkurien kulutusosat ovat tosin arvokkaita, mutta niiden vaihtoväli on useimmiten useita satoja hehtaareita. Jankkuroinnista on saavutettavissa taloudellisia hyötyjä vain vaikeilla tiivistymillä. Tällöin kustannukset voivat olla korkeahkot, mutta samoin myös odotettavissa olevat hyödyt. Jos viljelyjärjestelmässä ei kiinnitetä huomiota maan tiivistymisen ehkäisyyn ja jankkuroinnista tulee toistuvaa, ovat sen kustannukset todennäköisesti hyötyjä suuremmat.

Lisätehtävä: Pohdi mielessäsi onko sinulla käytössä yhteiskäyttökoneita? Onko jankkuri niistä yksi tai voisiko se olla ensimmäinen yhteiskäyttökone? Pohdi mahdollisuuksia kehittää koneiden yhteiskäyttöä.

Jankkurin muita käyttötapoja

Maata voi kuohkeuttaa myös matalalta, jos esimerkiksi sadonkorjuun yhteydessä on muodostunut pintatiivistymiä tai kevytmuokatessa anturoita. Matalan kuohkeutuksen avulla voi etenkin savimailla välttää syysmuokkausta, etenkin kyntöä, ja säilyttää aluskasvien peitteen talven yli. Jankkuria kokeillaan parhaillaan myös juuririkkakasvien torjunnassa etenkin ohdakkeella.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 25. Matalalla syksyisellä kuohkeutuksella kokeillaan Tyynelän tilalla syysmuokkauksen välttämistä ja juuririkkakasvien torjuntaa. Kuva: Juuso Joona.

Nurmiviljelyssä jankkurilla voidaan korjata korjuuketjun aiheuttamia tiivistymiä. Perhosniittokone + noukinvaunukorjuu keskittää raskaan peltoliikenteen kapealle alueelle, jonka säännöllinen (eli aina kun kosteusolosuhteet sen sallivat) nurmikasvustoon tehtävä jankkurointi ensimmäisen sadonkorjuun jälkeen auttaa kuohkeuttamaan tiivistetyt kaistat.

Syväkuohkeutuksen pääperiaatteet

1. Havainnoi maan rakennetta. Jos havaitset vaikean tiivistymän, selvitä, miksi tiivistymä on alun perin syntynyt. Estä tiivistymän syntyminen jatkossa.
2. Perusta hyvä viherlannoituskasvusto satokasvin aluskasvustoksi ja huolehdi sen talvehtimisesta, tarvittaessa esimerkiksi ohjaamalla seisova vesi pois painanteista pintaojilla tai myyräojilla.
3. Kun nurmi on selvinnyt kevääseen ja on hyvässä kasvussa, avusta sitä mekaanisesti eli jankkuroi tarkoitukseen hyvin soveltuvalla laitteella, kun maa on riittävän kuivaa.
4. Toista sama tarvittaessa toisena nurmivuotena tai seuraavalla viherlannoituskierroksella.
5. Päätä nurmi syyskasviin ja jatka viljelyä, mutta älä tiivistä uudestaan. Havainnoi maan rakenteen kehittymistä.

Lukua 5 ovat olleet kirjoittamassa:

Eliisa Malin ja Sanna Söderlund, BSAG
Iina Haikarainen, ProAgria Etelä-Savo
Pekka Terhemaa ja Netta Leppäranta, ProAgria Etelä-Suomi
Tuomas Mattila, Suomen ympäristökeskus*
Janne Pulkka, KVVY Tutkimus Oy
Petri Leinonen, Elomestari Oy
Juuso Joona, Tyynelän tila

* Tasapainoinen kasvinravitsemus -kappale, Vesitalouden parantaminen -kappaleessa “Salaojien toimintahäiriöt ovat yleisiä” sekä ”Vesitaloutta parantavia keinoja”-väliotsikosta eteenpäin kappaleen loppuun sekä Tiivistymien ehkäisy -kappaleen alkuosa väliotsikkoon ”Maan syväkuohkeuttaminen” asti.

Luvun 5 asiantuntijatarkastus:

Professori Laura Alakukku, Helsingin yliopisto
Tuomas Mattila, Suomen ympäristökeskus

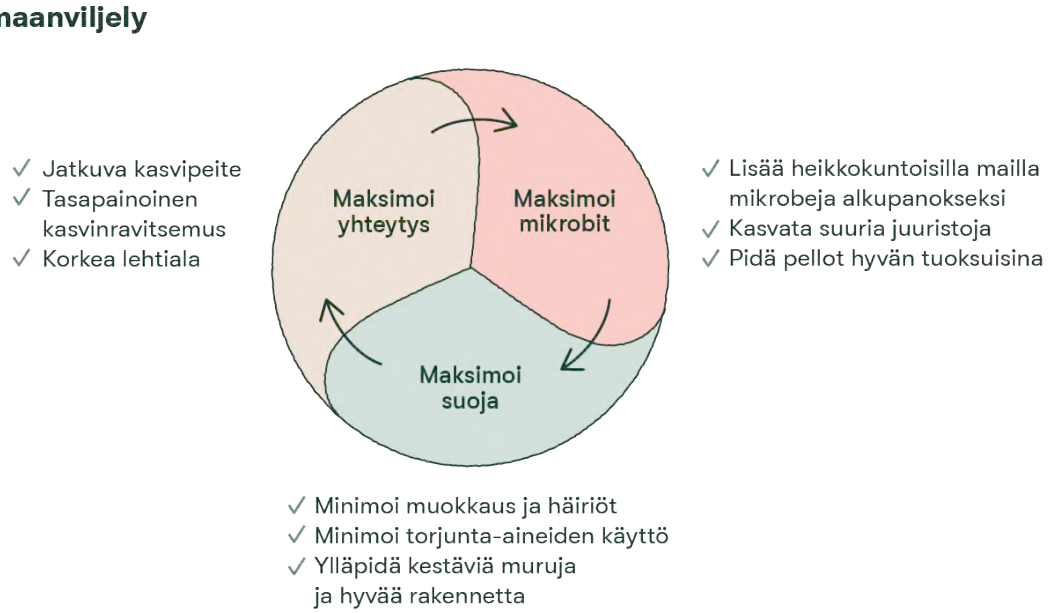
Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Luku 6 Maksimoi yhteytys, mikrobit ja suoja

Uudistavassa viljelyssä halutaan maksimoida yhteyttäminen, suoja ja mikrobit. Näitä kaikkia voidaan edistää monipuolisilla viljelykierroilla sekä oikeilla viljely- ja aluskasvivalikoimilla. Tässä luvussa tutustutaan viljelykierron monipuolistamiseen, kerääjä- ja aluskasveihin sekä kasvien kemialliseen vuorovaikutukseen.

I. Maanparannus ja hiilensidonta viljelykierron avulla

Mahdollisimman ympärivuotinen aito kasvipeite antaa suojaa maaperälle eroosiota ja ravinteiden huuhtoutumista vastaan. Lisäksi vihreä kasvusto on aina auringon paistaessa valmiina yhteyttämään, jolloin saavutetaan hyötyä hiilensidonnan kannalta. Myös mikrobit nauttivat kasvipeitteen tarjotessa niille ravintoa sekä juuristonsa kautta että kasvintähteinä. Kaiken kukkuraksi maan rakenne ja multavuus paranevat.



Kuva 1. Uudistavan viljelyn perusperiaatteet ruokkivat toinen toistaan. Kyseessä on positiivinen kierre, jossa multavuus kohenee ja maan rakenne paranee. Kuva: Tuomas Mattila.

Aito jatkuva kasvipeitteisyys

Aidossa jatkuvassa kasvipeitteisyydessä pelto on vihreän kasvuston peitossa mahdollisimman ympärivuotisesti. Jatkuvan kasvipeitteisyyden voi toteuttaa esimerkiksi monivuotisten nurmien, syyskylvöisten kasvien ja talven yli jätettävien kerääjäkasvikasvustojen avulla.

Pellolle talven ajaksi jäävä kasvusto sitoo peltomaata, mikä vähentää eroosiota, ravinnehuuhtoutumia ja vesistöihin päätyvän kiintoaineksen määrää. Ravinnehuuhtoumat häiritsevät vesiekosysteemien toimintaa, ja vesistöihin kertyvä typpi- ja fosforikuorma rehevöittää niitä. Erityisesti lauhat ja sateiset talvet ovat ravinnekuormituksen lisääntymisen kannalta

merkittäviä. Kiintoainekuormitus taas samentaa vesistöjä ja aiheuttaa liettymistä sekä vesistöjen umpeenkasvua. Eroosion ja ravinnehuuhtoutumien vähentämisellä on myös taloudellinen merkitys, sillä virtailevien vesien mukana pelloilta huuhtoutuu pois satokasvien kasvuun tarvittavia ravinteita ja peltojen lannoitukseen kulunutta rahaa.

Pellon aidolla talviaikaisella kasvipeitteisyydellä voidaan myös vähentää peltojen hiilidioksidipäästöjä ja kerryttää niiden hiilivarastoja. Yhteyttämistä ja hiilen sitomista tapahtuu mahdollisimman pitkään kasvukauden lopussa esimerkiksi kylvämällä talven yli jätettäviä kerääjä- ja aluskasveja yksivuotisten kevätkylvöisten kasvien kuten viljojen sekaan. Syyskylvöisten kasvien ja monivuotisten nurmien viljelyn myötä yhteyttäminen alkaa mahdollisimman aikaisin keväällä.

Tiesitkö?

Vaikka mahdollisimman suuri lehtiala on puinnin jälkeen yhteyttämisen kannalta tärkeää, ei runsaita kasvustoja kuitenkaan kannata jättää koko talveksi. Runsaasta kasvustosta voi olla haittaa kasvuston talvehtimiselle ja se voi lisätä ravinnehuuhtoutumia. Nurmet ja kerääjäkasvit voi esimerkiksi kerätä rehuksi, laiduntaa tai hyödyntää biokaasun raaka-aineeksi.

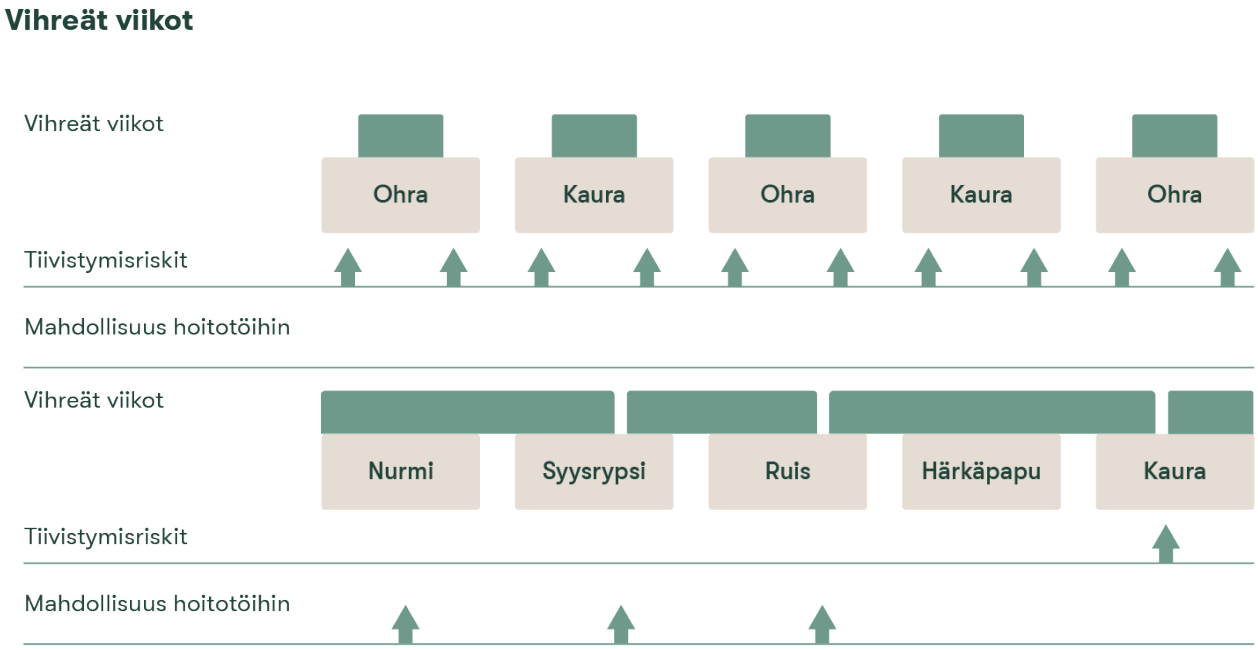
Kuva 2. Syyskasvit kuten syysruis ovat erinomainen vaihtoehto talviaikaiseksi kasvipeitteisyydeksi. Kuva: Eija Hagelberg.

Talviaikaisella kasvipeitteisyydellä on tärkeä tehtävä myös tulevaisuudessa, sillä ilmastonmuutoksen seurauksena Suomen vuosittaisten keskilämpötilojen ennustetaan nousevan vuoteen 2100 mennessä 2–6°C ja sademäärien lisääntyvän talvisin 10–40 prosenttia. (1 Tällöin talvet voivat olla entistä lyhyempiä ja sateisempia, jolloin eroosioriski ja ravinnehuuhtoumat voivat lisääntyä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Vihreät viikot

Vaikka jatkuva kasvipeitteisyys on tavoiteltavaa, pieniä katkoja tulee väistämättä. Seuraavassa esimerkki siitä, kuinka viljelykiertoa voi suunnitella maksimoimaan vihreiden viikkojen, eli yhteyttämisen määrä.



Kuva 3. Ylempi kierto kertoo yksinkertaisesta kaura-ohra -viljelykierrosta. Silloin pellolla on yhteyttävä kasvusto vain viljan itsensä ollessa vihreänä. Alemmassa kierrossa vihreitä viikkoja on selvästi enemmän. Nurmi lopetetaan ensimmäisenä syksynä ja tilalle kylvetään syysrypsi. Syysrypsin sadonkorjuun jälkeen kylvetään ruis. Rukiin puinnin jälkeen pellossa kasvavat rukiin itäneet puintitappiojyvät härkäpavun kylvöön saakka. Härkäpavun kylvön yhteydessä kylvetään aluskasviksi italian raiheinä, jonka kasvusto säilytetään seuraavaan kevääseen. Härkäpavun kylvö rukiin oraaseen suojelee maata tiivistymisriskiltä, sillä maa on kuivempaa kuin italian raiheinän jälkeisenä keväänä ennen kauraa. Lähde: Tuomas Mattila / OSMO-hanke.

Tehtävä 6.1

Tarkastele kurssilohkojesi eroosioherkkyyttä. Mistä kohdista peltoa lähtee kovilla sateilla maata, mihin muodostuu uomia, tai jos kyseessä on jyrkkä peltolohko, mistä maata lähtee tasaisesti?

Oppilaitoksessa tehtävä voidaan tehdä opettajan johdolla ryhmätyönä, sillä eroosioherkkien alueiden tarkastelemiseksi tulee olla hyvä tuntemus kyseisistä pelloista.

Kerro, millaisia havaintoja teit lohkoista ja pohdi, millaisilla kasvivalinnoilla ja viljelytoimilla voisit vähentää eroosiota.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tiedoksi tehtävään ennen 23.4 vastanneille: Eroosionhallintatehtävä on muuttunut. Aiemmin käytetty RUSLE 2015 -eroosiomallinnus on toistaiseksi poistunut käytöstä, jonka vuoksi sen tilalla on omaan havainnointiin liittyvä tehtävä.

Viljelykierron monipuolistaminen

Monipuolinen viljelykierto on viljelijän satsaus tulevaisuuteen, sillä se auttaa parantamaan ja ylläpitämään maan kasvukuntoa sekä kasvattamaan satovarmuutta. Monipuolisempi viljelykierto tasaa viljelyn työhuippuja ja riskejä, lisää tilan resilienssiä ja on taloudellisesti kannattavaa.

Viljelykierron monipuolistaminen parantaa maan kasvukuntoa ja tehostaa ravinnekiertoa.

Monipuolinen viljelykierto ylläpitää maaperän hyvää rakennetta ja lisää juuristorakenteen monimuotoisuutta. Syvä- ja laajajuuristen kasvien ja nurmien viljely sekä alus- ja kerääjäkasvien käyttö lisäävät maahan eloperäistä ainesta ja parantavat maan huokosrakennetta.

Kuva 4. Hyvin taimettunut syysrypsi varjostaa tehokkaasti rikkakasveja, ottaa ravinteet talteen sekä suojaa maata sateilta. Oikealla näkymä täyttyneen rypsikasvuston juureen, jonne ei rikkakasveja mahdu. Kuvat: Tero Tolvanen.

Mitä monipuolisempi viljelykasvivalikoima on, sitä monipuolisempi on maan pieneliötoiminta. Tällöin hajotus on tehokkaampaa ja ravinteet vapautuvat nopeammin seuraavien kasvien käyttöön. Viljelykierrossa hyödytään myös kasvien esikasviarvoista.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Esikasvivaikutustaulukko

Ominaisuus	Syysrypsi/ rapsi	Syysviljat	Kevätvilja	Kevätöljy	Herne/ härkäpapu	Juurikasvit	Kumina	Heinänurmi	Palkokasvi-seosnurmi
Orgaaninen aines	+	+	(0)/-	-	-	--	+(+)	++	+++
Murustuminen	++	+	-	-	+	--	+	++	+++
Muokkauskerroksen rakenne	++	+	-	-	+	--	+	++	+++
Pohjamaan rakenne	++	+	-	-	0	--	++	+	+++
Ravinteisuus	0	(0)/-	(0)/-	0	++	+	0	++	+++
Typen vapautuminen/ sitoutuminen kasvimassasta	-	--	--	-	+	0(+)	-	+	++
Kasvitaudit	--	-	(+)-	--	-(-)	--	-(-)	-	--
Tuholaiset	-	(0)-	(0)-	-	-	--	-	0	-
Siemenrikkakasvit	--	-	-	--	-	0	-	++	++
Kestorikat	0 (+)	(-)	-	--	-	+	-	+	+

+ myönteinen vaikutus 0 merkityksetön vaikutus - epäedullinen vaikutus

Kuva 5. Esikasvit eli edellisenä vuonna viljellyt kasvit voivat vaikuttaa myönteisesti seuraavaan viljelykasviin. Joissain tapauksissa niiden hyvät vaikutukset voivat ulottua jopa usean kasvukauden päähän. Esikasvin vaikutukset näkyvät muun muassa satokasvin parempana ravinteiden hyödyntämisenä, kasvitautien vähenemisenä sekä maan rakenteen paranemisena. Kuva lähteestä 2, tiedot päivittänyt Jukka Rajala 2021.

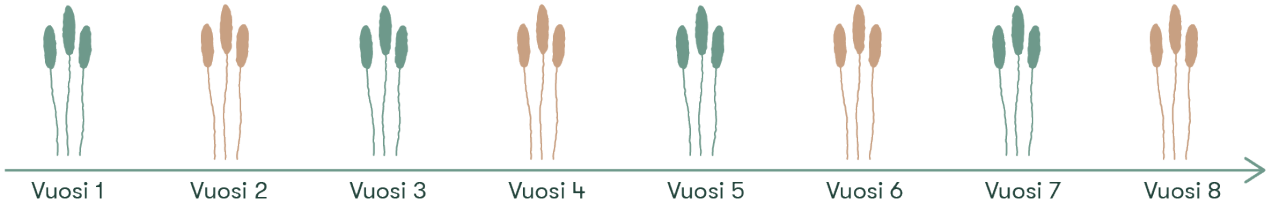
Monipuolinen viljelykierto vähentää kasvitautien riskiä. Viljelykierrolla ehkäistään erityisesti kasvitauteja, jotka talvehtivat maassa tai kasvinjätteissä. Viljelykierron vaikutus kasvitauteihin on seurausta monipuolisen pieneliöstön tehokkaan hajotustoiminnan lisääntymisestä, jonka lisäksi yhteen isäntäkasviin erikoistuneiden taudinaiheuttajien määrä vähenee. Monipuolinen viljelykierto hyödyttää myös rikkakasvien torjunnassa. Hyötyjä ovat esimerkiksi herbisidiresistenssin ehkäisy, heinämäisten rikkakasvien paremmat torjuntamahdollisuudet kaksisirkkaisten viljelykasvien vuosina sekä monivuotisten nurmien rikkakasvipankkia vähentävä vaikutus.

Monipuoliseen viljelykiertoon kannattaa sisällyttää vuorovuosin yksisirkkaisia kuten viljoja, kaksisirkkaisia kuten öljy- ja palkokasveja, kevätkylvöisiä, syyskylvöisiä sekä yksivuotisia ja monivuotisia kasveja. Viljelykasveja voi viljellä myös seoskasvustoina, joissa viljellään samaan aikaan eri kasvilajeja tai lajikkeita. Varsinaisen pääkasvivalikoiman lisäksi viljelykiertoa voi monipuolistaa ottamalla käyttöön kerääjä-, väli- ja aluskasveja. Peltoalueiden monimuotoisuutta lisäävät ja kiertoa monipuolistavat viherlannoitusnurmet, luonnonhoitopellot,

monimuotoisuuspellot, riistapellot, maisemapellot sekä niitty- ja lintupellot. Peltolohkoilla voi hyödyntää myös viljelykasvin pinta-alaan kuuluvia monimuotoisuuskaistoja.

Kuvien 6–10 lähteenä on käytetty lähdettä 3.

Vuoroviljely

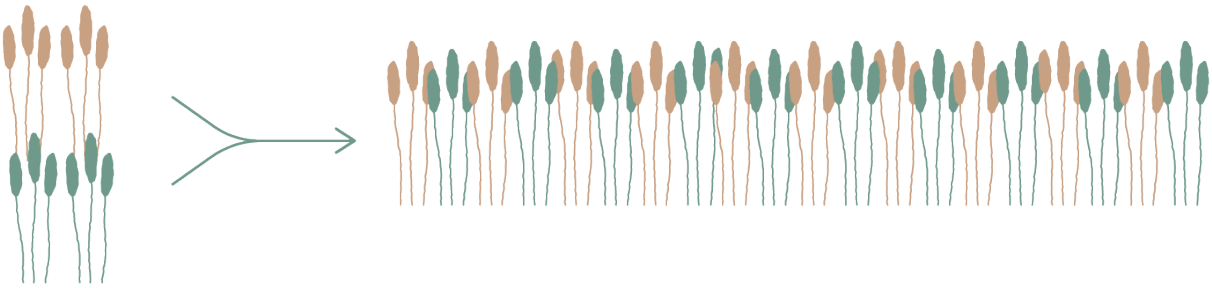


Kuva 6. Vuoroviljelyssä viljellään vähintään kahta erityyppistä viljelykasvia, esimerkiksi kevät- ja syysviljoja vuorotellen niin, että samaa kasvia ei viljellä peräkkäisinä vuosina.

Viljelykierto

Kuva 7. Viljelykierto koostuu useammasta erityyppisestä viljelykasvista, kuten palkokasvista, viljasta ja öljykasvista. Myös aluskasveja kannattaa sisällyttää viljelykiertoon. Viljelykiertoa toteutetaan suunnitelmallisesti niin, että kierrosta saatava hyöty on mahdollisimman suuri.

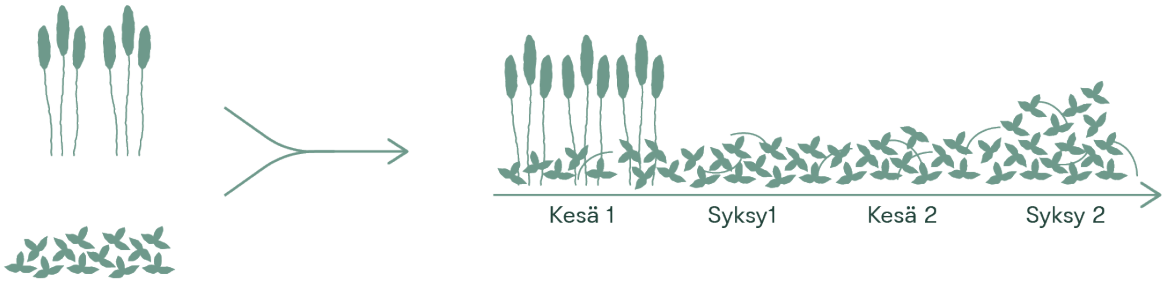
Seosviljely



Kuva 8. Seosviljelyssä viljellään yhtäaikaisesti saman kasvilajin kahta eri lajiketta tai täysin eri kasvilajeja, ja ne myös kylvetään ja korjataan samalla kertaa. Esimerkkinä viljelymenetelmästä ovat rehuksi tuotettavat herne-kauraseokset ja kahden ohralajikkeen seokset.

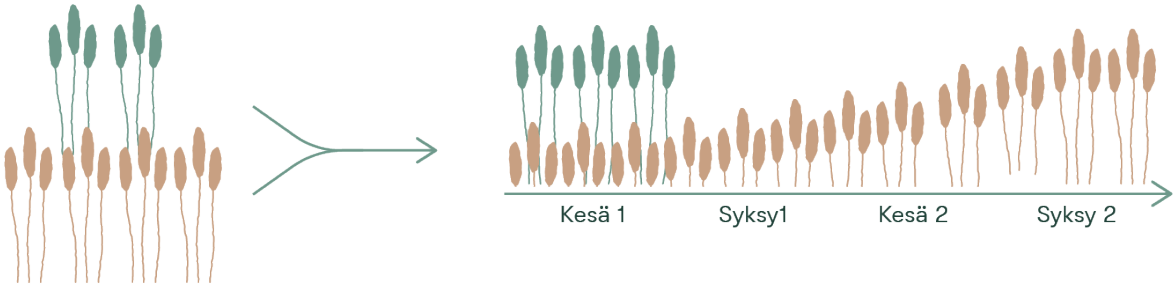
Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Alus-, kerääjä- ja viherlannoituskasvit



Kuva 9. Yksivuotisen satokasvin sekaan voi kylvää samalla aluskasvin. Yksivuotisen kasvin sato korjataan ensimmäisenä syksynä, ja aluskasvi saa jatkaa kasvuaan, kunnes se kuolee talveksi tai muokataan maahan. Aluskasvin voi antaa kasvaa seuraavan vuoden syksyyn saakka, jolloin rehevöitynyt kasvusto toimii viherlannoituksena. Ylijäämäravinteita sitovan kerääjäkasvin voi myös kylvää aikaisin korjattavien satokasvien jälkeen.

Sekaviljely



Kuva 10. Sekaviljelyn muotoja on monia, joista yhdessä yksivuotisen satokasvin sekaan voi kylvää samalla syysmuotoisen satokasvin. Yksivuotisen kasvin sato korjataan ensimmäisenä syksynä, ja syysmuotoinen kasvi jatkaa kasvuaan seuraavan vuoden syksyyn saakka. Esimerkkinä viljelymenetelmästä on aikaisen ohran sekaan kylvettävä syysrypsi tai kumina (4.

Kasvilajien valinta monipuoliseen viljelykiertoon

Jotta viljelykierrosta saadaan mahdollisimman monipuolinen, kannattaa siihen valita kasveja, jotka eroavat toisistaan vaatimuksiltaan ja ominaisuuksiltaan. Tilan kasvivalikoiman laajuuteen vaikuttavat peltolohkojen ominaisuudet, tuotantosuunta, maantieteellinen sijainti, tilan konekanta, lohkojako sekä viljelykasvien alueelliset markkinat. Viljelijän tuleekin viljelykierron monipuolistamista suunnitellessaan ottaa huomioon oman tilan erityispiirteet. Esimerkiksi karjatilan, kasvitilan ja avomaan vihannestilan näkökulmat viljelykierron monipuolistamiseen eroavat huomattavasti toisistaan.

Monipuolisuutta voi lisätä myös lohkojen vaihdolla tilojen välillä. Esimerkiksi vihannestilan lohkot ovat usein loistavassa kasvukunnossa viljoja tai nurmia ajatellen, nurmiviljely taas parantaa intensiivisen riviviljelyn rasittamia peltoja.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Eri viljelykasvien ominaisuudet viljelykiertojen kannalta

Viljelykasvi	Juuriston voimakkuus	Typpilannoitus-tarve	Ravinteiden mineralisointi maasta	Varjostavuus rikka-kasvien elinolojen heikentämiseksi
Viljat	-	+ +	+	+
Herne	+	+	+ +	+ +
Härkäpapu	+ +	+	+ +	+ +
Apilanurmi	+ + +	-	+ + +	+ + +
Heinänurmi	+ +	+ +	+ +	+ +
Juurikkaat ja öljykasvit	+ +	+ +	+ +	+ +

- ei vaikutusta tai vaikutus heikko
+ vähäinen vaikutus
++ kohtalainen vaikutus
+++ voimakas vaikutus

Kuva 11. Viljelykiertoa suunnitellessa on hyvä pohtia eri viljelykasvien ominaisuuksia ja tarpeita. Lähde: Jukka Rajala 2021.

Satokasvien ominaisuuksia viljelykierrossa

Syysviljat ovat kevätviljoja syväjuurisempia. Kevätviljoihin verrattuna ne ottavat ja vapauttavat tehokkaammin ravinteita maaperästä. Syysviljojen kasvustoon jäänyt tai kasvilta hyödyntämättä jäänyt typpi voi myös hyödyttää seuraavaa viljelykasvia. Syvemmän ja suuremman juuristonsa myötä syysviljat parantavat maan rakennetta ja tuottavat maaperään enemmän orgaanista ainesta.

Syysviljojen viljely onnistuu parhaiten lohkoilla, joiden vesitalous on kunnossa, sillä ne eivät siedä seisovaa vettä ja jäätä. Tällaisia ovat esimerkiksi viettävät lohkot ja kivennäismaat, eloperäisillä mailla talvehtiminen voi olla epävarmaa. Syysviljat kestävät kevätviljoja paremmin kevätkuivuutta laajemman juuristonsa vuoksi.

Öljykasveilla on syvä ja runsas juuristo, joka muokkaa maata, mutta ei kuitenkaan läpäise tiivistymiä. Rypsi hillitsee viljoilla esiintyviä kasvitauteja. Rypsin hyvä esikasvivaikutus perustuu kasvustoon jääneeseen tai käyttämättä jääneeseen typpeen, joka toimii ravinnelähteenä seuraavalle viljelykasville. Kasvitautiriskien vuoksi öljykasveja suositellaan viljeltäväksi lohkolla korkeintaan joka viides vuosi.

Juurikasvit muodostavat syvän ja runsaan juuriston, ja ottavat maasta ravinteita kasvukauden myöhäiseen syksyyn saakka. Ne myös rapauttavat maasta ravinteita kuten kaliumia. Kasvinvuorotus on tärkeää tautipaineen vähentämisen kannalta. Perunamaan tulisi olla vesitaloudeltaan hyvä, ja se menestyy parhaiten kevyillä kivennäismailla pH:n ollessa vähintään tyydyttävä. Sokerijuurikas ei viihdy happamilla mailla, pH:n tulisi olla lähempänä seitsemää.

Kumina on monivuotinen ja syväjuurinen viljelykasvi, joka muokkaa maata ja lisää maaperän orgaanisen aineksen määrää. Kumina on hyvä esikasvi erityisesti syysviljoille. Pellon pH:n tulisi olla vähintään 6,3 ja parhaiten kumina menestyy kivennäismailla. Vesitalouteen ja pellon pinnan muotoiluun kannattaa kiinnittää huomiota, sillä pellolla seisova vesi voi aiheuttaa talvituhoja.

Nurmien ominaisuudet riippuvat nurmiseokseen valituista lajeista. Erityisesti puna-apila, ruokonata ja koiranheinä kasvattavat syvän juuriston, joka muokkaa maata ja jättää jälkeensä runsaasti orgaanista ainesta. Toisaalta taas valkoapilan rönsyävä kasvutapa täyttää nurmen aukkopaikkoja ja vähentää rikkakasveille otollista kasvutilaa.

Palkokasvien kuten herneen ja härkäpavun viljely vähentää typpilannoitustarvetta sekä viljelykasvilla että seuraavan satokasvin lannoituksessa. Palkokasvien biologinen typensidonta lisää biologista aktiivisuutta juuristovyöhykkeen alueella ja edistää ravinteiden mineralisoitumista.

Lue lisää eri satokasvien ominaisuuksista viljelykierrossa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Lisämateriaali: Satokasvien ominaisuuksia viljelykierrossa

Syysviljat ovat kevätviljoja syväjuurisempia ja kevätviljoihin verrattuna sekä ottavat että vapauttavat tehokkaammin ravinteita maaperästä. Syysviljojen kasvustoon jäänyt tai kasvilta hyödyntämättä jäänyt typpi voi myös hyödyttää seuraavaa viljelykasvia. Syvemmän ja suuremman juuristonsa myötä syysviljat parantavat maan rakennetta ja tuottavat maaperään enemmän orgaanista ainesta.

Syysviljojen viljely onnistuu parhaiten lohkoilla, joiden vesitalous on kunnossa, sillä ne eivät siedä seisovaa vettä ja jäätä. Tällaisia ovat esimerkiksi viettävät lohkot ja kivennäismaat, eloperäisillä mailla talvehtiminen voi olla epävarmaa. Syysviljat kestävät kevätviljoja paremmin kevätkuivuutta laajemman juuristonsa vuoksi.

Syysruis viihtyy parhaiten kevyillä kivennäis- ja savimailla. Syysruis sietää happamampiakin olosuhteita, mutta pH:n olisi hyvä olla vähintään tyydyttävällä tasolla.

Syysvehnä kasvaa parhaiten kivennäis- ja savimailla, ja pH:n tulisi olla yli 6,2.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Öljykasveilla on syvä ja runsas juuristo, joka muokkaa maata, mutta ei kuitenkaan läpäise tiivistymiä. Rypsi hillitsee viljoilla esiintyviä kasvitauteja. Rypsin hyvä esikasvivaikutus perustuu kasvustoon jääneeseen tai käyttämättä jääneeseen typpeen, joka toimii ravinnelähteenä seuraavalle viljelykasville. Kasvitautiriskien vuoksi öljykasveja suositellaan viljeltäväksi lohkolla korkeintaan joka viides vuosi.

Syysrypsi ja –rapsi sopivat monille maalajeille, mutta parhaimpia lohkoja ovat viettävät kivennäismaat, joilla vesi ja jää eivät pääse seisomaan talven aikana. Syysmuotoisten öljykasvien viljely onnistuu parhaiten lohkoilla, joiden vesitalous on kunnossa. pH:n tulisi olla vähintään tyydyttävällä tasolla.

Kevätrypsi ja –rapsi sopivat hyvärakenteisille maille ja useille maalajeille. Kevätrapsia ei kuitenkaan suositella eloperäisille maille. Kivennäismailla pellon pH:n tulisi olla vähintään 6.

Öljypellava kasvaa parhaiten hikevillä savi- ja hietamailla, ja se pärjää myös happamilla mailla (pH yli 5,5), mutta viihtyy parhaiten kun pH on yli kuuden. Pellava on matalan juuristonsa vuoksi poudanarka.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Öljyhamppu sopii hikeville ja multaville maille, joiden pH on 6–7 ja joiden vesitalous on kunnossa: hampun juuristo ei kestä seisovaa vettä.

Juurikasvit muodostavat syvän ja runsaan juuriston, ja ottavat maasta ravinteita kasvukauden myöhäiseen syksyyn saakka. Ne myös rapauttavat maasta ravinteita kuten kaliumia. Kasvinvuorotus on tärkeää tautipaineen vähentämisen kannalta. Perunamaan tulisi olla vesitaloudeltaan hyvä, ja se menestyy parhaiten kevyillä kivennäismailla pH:n ollessa vähintään tyydyttävä. Sokerijuurikas ei viihdy happamilla mailla, pH:n tulisi olla lähempänä seitsemää.

Kumina on monivuotinen ja syväjuurinen viljelykasvi, joka muokkaa maata ja lisää maaperän orgaanisen aineksen määrää. Kumina on hyvä esikasvi erityisesti syysviljoille. Pellon pH:n tulisi olla vähintään 6,3 ja parhaiten kumina menestyy kivennäismailla. Vesitalouteen ja pellon pinnan muotoiluun kannattaa kiinnittää huomiota, sillä pellolla seisova vesi voi aiheuttaa talvituhoja.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Nurmien ominaisuudet riippuvat nurmiseokseen valituista lajeista. Erityisesti puna-apila, ruokonata ja koiranheinä kasvattavat syvän juuriston, joka muokkaa maata ja jättää jälkeensä runsaasti orgaanista ainesta. Toisaalta taas valkoapilan rönsyävä kasvutapa täyttää nurmen aukkopaikkoja ja vähentää rikkakasveille otollista kasvutilaa.

Apilat ja mailaset kasvavat parhaiten hyvärakenteisilla, vesitaloudeltaan hyvillä savi- ja kivennäismailla, joiden pH on yli 6. Erityisesti sinimailanen viihtyy parhaiten lämpimillä, rinteisillä lohkoilla, joissa pohjavesi on tarpeeksi alhaalla.

Heinäkasvit sopivat useimmiten kaikille maalajeille, mutta niiden poudankestävyys vaihtelee lajin mukaan. Esimerkiksi syväjuuriset ruokonata ja koiranheinä kestävät paremmin kuivuutta verrattuna matalajuurisiin timoteihin ja englanninraiheinään.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Palkokasvien kuten herneen ja härkäpavun viljely vähentää typpilannoitustarvetta sekä viljelykasvilla että seuraavan satokasvin lannoituksessa. Palkokasvien biologinen typensidonta lisää biologista aktiivisuutta juuristovyöhykkeen alueella ja edistää ravinteiden mineralisoitumista.

Herne on kasvupaikkavaatimuksiltaan vaatelias, ja se viihtyy parhaiten ilmavilla, hyvärakenteisilla hieta- ja hietasavimailla. Maan pH:n olisi hyvä olla 6,0–6,7. Herne kärsii helposti kuivuudesta sekä liiallisesta vedestä.

Härkäpapu viihtyy parhaiten ilmavilla savi-, hietasavi- ja hietamailla, joiden pH on 6,0–7,0. Härkäpapu ei sovi poudanaroille maille, ja typpirikkailla multamailla sen tuleentuminen voi viivästyä.

Lupiini viihtyy karkeilla hieta- ja hiekkamailla, joiden pH on hapan tai neutraali (alle 6,3). Lupiinilohkojen vesitalouden tulisi olla kunnossa.

Teksti: Iina Haikarainen, ProAgria Etelä-Savo

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Miten nurmia viljatilan kiertoon?

Yksipuolisten viljelykiertojen kuten pelkän viljan viljelyn myötä peltojen kasvukunto voi pidemmän päälle heikentyä, mikä puolestaan laskee satotasoja. Myös viljanviljelytilojen viljelykiertoon voi sisällyttää nurmia, jotka parantavat maan rakennetta ja lisäävät maan orgaanisen aineksen määrää.

Viljatilan viljelykiertoon voidaan sisällyttää siementuotantonurmia, yksi- ja monivuotisia viherlannoitusnurmia ja erilaisia viherkesantotyyppejä, kuten esimerkiksi talven yli säilytettäviä monimuotoisuuspeltoja. Viljatilan yksipuoliseen viljelykiertoon mukaan otettavia nurmia voidaan kutsua *katkaisunurmiksi*, joiden tavoitteena on parantaa maan kasvukuntoa katkaisemalla yksipuolinen viljely 1–2 vuoden ajaksi.

Kuva 12. Sirkku Puumala ja Patrick Nyström tarkkailevat toisen vuoden nurmikasvuston juuristoa. Kuva: Kimmo Syväri.

On oikeastaan hassu ajatus, ettei nurmea voisi viljellä, vaikka ei olisi karjaa jolle rehu menee. Meilläkin on karjaa, mutta se vain on maan alla!

– Maanviljelijä Sirkku Puumala, Verkatakkilan tila, Vihti

Viljatiloilla voidaan hyödyntää myös satonurmia esimerkiksi karja- ja hevostilojen kanssa tehtävän yhteistyön avulla. Lohkolta voidaan esimerkiksi ottaa vuosittain yksi sato, ja toinen voidaan

murskata maahan viherlannoitukseksi. Nurmivuodet tarjoavat myös mahdollisuuden syysviljojen viljelyyn, sillä pelto voidaan muokata jo kasvukauden varhaisemmassa vaiheessa.

Nurmivuodet lisäävät maan eloperäisen aineksen pitoisuutta, kun maahan jää runsaasti juuristo- ja kasvustomassaa nurmia päätettäessä.

Nurmien lisäämisellä viljelykiertoon voidaan vaikuttaa myös kierron lannoituskustannuksiin: Nurmiseosten typensitojakasvit kuten apilat ja mailaset sitovat peltoon ilmakehän typpeä ja vähentävät viljelykierron lannoitustarvetta.

Viljelykierron nurmivuosilla on maan rakennetta parantava vaikutus: syväjuuriset kasvilajit kuohkeuttavat maan rakennetta syvälle tunkeutuvan juuriston avulla. Eloperäisen aineksen lisääntyessä maan huokostilavuus kasvaa kivennäis- ja savimailla, jolloin pellon vesi-, kaasu- ja ravinnetalous paranevat. Tällöin myös peltomaan veden varastoimiskyky ja poudankestävyys paranevat.

Viljelykierron nurmivuosina maahan sitoutuu enemmän hiiltä runsaan juuriston, maahan muokattavan kasvuston ja monivuotisten nurmien muokkaamattomuuden myötä.

Monivuotiset nurmiseokset

Helpoin ja muokkaustarvetta vähentävä tapa perustaa nurmi on suojaviljan alle kylväminen. Näin saadaan yksi lisävuosi ilman muokkausta sekä maksimaalinen kasvipeite ja yhteyttäminen nurmivuoden keväällä. Viherlannoitus tai katkaisunurmen perustaminen ei eroa tavallisen rehunurmen perustamisesta. Kasvilajeja valikoidessa voidaan painottaa enemmän syväjuurisuutta (esim. ruokonata heinäkasviksi timotein sijaan), koska maittavuudesta ei tarvitse välittää.

Syväjuuriset palkokasvinurmet ovat parhaita viljatilojen katkaisunurmia. Erilainen ravinnetarve ja syvä juuristo mahdollistavat palkokasveille sellaisten ravinteiden hyödyntämisen, jotka ovat yksivuotisten viljakasvien ulottumattomissa. Kun typpi saadaan biologisen typensidonnan avulla, apila- tai sinimailaspitoiset nurmet kasvavat yleensä hyvin ilman vuotuislannoitusta.

Nurmivuonna nurmea on hoidettava niittämällä, murskaamalla tai laiduntamalla, jos siitä ei kerätä satoa. Kasvukaudella tehdään kahdesta neljään niittoa pitkään sänkeen. Sängen korkeus tulisi olla mieluiten 15–20 cm, mutta ehdottomasti yli 10 cm. Niitto torjuu rikkakasveja ja pitkään sänkeen niitettäessä nurmiseoksen kasvu ei katkea kuten lyhyeen sänkeen niitettäessä. Niitto myös nuorentaa kasvustoa, eli se pitää nurmiseoksen kasvit vegetatiivisen kasvun vaiheessa ja maksimoi hiilensidonnan peltoon.

Kuva 13. Niittokorkeutta voi nostaa esimerkiksi niittokoneeseen asennettavilla jalaksilla. Kuva: Sanna Söderlund.

Katso videolta viljelijän kokemuksia niittokorkeudesta (1:45).

Yksivuotiset viherlannoitusseokset

Yksivuotiset viherlannoitusnurmet sopivat erinomaisesti pellon perusparannusvuosiin, jolloin osa kasvukaudesta käytetään kesannointiin, ojitukseen, maanparannusaineiden levitykseen tai muihin vastaaviin toimenpiteisiin. Kevätviljat, sinappi, öljyretikka, virnat ja herne ovat nopeasti kehittyviä, maata suojaavia ja rikkakasveja varjostavia vaihtoehtoja kylvöseokseen, heinät ja apilat taas tarjoavat jälkikasvukykyä hoitoniittojen jälkeen.

Virnat (rehu- ja ruisvirna) ovat erinomaisia yksivuotisia viherlannoituskasveja. Jos ne niitetään pitkään sänkeen heti kukinnan alkuvaiheessa, niiden jälkikasvukyky on hyvä. Nurmikasvit ja apilat seoksessa varmistavat voimakkaan kasvun myöhäiseen syksyyn.

II. Kerääjä-, alus- ja syväjuuriset kasvit sekä typensidonta

Kerääjäkasvit ovat tärkeä osa pellon tuottavuuteen, kestävyyteen ja hiilensidontaan tähtäävän maatilan viljelykiertoa. Mikäli tilan viljelykiertoon ei kuulu nurmia, on todella tärkeää hyödyntää kerääjäkasveja, jotka jatkavat yhteyttämistä varsinaisen satokasvin korjuun jälkeen. (5,6

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Viljelykierron monipuolistaminen parantaa maan kasvukuntoa, ja sen osana erinomaisesti toimivat kerääjäkasvit tuovat hyötyjä maan kasvukuntoon jo ensimmäisenä kasvukautenaan. Kasvustojen sekoittaminen maahan tuo peltoon uutta eloperäistä ainesta ja kohottaa maan biologista aktiivisuutta nopeasti.

Suurin osa kerääjäkasvien hyödyistä näkyy vasta vuosien kuluessa, ja sitä voimakkaammin, mitä useammin kerääjäkasveja viljelykierrossa käytetään. Parhaimmillaan kerääjäkasvit parantavat maan rakennetta ja kasvukuntoa, vähentävät ravinnevalumia, eroosiota ja tuhohyönteisten sekä kasvitautien riskiä.

Kuva 14. Kerääjäkasvi suojaa maata sadonkorjuun aikaan raskaiden koneiden aiheuttamilta tiivistymiltä. Satokasvin tuleennuttua kerääjäkasvi jää kasvamaan ja yhteyttämään aina pakkasiin asti. Kuva: Eliisa Malin.

Kerääjäkasviin tulee suhtautua kuin mihin tahansa satokasviin. Ympäristöhyötyjen ja pellon paranevan kasvukunnon lisäksi kerääjäkasvi voidaan hyödyntää taloudellisesti esimerkiksi laitumena, kotieläinten rehuna, siemenenä tai biokaasuntuotannon raaka-aineena.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kerääjä- ja aluskasvien tuottamia hyötyjä

Kerääjäkasvien oleellisia hyötyjä ovat yhteytys sekä biomassa, jotka lisäävät maan eloperäistä ainesta ja tehostavat hiilensidontaa. Multavuuden paraneminen lisää ajan mittaan myös kasvien typensaantia maasta. Hiilensidonnan ja pellon ravinnetasapainon kannalta merkittävää maan kasvipeitteetöntä aikaa voidaan lyhentää kerääjäkasvien avulla, jotka ottavat ravinteita myöhään syksyyn pääkasvin sadonkorjuun jälkeen ja jatkavat yhteytystä satokasvin tuleennuttua.

Kerääjäkasvit pienentävät eroosioriskiä ja maanpinnan liettymistä peittämällä maata juuri silloin, kun sääolot ovat eroosion ja valumien osalta pahimmillaan. Kerääjäkasvit haihduttavat maasta vettä syksyllä ja jos kasvusto säilyy talven yli, myös keväällä. Tällöin maa kuivuu haihduttavan kasvuston ansiosta nopeammin, ja toisaalta kasvusto suojaa pintamaata liian nopealta kuivumiselta. Tasaisesti kuivuva pelto on nopeammin muokattavissa, muokkauksen aiheuttaman tiivistymisen riski pienenee ja pintamaan kylvökosteus säilyy.

Kerääjäkasvit voivat auttaa läpäisemään ja murtamaan tiivistyneitä maakerroksia. Erityisen hyvin ne toimivat jankkuroinnin aisaparina. Jankkurointi tehdään elävään nurmeen tai kerääjäkasvustoon, jossa on riittävästi syväjuurisia kasveja. Jankkuroinnin jälkeen kasvien tulee saada kasvaa häiritsemättä ainakin kuuden viikon ajan, jolloin ne ehtivät kasvattamaan juurensa syvempiin kerroksiin maata tasapainottaen ja mururakennetta parantaen. Monilajisessa kasvustossa kasvien erilaiset juuristot muokkaavat maata yhdessä. Syvälle tunkeutuvat paalujuuret ja laajat, tiheät hiusjuuret muokkaavat maata tehokkaasti.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 15. Sikuri on hyvä esimerkki paalujuurisesta kasvista, joka tuottaa peltoon runsaasti eloperäistä ainesta ja muokkaa maata. Kuva: Sanna Söderlund.

Kun kaksi tai useampia kasveja kasvaa samalla paikalla, syntyy vääjäämättä kilpailua ravinteista, vedestä ja valosta. Aluskasvin kasvun tulisi olla hillittyä viljan puintiin asti, jotta kilpailu olisi mahdollisimman pientä. Kirjallisuuden perusteella aluskasvit saattavat pienentää pääkasvin satoa paljon, vähän tai ei ollenkaan riippuen kasvilajeista, viljelytekniikoista ja oloista.

Kustannuslaskentaa

Suomessa tehdyn Tehoa maatalouden vesiensuojeluun -hankkeen yhteydessä toteutetuissa kerääjäkasvikokeissa arvioitiin kerääjäkasvien viljelijälle aiheuttamia kuluja. Saatujen tulosten mukaan biologinen typensidonta kompensoi kuluja jonkin verran, mutta pysyvämmät, pellon yleiseen tuottavuuteen vaikuttavat parannukset tulevat vähitellen.(6

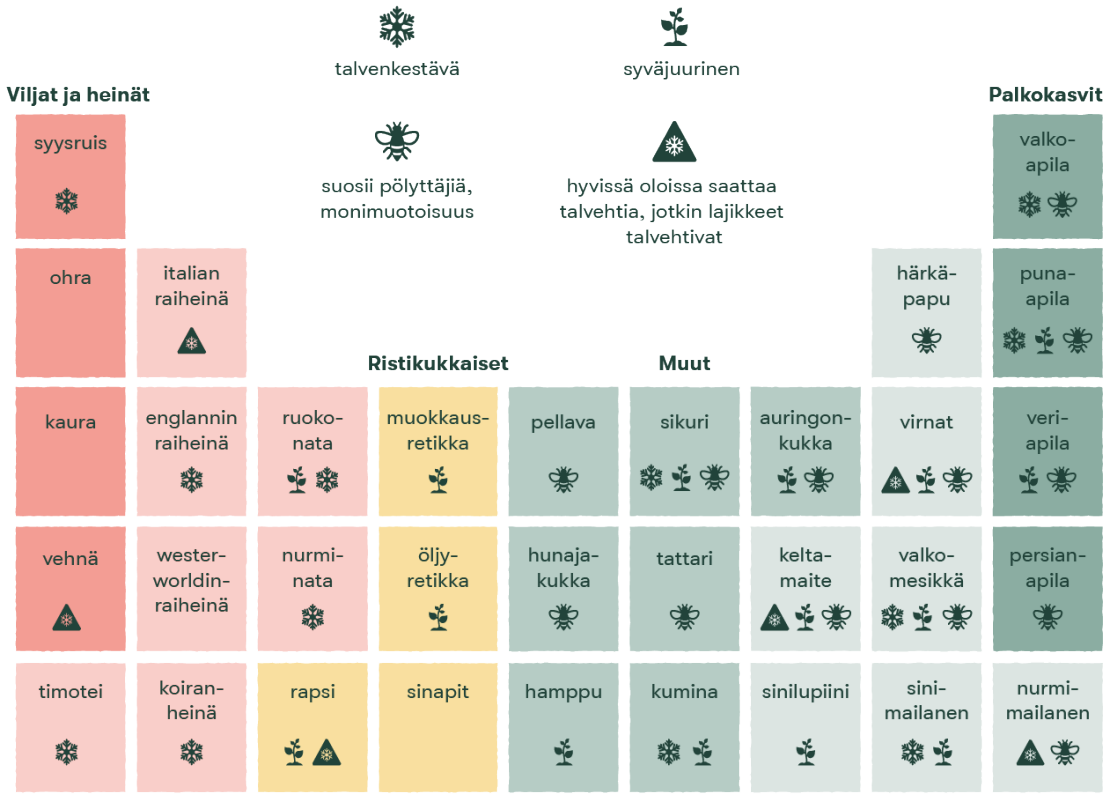
Kerääjäkasvien käytössä kuluja muodostuu lähinnä siemenkustannuksista ja mahdollisista laitehankinnoista. Kerääjäkasvien kylvöön voi käyttää monenlaisia laitteita suorakylvökoneista keskipakoislevittimiin.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kerääjä- tai aluskasvin valinta

Aluskasvin valinnan pääperiaate on, että sen tulee sietää pääkasvin aiheuttamaa kilpailua, mutta se ei saa kasvaa voimakkaasti ennen pääkasvin korjuuta. Puinnin jälkeen sen kuitenkin pitää vallata alaa ja yhteyttää tehokkaasti. Jos halutaan hyödyntää kerääjäkasvusto talviaikaisena kasvipeitteenä, maksimoida yhteytys ja hiilensidonta sekä eroosion ja valumien ehkäisy, pitää kerääjäkasvin sietää hyvin pakkasta ja talvea ja sillä pitää olla hyvin kehittyvä juuristo. Lisäksi hyvästä aluskasvista ei saa tulla helposti rikkakasvia, eikä se saa auttaa pääkasveja haittaavien tuholaisten ja tautien lisääntymistä.

Kerääjäkasvitaulukko



Kuva 16. Kerääjäkasvitaulukko. Kerääjäkasvien valinnassa voidaan käyttää apuna kerääjäkasvitaulukkoa, josta voi valita pelloilleen parhaiten sopivia kerääjäkasveja ja niiden yhdistelmiä. Yhdessä kerääjäkasviratkaisimen kanssa taulukko helpottaa seosten suunnittelua. Kasveja valitessa on hyvä huomioida, että kaikki taulukon kasvit eivät sovellu aluskasveiksi. Kuva lähteestä 7.

Aluskasvien käyttö ja hyöty riippuvat monesta tekijästä. Ensin on päätettävä, halutaanko sitoa typpeä ilmasta vai kerätä sitä maasta, vai onko monimuotoisempi viljely ja ajan mittaan paraneva maan kasvukunto päätavoite. (6,7

Italianraiheinän ja talvehtivan timotein seosta voidaan käyttää, kun pelätään typen huuhtoutumisesta esiintyviä haittoja. Lannoitekuluja pienennetään apiloiden avulla. Esimerkiksi

valkoapilan ja italianraiheinän seos on hyvä valinta, kun tavoitellaan samaan aikaan monimuotoisuutta, typpihyötyä ja pientä huuhtoutumisen riskiä.

Satokasviin kohdistuvaa kilpailua voidaan säädellä siemenmäärien avulla. Yksi viljelijän tärkeistä tehtävistä on seurata lohkokohtaisesti, millaisiin kasvutiheyksiin käytetyillä siemenmäärillä päästään. Jos kasvustot ovat syksyisin toistuvasti kovin harvoja, pitää siemenmäärää lisätä tai kylvötekniikkaa parantaa. Jos kasvusto on syksyllä tiheää ja kilpailu pääkasvia kohtaan on kesällä näyttänyt voimakkaalta, voidaan siemenmäärää vähentää.

Katso video viljelijän kokemuksista kerääjäkasvin siemenmääristä: Kerääjäkasvikokeilua maan parhaaksi (0:56)

Seoskasvustot ovat hyviä myös kerääjäkasvustoissa. Monilajisessa kerääjäkasvustossa heinäkasvit keräävät maan liukoista typpeä samalla, kun apilat sitovat ilmakehän typpeä. Monilajisessa kasvustossa sääolojen vaikutus ei myöskään ole niin voimakas. Yleensä monilajisen kerääjäkasvuston lajeista menestyy aina joku.

Joskus on kuitenkin tilanteita, joissa kannattavinta on kylvää 1–3 varmaa aluskasvia tai kerääjäkasvia.

Kerääjäkasviseoksen huolellinen suunnittelu kannattaa. Hyvin valitut lajit ja lajikkeet eivät yleensä aiheuta mitään haittaa puinnille. Jos satokasvin kasvusto jää harvaksi tai epäonnistuu, on kerääjäkasvin läpikasvu todennäköisempää. Toisaalta kerääjäkasvi jää silloin peittämään maata, eikä rikkakasveille jää tilaa.

Apua kerääjäkasviseosten suunnitteluun ja arviointiin saat Kerääjäkasviratkaisimesta.

Lisätietoa kerääjäkasveista saat Kerääjäkasvioppaasta.

Tehtävä 6.2

Tutustu kerääjäkasvitaulukkoon. Mikä tai mitkä kasveista sopii tai sopivat väittämään parhaiten? Kasveilla voi olla muitakin ominaisuuksia kuin mainitut.

Kasvi on talvenkestävä ja syväjuurinen heinä.

Vaihtoehdot: italian raiheinä, timotei, ruokonata

Kasvi on syväjuurinen ja talvenkestävä palkokasvi.

Vaihtoehdot: sinimailanen, valkomesikkä, puna-apila

Kasvi on talvenkestävä, syväjuurinen ja suosii pölyttäjiä. Se kasvattaa syvän paalujuuren.

Vaihtoehdto: kumina, hunajakukka, sikuri

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kasvuston lopetus

Kerääjäkasvuston lopetuksen ajoittaminen vaikuttaa maan lämpötilaan, maan kosteuteen, ravinnekiertoon ja tietysti muokkauksiin ja kylvöihin. Kun kerääjäkasvikasvusto säilytetään talven yli, on sen vaikutus ravinnevalumien ja eroosion vähentäjänä sekä hiilensidonnan tehostajana suurimmillaan.

Kasvipeitteisyyden hyödyt korostuvat erityisesti Etelä-Suomessa sateisten ja lumettomien talvien yleistyessä. Tämän takia on mietittävä tarkkaan kasvuston lopetusaika, ja eri lohkoille voi joutua tekemään erilaisia ratkaisuja.

Kasvusto voidaan lopettaa muokkaamalla tai kemiallisesti. Vaihtoehtoisia lopetustapoja on monia. Syksyllä kasvusto voidaan hyödyntää rehuna, muokata ja esimerkiksi kylvää heti syysviljaa tai jättää kasvamaan kohti seuraavaa kevättä. Kasvustoa voidaan myös häiritä kevyellä muokkauksella tai laidunnuksella. Vaihtoehtoisesti kasvusto voidaan kyntää tai kevytmuokata keväällä. Satokasvi voidaan myös kylvää suoraan kerääjäkasvustoon.

Tiesitkö?

Mielenkiintoinen kerääjäkasvustojen tai kesäaikaisen yksivuotisen seoskasvuston lopettamistapa on sen jyrääminen maahan ja kylväminen suoraan jyrättyyn kasvustoon. Tässä on hyvä video aiheesta. Voit myös hakea aiheesta Youtubevideoita hakusanalla *Crimper Roller*.

Suoraan kerääjäkasvustoon kylvettäessä pitää huolehtia siitä, että kerääjäkasvusto on tuhoutunut riittäviltä osin. Muuten jotkut lajit voivat jäädä rikkakasveiksi tai muodostaa allelopaattisia yhdisteitä ja siten häiritä satokasvin itämistä tai kasvua. Uuden kerääjäkasvuston kylvö on keväällä ajankohtainen yhtä aikaa satokasvin kanssa tai pian orastumisen jälkeen.

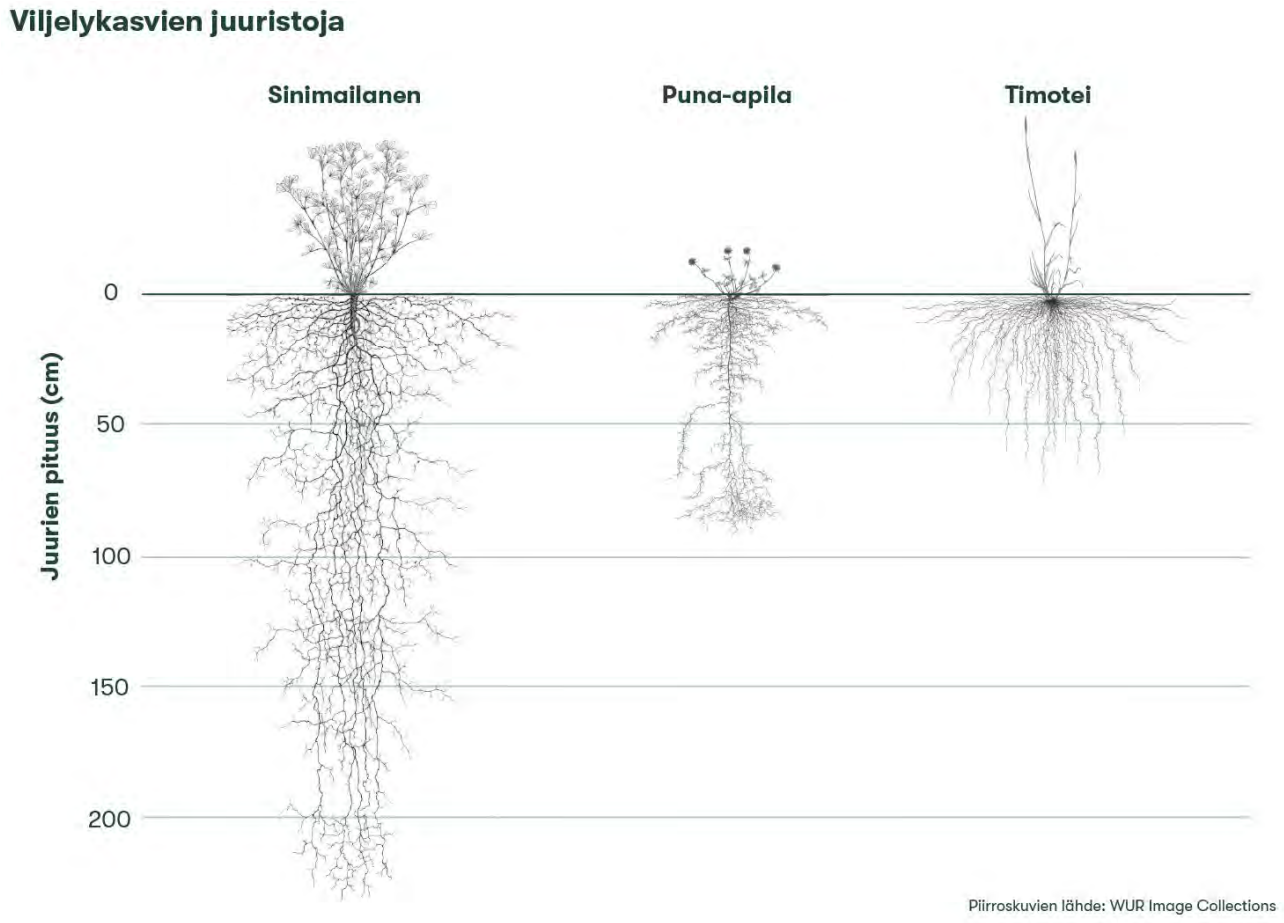
Syväjuuriset kasvit

Viljelykiertoon on hyvä ottaa mukaan syväjuurisia kasveja. Ne ylläpitävät maan rakennetta ja auttavat kuivissa olosuhteissa satokasvien kasvua. Vesitalous, maalaji ja maan viljavuus vaikuttavat siihen, mitä syväjuurisia kasveja viljelykiertoon kannattaa valita. Syväjuuriset kasvit ovat esikasviarvoltaan hyviä, koska ne ovat tehneet seuraaville kasveille väyliä syvemmälle maaperään. Näin on mahdollista lisätä maan multavuutta syvemmältä ja samalla kartuttaa yli 30 sentin syvyydessä olevia hiilivarantoja.

Syväjuurisia kasveja ovat esimerkiksi mailaset, jotka ovat nurmipalkokasveja. Niiden vahva juuristo pystyy tunkeutumaan tiivistymien lävitse syvälle maahan. Mailaset kasvavat parhaiten hyvän vesitalouden ja pH:n omaavilla kivennäislohkoilla. Puna-apila on eniten viljelty syväjuurinen nurmipalkokasvi. Se ei ole kasvuolosuhteiden osalta niin vaativa kuin mailanen, mutta toisaalta se ei ole juuristoltaan mailasen tasoa. Alsikeapilan ja valkoapilan juuristo on selvästi edellisiä matalampi.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Turvemailla juurten syvyyskasvua rajoittavat pohjamaan alhainen pH ja mahdollisesti pohjavesi. Silloin on tyydyttävä matalajuurisempiin kasveihin, tai ainakin puna-apilan ja sinimailasen soveltuvuutta on syytä kokeilla ennen laajamittaista viljelyyn satsaamista. Sama pätee myös happamilla sulfaattimailla, erityisesti jos rikkipitoinen maakerros on alle metrin syvyydellä maan pinnasta.



Kuva 17. Sinimailasen juuret voivat kasvaa ihanteellisissa olosuhteissa jopa yli kahden metrin syvyyteen ja puna-apilan juuret lähes metrin syvyyteen. Syvät juuret louhivat fosforia kasvin käyttöön syvistä maakerroksista ja samalla parantavat maan kasvukuntoa ja varastoivat hiiltä syviin maakerroksiin. Vertailuna timotein juuret, jotka voivat parhaissakin olosuhteissa kasvaa vain n. 60 cm:n syvyyteen. Piirroskuvien lähteet: sinimailanen (8, puna-apila (9 ja timotei (10.

Mailasten kanssa hyvin samantyylisiä kasveja ovat valkomesikkä ja rohtomesikkä. Molemmat muodostavat runsaan, syvän juuriston sekä tiheän ja paljon massaa tuottavan kasvuston. Valkomesikkä ja rohtomesikkä soveltuvat hyvin viherlannoitukseen, mutta säilörehuksi niitä ei kannata käyttää kasvien sisältämän, muun muassa maksalle haitallisen kumariinin takia. Mesikät ovat kaksivuotisia ja toisena vuonna ne muodostavat herkästi siemeniä, jotka saattavat jäädä rikkakasveiksi. Kakkosvuonna onkin oltava ahkerasti niittämässä kasvustoa siementen muodostumisen estämiseksi.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tehtävä 6.3 Juurten pituus

Tässä tehtävässä arvioidaan, miten syvälle kasvien juuret voivat parhaissa olosuhteissa kasvaa. Wageningenin yliopiston juurikirjastoon (Root Library), on koottu piirroksia tuhansien kasvien juurista. Juuret on piirretty sellaisina, millaisiksi ne täydellisissä olosuhteissa muhevassa maassa voisivat kasvaa. Jos maa on tiivistynyttä, juuret eivät kasva syvälle maahan, vaan ennemminkin alkavat kasvaa vaakasuuntaan tai kasvu pysähtyy.

Mene seuraavalle sivustolle ja kirjoita oikean yläreunan hakukenttään kasvin tieteellinen nimi WUR Image Collections Root System Drawings. Arvioi kuvien perusteella, miten syvälle seuraavien kasvien juuret voivat parhaissa olosuhteissa kasvaa. Valitse oikea vaihtoehto.

Juurien kuvia löytyy myös suomalaisesta Juuristotietopaketista.

Vehnä (Triticum aestivum)

Vaihtoehdot: 60–70 cm, 100–120 cm, 160–180 cm, 260–270 cm

Ruis (Secale cereale)

Vaihtoehdot: 60–70 cm, 100–120 cm, 160–180 cm, 260–270 cm

Auringonkukka (Helianthus annuus)

Vaihtoehdot: 60–70 cm, 100–120 cm, 160–180 cm, 260–270 cm

Ohra (Hordeum vulgare)

Vaihtoehdot: 60–70 cm, 100–120 cm, 160–180 cm, 260–270 cm

Herne (Pisum sativum)

Vaihtoehdot: 60–70 cm, 100–120 cm, 160–180 cm, 260–270 cm

Ruokonata (Festuca arundinacea)

Vaihtoehdot: 60–70 cm, 100–120 cm, 160–180 cm, 260–270 cm

Maissi (Zea mays)

Vaihtoehdot: 60–70 cm, 100–120 cm, 160–180 cm, 260–270 cm

Sudaninruohoa maan hoitoon

Maanparannukseen käytettävä sudaninruoho on hybridi, joka on jalostettu sudaninruohosta ja durrasta. Se on yksivuotinen rehu- ja viherlannoituskasvi. Sillä on erittäin syvä ja kuitumainen juuristo, joka kuohkeuttaa maata tehokkaasti. Sudaninruoho tuottaa runsaasti vihermassaa ja kestää erityisen hyvin kuivuutta. Maltillinen typpilannoitus edistää sen kasvuun lähtöä. Viherlannoitusvaikutusta voi tukea viljelemällä sitä yhdessä typensitojakasvin kanssa. (11

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 18. Sudaninruoho kasvoi auringonkukan, valkomesikän ja valkoapilan kanssa. Kuva: Markku Suomi.

Typensidonta

Peltoviljelyssä on mahdollista hyödyntää biologista typensidontaa palkokasvien avulla. Biologinen typensidonta tapahtuu aurinkoenergialla, jossa kasvi tekee yhteistyötä Rhizobium-bakteerien kanssa. Kasveihin juurinystyröitä muodostavat bakteerit pystyvät käyttämään ilmakehän typpeä (N_2) ja siirtämään sitä kasvin käyttöön. Typensidonnassa kasvi tarjoaa energiaa bakteereille, jotka puolestaan tarjoavat yli jäävän typen kasvin valkuaisaineiden rakentamiseen. Näin yhteyttämisen tuloksena syntyneet sokerit vaihdetaan typpeen kasvin juuristossa.

Typpinystyrät tuottavat palkokasveille niiden tarvitseman typen ja enemmänkin. Monivuotiset palkokasvinurmet sitovat ilmakehän typpeä runsaimmin (50–300 kg/ha) ja palkokasveista herne puolestaan vähiten (40–80 kg/ha).

Typensidonnan määrään vaikuttaa kasvin kasvukyky eli maan vesitalous, rakenne ja viljavuus. Palkokasvien kanssa aktiiviset *Rhizobium*-bakteerit vaihtelevat kasvilajin mukaan. Ymppäys oikealla bakteerilla varmistaa tehokkaan typensidonnan.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Korkean typpipitoisuuden kasvit, kuten virna ja yksivuotiset palkokasvit, vapauttavat typen nopeasti kasvun jälkeen. Jos on tällainen puhdaskasvusto, on hyvä yrittää saada typpi talteen nopeasti esimerkiksi rukiin tai raiheinän avulla. Monivuotisten apilakasvustojen typestä vapautuu valtaosa, noin 70 prosenttia, seuraavan vuoden aikana. Sen jälkeen typpeä vapautuu vuosienkin ajan siten, että osuus alkuperäisestä typen määrästä pienenee vähitellen. Kun seoksessa on palkokasvien ohella heinäkasveja, on vapautuminen hitaampaa ja pidemmällä ajalla tapahtuvaa, kuin pelkän palkokasvin tapauksessa. (12

Kuva 19. Herneen typpinystyrät ovat aktiivisia silloin, kun ne ovat väriltään vaaleanpunaiset. Kuva: Sanna Söderlund.

III. Allelopatia – kasvien kemiallinen vuorovaikutus

Kasvit elävät sijaintipaikkojensa olosuhteiden armoilla, mutta ne pyrkivät vaikuttamaan ympäristöönsä ja muihin eliöihin itselleen suotuisasti. Ilmiö nimeltä allelopatia tarkoittaa kasvien kemiallista vaikutusta toisiin kasveihin ja muihin eliöihin.

Allelopatian avulla kasvi kilpailee kasvutekijöistä ja puolustautuu tuholaisia sekä tauteja vastaan, tai hankkiutuu itselleen hyödylliseen vuorovaikutukseen muiden eliöiden kanssa. Tämä herättää kysymyksen esimerkiksi siitä, voiko kasveista eristettyjä puolustusyhdisteitä käyttää niiden rokottamiseen taudinaiheuttajia vastaan?

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Lue lisää allelopatiasta tästä linkistä: Allelopatia – kasvien ja muiden eliöiden biokemiallinen vuorovaikutus

Allelopatia

Kuva 20. Allelopatia on kasvien kemiallinen ominaisuus, jolla ne vaikuttavat toisiinsa ja muihin eliöihin. Vaikutus voi olla kasvua estävä tai edistävä. Kasvien muodostamat yhdisteet, allelokemikaalit, joutuvat ympäristöön huuhtoutumalla, haihtumalla, erittymällä juurista tai vapautumalla hajoavista kasvijätteistä. Maassa mikrobit voivat tuottaa, hajottaa ja muuntaa näitä kemikaaleja edelleen.

Allelopatian esiintymismuotoja:

1. Allelokemikaalit ovat kasvien tuottamia yhdisteitä, jotka saattavat estää toisten kasvilajien maassa olevien siementen itämistä ja taimien kehittymistä.
2. Kasvit tuottavat yhdisteitä, jotka voivat olla myrkyllisiä, haitata ruuansulatusta, tai häiritä muuten kasvinsyöjien solujen toimintaa. Nämä yhdisteet esimerkiksi estävät entsyymien toimintaa ja häiritsevät hormoneja. Tällä tavoin kasvit torjuvat syödyksi tulemista.
3. Kasvinsyöjien vahingoittamista lehdistä voi haihtua kemikaaleja, jotka taas houkuttelevat petoja syömään kirvoja ja hyönteisten toukkia.
4. Kasvit puolustautuvat mikrobien aiheuttamia tauteja vastaan käynnistämällä solutason puolustusreaktioita ja puolustusyhdisteiden tuoton. Tauteja aiheuttavat mikrobit ovat viruksia, bakteereja, sieniä tai munasieniä.
5. Juurista maahan erittyvät tai kasvijätteistä vapautuvat kemikaalit vaikuttavat myös maaperän pieneliöihin ja niiden hajotustoimintaan.
6. Kumppanuuskasvit tukevat toistensa kasvua. Vanha esimerkki on aurankukan vehnän kasvua edistävä vaikutus.

7. Myös kasvien lehdissä ja juuristossa elävät hyödylliset bakteerit ja sienet tuottavat vaikuttavia yhdisteitä, jotka voivat joko parantaa kasvin puolustusta tai edistää sen ravinteidenottoa.
8. Kukat ja kypsät hedelmät erittävät haihtuvia yhdisteitä, jotka houkuttelevat pölyttäjiä ja eläimiä levittämään kasvin siemeniä.

Allelopatian hyödyntäminen viljelyssä

Allelopatian mahdollisuuksia tutkitaan osana uudistavaa maanviljelyä, jossa pyritään vähentämään synteettisten torjunta-aineiden käyttöä ja alentamaan tuotantokustannuksia. Perinteisesti allelopatia on yhdistetty rikkakasvien torjuntaan, mutta yhä enemmän myös tuholaisten ja tautien hallintaan.

Kasvien erilaisilla kemiallisilla ominaisuuksilla voidaan vaikuttaa kilpaileviin rikkakasveihin ja maan mikrobeihin. Sadon määrä tai laatu voi heiketä, jos sama kasvilaji kasvaa vuodesta toiseen samalla lohkolla.

Ilmiöön voi vaikuttaa muun muassa *autotoksisuus*, joka tarkoittaa kasvin kemikaalien haitallisuutta saman lajin taimille. Viljelykasvivalikoiman ja kierron monipuolistamisesta on monia hyötyjä, joista allelopatia on yksi.

Hallituissa kasvihuone- ja laboratorio-oloissa on ollut helppo osoittaa kasvien juurieritteiden ja korjuutähteiden tai niistä tehtyjen uutteiden estävän siementen itämistä ja taimien kehittymistä. Allelopatian soveltaminen pellolla vaatii kuitenkin lisätutkimusta. Epäselvää on muun muassa se, miten allelopatian avulla voidaan saada haluttu vaikutus aikaiseksi. Tähän vaikuttaa sekä kasvien kehitysvaihe että siihen kytköksissä oleva allelokemikaalien muodostuminen. Myös maaperän ja mikrobien osuus yhdisteiden vaikuttavuuteen on vielä selvittämättä. Allelopatiaa hyödyntävän viljelytekniikan kehittäminen edellyttää kasvien ominaisuuksien nykyistä parempaa tuntemusta ja havainnointia kasvukaudella.

Sekaviljelyssä allelopaattiset kumppanuuskasvit voivat molemmat olla satokasveja tai toinen voi olla varsinaisesta satokasvista poikkeava aluskasvi. Satokasvin jälkeen talvehtiva allelopaattinen kasvi voidaan muokata maahan keväällä ennen uutta kylvöä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 21. Sekaviljelyssä eri kasvilajit ovat suoraan tekemisissä toistensa kanssa, jolloin yhdisteitä tuottavan kasvin kasvavien juurien eritteet ja haihtuvat yhdisteet vaikuttavat kumppanikasviin. Tutkimuksella voidaan selvittää, onko kasvustosta jatkuvasti vapautuvalla pienellä allelokemikaalien määrällä toivottua vaikutusta. Kuvassa härkäpapu ja kaura Luonnonvarakeskuksen koeruudulla Jokioisilla. Kuva: Sanna Söderlund.

Viljelykierron edellisen kasvin korjuutähteistä vapautuvat yhdisteet voivat vaikuttaa maan pieneliöihin ja kierron seuraavan kasvin itämiseen ja kasvuun. Yhdisteiden vaikutusaika vaihtelee suuresti niiden olomuodon ja hajoamisherkkyyden mukaan. Hyvä maan rakenne edesauttaa yhdisteiden kulkeutumista ilmahuokosissa ja veden mukana. Kaasumaisten yhdisteiden vaikutus maassa voi kuitenkin laimentua jo parin päivän kuluessa. Kevytmuokkaus hidastaa kasvimateriaalin ja allelokemikaalien hajoamista. Se taas saattaa vaikuttaa kierron seuraavaan kasviin. Esimerkiksi viherkesanto kannattaa muokata maahan siinä vaiheessa, kun allelokemikaalien määrä on kasvin kehitysvaiheen mukaan huipussaan. Allelokemikaalien vaikutusta voidaan tehostaa myös tuomalla kasvimassaa pellolle muualta.

Allelopatian vaikutusta voi olla vaikea erottaa lannoitteiden ja torjunta-aineiden tuoman hyödyn takaa. Silti kasvien aktiivinen rooli ympäristössään kannattaa pyrkiä hyödyntämään monilajisessa viljelykierrossa.

Saman kasvilajin viljeleminen vuodesta toiseen samalla lohkolla voi laskea satotasoa. Yksi ilmiötä selittävä tekijä saattaa olla kasvua estävien allelokemikaalien kertyminen peltoon ja autotoksisuus, eli yhdisteiden haitallisuus saman lajin kasveille.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Viljelykasvien tuottamat yhdisteet ja vaikutukset

Tärkeiden viljelykasvien ja rikkakasvien vaikutuksista toisiinsa on raportoitu ainakin jo vuosisata. Kasvilajien luokitteleminen muun muassa kemiallisten ominaisuuksien mukaan saattaisi helpottaa kasvien sijoittamista viljelykiertoon ja sekaviljelyyn. Vaikutus on voimakkainta kasvun alussa. Nuoret kasvit ovat usein alttiimpia allelokemikaaleille, mikä näkyy heikkona itävyytenä, kasvun estymisenä tai taimien kalvakkuutena. Hyvin kasvuun päässyt satokasvi alkaa myös varjostaa kilpailijoitaan.

Esimerkkejä tutkimuksissa havaituista kasvienvälisistä vaikutuksista

Vehnä käyttää itsensä puolustamiseen fenolisia yhdisteitä, mutta niiden teho vaihtelee lajikkeittain.

Ruis voi elävänä katteena torjua leveälehtisiä, yksivuotisia rikkakasveja.

Ohran tuottamat emäksiset ja typpipitoiset alkaloidit voivat estää esimerkiksi pihatähtimön ja lutukan kasvua.

Tattarin juurieritteet heikentävät juolavehnän ja viherrevonhännän kasvua. Tattari on havaittu myös hyväksi esikasviksi vehnälle.

Ruokonadan solukoissa voi elää mikroskooppisen pieniä sieniä, jotka tuottavat alkaloideja. Liian suurina määrinä ne ovat myrkyllisiä karjalle, mutta sopivana määränä puolustavat heinää hyönteisiltä.

Peruna voi kasvaa huonosti keväällä maahan muokatun rapsin jälkeen. Riittävät varoajat kylvämiselle ristikukkaisten jälkeen on hyvä tietää, sillä pääsääntöisesti niillä on hyvä esikasvivaikutus(6. Tämä voi johtua osin siitä, että kasvien yhdisteet torjuvat viljojen tauteja ja lisäävät tautien kanssa kilpailevia maaperän mikrobeja.

Kitupellava vaikuttaa pellavan kasvuun sekaviljelmässä välillisesti. Maan bakteerit voivat muuttaa kitupellavan lehdiltä huuhtoutuvia, typpeä ja rikkiä sisältäviä glukosinolaatteja aineiksi, jotka ehkäisevät pellavan sirkkajuuren kehitystä.

Rikkakasveista puolestaan juolavehnä, jauhosavikka, hukkakaura, hierakat ja jotkut ohdakkeet sekä leinikit vaikuttavat ympäröiviin kasveihin niitä heikentävästi. Jauhosavikka voi ehkäistä maissin ja soijapavun kasvua.

Vaikutukset hyönteisiin ja muihin kasvinsyöjiin

Lehtien vioittaminen voi saada kasvin tuottamaan yhdisteitä, jotka maistuvat katkerilta ja haittaavat ruuansulatusta. Ristikukkaisten kasvien tuottamat glukosinolaatit vapautuvat vahingoittuneista kasvisoluista. Kasvisolut ja bakteerit muuttavat niitä tuholaisille myrkyllisiksi haihtuviksi yhdisteiksi, jotka voidaan tunnistaa kaalikasveille tyypillisenä rikinkatkuna. Samat tuoksut houkuttelevat kaalikasveihin erikoistuneita hyönteisiä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Hyönteisten vahingoittamista lehdistä haihtuvat terpeenit houkuttelevat paikalle tuholaisten luontaisia saalistajia. Ilmiö on havaittu esimerkiksi maissilla, jonka lehtiä perhosentoukka vioittaa. Voisiko tällaisia tehokkaasti apua kutsuvia kasveja kasvattaa herkempien satokasvien rinnalla?

Allelopatian hyödyntämisellä on perinteitä vihannesten viljelyssä, jossa kumppanuuskasvien tuottamat yhdisteet ovat houkutelleet loispistiäisiä, kukkakärpäsiä ja muita petohyönteisiä syömään varsinaisten satokasvien tuholaisia.

Vaikutukset mikrobeihin

Glukosinolaattien hajoamistuotteet estävät bakteerien valmistaman ammoniumtypen hapettamista nitraatiksi maassa. Vaikutusta voidaan hyödyntää ehkäisemään nitraattitypen valumista vesistöön.

Ruis, keltasinappi, tattari ja auringonkukka ovat hyviä rivivälikasveja porkkanalle, koska ne tehostavat sienitauteja torjuvien bakteerien vaikutusta maassa. (13 Näiden kasvilajien juurieritteet ruokkivat hyödyllisiä bakteereja. Ristikukkaisten kasvien murskaaminen peltoon ennen seuraavan kasvin kylvöä voi torjua maassa olevia kasvintuhoojia.

Kuva 22. Kukkiva tattari houkuttelee kirvoja saalistavia kukkakärpäsiä. Kuva: Sanna Söderlund.

Palkokasvien juurieritteet eli flavonoidit ovat viestimolekyylejä ilmakehän typpeä sitoville Rhizobium-suvun juurinystyräbakteereille. Juurieritteet sekä kasvien kyky muodostaa yhteys keräsienijuurien kanssa ovat esimerkkejä kemiallisesta vuoropuhelusta eri eliöryhmien kesken. Tällöin kyseessä ei ole allelopatia vaan symbioosi. Rajat ovat liukuvia ja ihmisten määrittelemiä.

Taulukko 1. Esimerkki taulukosta, jollaiseen voi koota kasvien kemiallisia vuorovaikutuksia ja suunnitella sen hyödyntämistä. Agrometsätalouden harjoittaminen moninkertaistaa mahdollisten kasvien ja niiden ominaisuuksien ja vuorovaikutusten määrän.

Viljelykasvit	Allelopaattinen vaikutus			Käyttö	
	Rikkakasveja torjuva	Nitrifikaatiota estävä	Hyödyllisiä bakteereja suosiva	Kumppanikasvina	Katteena
Viljat	ohra, ruis, vehnä	kaura, ohra, vehnä	ruis	ruis	kaura, ohra, vehnä, ruis
Ristikukkaiset	x	x	keltasinappi	x	x
Muut siemensatokasvit	tattari, auringonkukka		tattari	tattari	auringonkukka, tattari (1–2 t/ha) (14
Nurmet	raiheinä	raiheinä			

Lue lisämateriaali: Hyönteistorjunnan pyretriinituotteet ovat allelojohdannaisia

Tehtävä 6.4

Laadi kaksi erilaista monipuolista viljelykiertoa, joita voisit käyttää tilallasi. Käytä valitsemiasi kurssilohkoja, joille teet suunnitelman. Pohdi asiaa kaikkien tässä luvussa käsiteltyjen asioiden näkökulmasta. Huomioi suunnitelmassasi eri viljelykasvit, kerääjäkasvit sekä kasvien allelopaattiset vaikutukset, ja pyri maksimoimaan vihreiden viikkojen määrä.

Lukua 6 ovat olleet kirjoittamassa:

Iina Haikarainen, ProAgria Etelä-Savo
Erkki Vihonen, ProAgria Etelä-Pohjanmaa
Petri Leinonen, Elomestari Oy
Pirjo Yli-Hemminki, Luonnonvarakeskus
Sanna Söderlund, Eliisa Malin ja Veera Naukkarinen, BSAG

Luvun 6 asiantuntijatarkastus:

Erikoistutkija Hannu Känkänen, Luonnonvarakeskus (lukuun ottamatta Allelopatia-kappaletta)

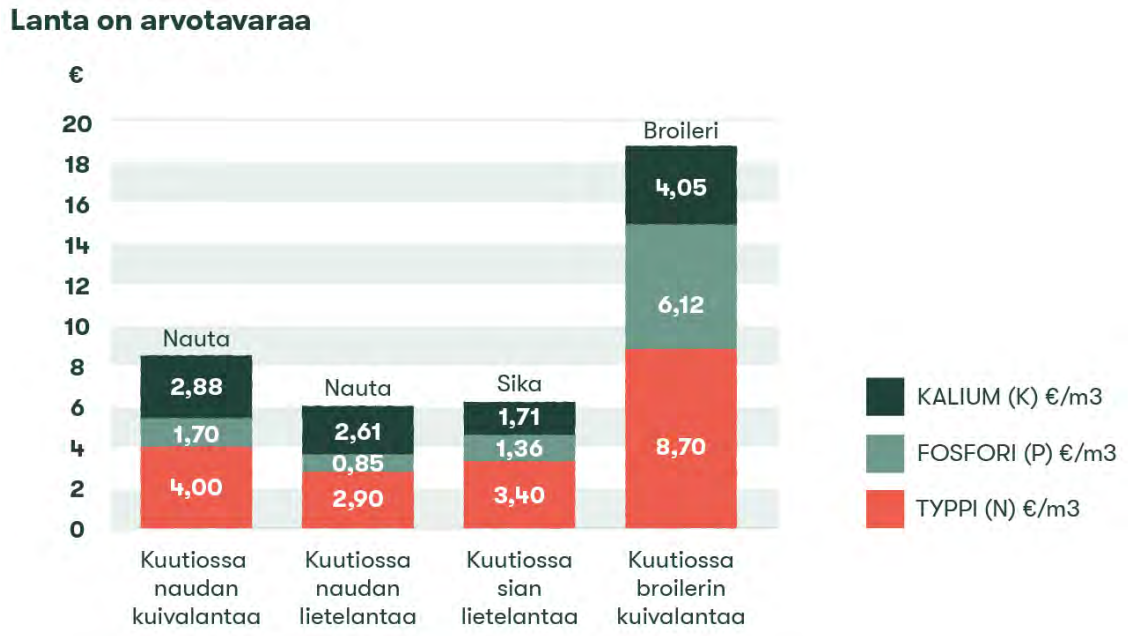
Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Luku 7 Paranna maata ulkoisilla panoksilla

Maan kasvukuntoa voidaan parantaa ulkoisten panosten avulla. Tässä luvussa tutustumme erilaisiin eloperäisiin lannoitteisiin ja maanparannusaineisiin, sekä niiden käyttöön osana uudistavaa maanviljelyä.

I. Kotieläintuotannon lanta

Lanta on arvokas ravinteiden lähde maataloudessa. Se säästää ostopanoksia sekä lisää pellon eloperäisen aineksen määrää ja biologista aktiivisuutta. Lantojen ominaisuudet vaihtelevat eläinluokan ja lantatyypin mukaan. Kuivat lannat sisältävät enemmän orgaanista ainesta ja voivat siksi olla tehokkaampia maan kasvukunnon edistäjiä kuin lietemäiset lannat. Lue lisää eri lantatyypeistä RE-maatila -hankkeen sivulta.



Kuva 1. Lanta on arvotavaraa. Se sisältää kasvulle tärkeitä ravinteita. Kun sen muuntaa euroiksi vertaamalla lannan sisältämiä ravinteita kaupasta ostettujen väkilannoitteiden hintoihin, tulee lantakuutiolle yllättävän korkea arvo. Lannan mukana pellolle tulee eloperäistä ainesta ja mikrobeja, joita ei ole väkilannoitteissa. Lannan kuljetukselle tulee myös oma hintansa, joten lannan käyttöä ravinteena on punnittava monesta näkökulmasta. Kuva muokattu lähteestä 1. Ravinteiden arvo on laskettu seuraavista vuoden 2020 väkilannoitteiden hinnoista: K 0,9 €/kg, P 1,7 €/kg ja N 1,0 €/kg(2). Lantalajien ravinnepitoisuuksina on käytetty taulukon 1 tietoja(3).

Eri eläinlajien lannat eroavat toisistaan niin koostumukseltaan kuin ravinnepitoisuudeltaankin. Esimerkiksi siipikarjanlanta on hyvää maan kasvukunnon kannalta, mutta korkean ravinnepitoisuuden vuoksi sen levitysmäärä on alhainen. Hevosenlanta on hyvää maanparannusainetta, ja sen käyttömäärä per hehtaari voi alhaisen ravinnepitoisuuden vuoksi olla suuri.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Vinkkejä lannankäyttöön

Kotieläintiloilla lannan käyttö kasvinravinteena on arkipäivää. Kasvinviljelytiloilla sen sijaan lannan käyttö on hyvin vähäistä. Vuonna 2020 julkaistu opas Lanta tehokkaaseen käyttöön (3 antaa työkaluja ja tarvittavia lähtötietoja kasvinviljelytilalle lannankäytön alkumetreille.

Lanta-analyysin näytteenotto on tärkein vaihe tilan lannan ravinnepitoisuuden määrityksessä. Siksi sen teossa on noudatettava erityistä huolellisuutta. Ohjeita näytteenottoon löytyy Manure Standardsin julkaisusta sekä aiemmin mainitusta oppaasta.

Poimi tästä linkistä sopimuspohja maaseutuyrittäjien väliseen lannanluovutukseen.

Lannan ravinnepitoisuuteen voi vaikuttaa sekä eläinten ruokinnalla että lannan käsittelyn ratkaisuilla eläinsuojassa ja varastoinnissa. Lantatyypin taas määrittelee eläinsuojan lannankäsittelytekniikka. On hyvä muistaa, että lanta on erilaista joka tilalla. Lannan taulukkoarvot ovat vain suuntaa-antavia ja siksi omalta tilalta tehtävät lanta-analyysit ovat tärkeitä lannoitusta suunniteltaessa. Lue lisää eri eläinlajien lannoista RE-maatila-hankkeen sivulta.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Taulukko 1. Eri lantalajien laskennallisia ravinnepitoisuuksia. Taulukon tiedot lähteestä 3.

Eri lantalajien laskennallisia ravinnepitoisuuksia

Lantalaji	Kokonaisfosfori kg/m³	Liukoinen typpi kg/m³	Kokonaistyppi kg/m³	Kalium kg/m³
Kiinteät, (Kuivikelanta)				
Nauta	1	1,1	4	3,2
Sika	2,8	1,2	4,6	2,8
Lammas ja vuohi	1,3	1	4,9	6,5
Hevonen	0,5	0,4	2,6	2
Kana	5,6	4,2	9,4	4,5
Broileri	3,6	2,7	8,7	4,5
Kalkkuna	4,4	3,2	8	
Nestemäiset				
Lietelanta, Nauta	0,5	1,7	2,9	2,9
Lietelanta, Sika	0,8	2,2	3,4	1,9
Virtsa, nauta	0,1	1,5	2,5	4,5
Virtsa, sika	0,2	1,3	2	1,5

Lähteet: Ympäristökorvauksen sitoumusehdot 2020, Ruokavirasto,
Häkkinen ym. 2016 Lannoitteita ja energiaa biomassoista,
Luostarinen ym 2019 Keinoja orgaanisten lannoitevalmisteiden käytön edistämiseen
Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2019:5

Lannan varastointi ja prosessointi

Kaikki kotieläintilat joutuvat miettimään eläinten ruokinnan lisäksi lannan varastointia ja prosessointia. Koska lanta itsessään on eläintenpidosta luontaisesti muodostuva ravinnelähde, kannattaa lannan varastoinnissa kiinnittää huomiota siihen, että se säilyttää parhaan mahdollisen lannoitusvaikutuksensa. Nitraattiasetus sekä eläinsuojan ympäristöilmoitus tai -lupa määrittelevät mihin lantalan voi perustaa sekä sen rakenteelliset vaatimukset ja koon. Lantalan sijaintia rajoittavat vesistöt, sillä se ei saa sijaita pohjavesialueella eikä liian lähellä valtaojia, jokia, järviä tai merta.

Kaiken lannan varastoinnissa on syytä huomioida lantalan rakenteellisten vaatimusten lisäksi ravinnepitoisuuden maksimaalinen säilyttäminen. Lantalan olisi hyvä olla katettu, jotta sadevedet eivät pääse sinne ja jotta kasvihuonekaasu-, ammoniakki- ja hajupäästöt pysyisivät mahdollisimman pieninä. (3

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 2. Hyvä vaihtoehto on myös tilakeskuksesta kauempana sijaitsevat etäsäiliöt, joihin lantaa voi ajaa odottamaan sopivaa levitysajankohtaa. Kuva: Sanna Söderlund.

Suomessa lantaa ei juurikaan prosessoida ennen levitystä. Lannan prosessointi esimerkiksi separoimalla, kompostoimalla tai mädättämällä voisi kuitenkin tehostaa lantaravinteiden ja eloperäisen aineksen hyödyntämistä. Lannan sisältämien rikkakasvien siementen määrää voidaan vähentää kompostoimalla ja mädättämällä.

Lietelannan kuljetuskustannukset ovat korkeat, eikä sen ravinnepitoisuus ole aina optimaalisella tasolla tarpeeseen nähden. Eräs ratkaisu pulmaan on separointi, jonka avulla voidaan erottaa fosforipitoisempi kuivajae ja typpipitoisempi nestejae. Kun neste ja kiintoaines erotetaan toisistaan, kasveille nopeasti käyttökelpoisen liukoisen typen osuus on suurin nestejakeessa, ja kuivajakeeseen sitoutuu suuri osa fosforista sekä hitaammin vapautuvaa orgaanista typpeä.

Separoinnin jälkeen typpipitoista nestejaetta voi olla mahdollista levittää suurempi määrä tilakeskuksen lähipelloille, jos separaattorin fosforin erotusteho on riittävä ja nestejakeeseen jää vain vähän fosforia. Fosforipitoista ja kevyempää kuivajaetta taas on taloudellisesti järkevämpää kuljettaa vähän kauempanakin sijaitseville pelloille. Joissain tapauksissa separointi ei kuitenkaan muuta tilannetta ravinteiden kannalta olennaisesti, mutta kuivajakeen ajaminen kauemmas on kuitenkin mielekästä.

Separointi voidaan tehdä lietelannalla laskeuttamalla, mekaanisesti esimerkiksi ruuvipuristimella tai lingolla tai kemiallisesti, jolloin lietteeseen syötettävät kemikaalit erottelevat kiinteän ja

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

nesteen toisistaan. Kemiallinen separointi vaatii kuitenkin kiintoaineen puristamisen nesteestä, joten mekaaninen separointi on edullisempi vaihtoehto. Laskeutus voi käytännössä olla mahdollinen lähinnä sianlietelannalle.

Katso video Naudanlietteen separointia (2.26).

Separointi tasaa työhuippuja sekä antaa lietealtaaseen tilaa, kun kiintoaines poistuu. Sitä voidaan tehdä tilan omalla separaattorilla jatkuvasti tai aika ajoin separoiden, tai vaihtoehtoisesti tilata separointiurakoitsija separoimaan suuremman määrän kerrallaan.

Lietelantaan on myös mahdollista lisätä erilaisia aineita sen ominaisuuksien parantamiseksi. Muun muassa erilaiset kuivikkeet sitovat liukoista typpeä ja näin vähentävät sen hävikkiä. Rikkihappokäsittely taas on tehokas ammoniakkipäästöjen pienentäjä, mutta saattaa lisätä ilokaasupäästöjä. Lue lisää. Lietelantaa voidaan myös väkevöidä erilaisilla teollisuuden sivuvirroista saatavilla ravinteikkailla nestejakeilla.

Myös ravinteita varastoivaa biohiiltä sekä erilaisia savijauheita voidaan lisätä lantaan. Sitä voi käsitellä myös lietelantabakteereilla, jolloin osa ammoniumtypestä muuttuu orgaaniseksi typeksi. Lue lisää mikrobien lisäämisestä.

Lannanlevitys

Lannan käytössä tulisi huomioida maan kasvukunto laajemmin kuin pelkästään kasvin ravinteiden käytön kannalta. Lannan levitysajankohta on mietittävä tarkkaan, jotta minimoidaan pellon tiivistymisriski. Ajankohtaa pitää pohtia myös viljelykierron ja kasvukauden näkökulmista: kasvin ravinteiden tarve on tärkeää, mutta kestävän lannoituksen kannalta pitää huomioida myös maalaji, maan rakenne sekä lohkon vesitalous, jotta kasvi voi hyödyntää lantaa maksimaalisesti.

Levitysajankohta vaikuttaa ravinteiden hyödyntämiseen; ravinnehävikin riski kasvaa selvästi, mikäli levitys tapahtuu aikaisin keväällä tai myöhään syksyllä. Lanta tulisi levittää kasvukaudella kylvön yhteydessä tai kasvustoon siten, että kasvi pystyy hyödyntämään ravinteet mahdollisimman hyvin.

Lantaa levitettäessä pellon pitää olla lumeton ja riittävän kuiva. On oltava tarkkana, ettei mene painavilla koneilla liian aikaisin keväällä pellolle, jotta pelto ei tallaannu ja tiivisty. Kuivalannan ja lietteen levityksessä yhteistä on lannoittaminen lannalla, mutta muuten ne eroavat aika paljon toisistaan niin levityslaitteiston kuin käsittelymenetelmienkin puolesta.

Lannanlevityksen voi tehdä itse omalla tai useamman tilan yhteisellä kalustolla, tai sitten palvelun voi ostaa lannanlevitysurakoitsijalta. Urakointipalvelun ostaminen on usein taloudellisesti kannattavampaa kuin oman laitteiston hankkiminen, jos levitettävää on vähän eikä kalustolle ole käyttöä muuten.

Lannanlevityksen sesonki Suomessa on keväällä ja alkukesällä, mutta lantaa voi levittää pellolle 1.4. – 31.10 välisenä aikana. Syksylläkin voi levittää lantaa, mutta syyslevitys on järkevintä tehdä uuden kasvuston perustamisen yhteydessä tai nurmille. Sama levitysaika koskee myös muita eloperäisiä lannoitteita.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Lietteen levityksen vaihtoehtoja

Vetoletkulevitys

+ kevyt laitteisto
+ hellävarainen maan rakenteelle
+ voidaan yhdistää sekä letkulevitys että sijoitusyksikköön
- lisätyötä putkistojen ja letkujen siirrosta
- lietevaraston oltava lähellä
- ei sovi pienille lohkoille

Kuva: Kaisa Riiko

Letkulevitys

+ iso työleveys ja vähän ajouria
+ kohtuullinen polttoaineen kulutus
+ sopii myös herkille kasveille
- ammoniakin haihdunta isoa
- isohko hajuhaitta
- ravinteet viiveellä kasvien juuristoon

Kuva: Kaisa Riiko

Sijoituslevitys

+ vähäinen hajuhaitta
+ ammoniakin haihdunta pientä
+ hyvä rehuhygienia säilörehunurmilla
- kapea työleveys ja tiheät ajourat
- painava kalusto ja tiivistymisvaara
- voi vahingoittaa kasvien juuristoa

Kuva: Eija Hagelberg

Kuva 3. Erilaisten lietelannan levitysmenetelmien plussia ja miinuksia. Taulukon tiedot lähteestä 1.

Lietelantaa voi levittää sekä pellon pintaan että sijoittamalla se muokkauskerrokseen. Hajalevitys ei ole suositeltava tapa sen levitykseen. Lanta tulee levitystavasta riippumatta kuitenkin aina muokata maahan vuorokauden sisällä levityksestä, ellei kyse ole kuivalannan levityksestä kasvustoon.

Pellon tiivistymisriskin välttämiseksi vetoletkulevitys on suositeltava tapa lannanlevitykseen. Siinä pellolle ei tarvitse mennä painavalla lietevaunulla, vaan liete tulee letkun kautta suoraan säiliöstä. Vetoletkulevitystä voi tehdä sekä letkulevittimellä että sijoittavalla laitteistolla. Letkulla lietettä voidaan siirtää kilometrin tai parin päähän säiliöstä, mutta myös kiinteät ja liikuteltavat etäsäiliöt ovat hyviä vaihtoehtoja vetoletkulevitykseen. Lue lisää vetoletkulevityksestä.

Katso video kuivalannan levityksestä (1.10)

Katso video lietelannan letkulevityksestä (0.30)

Katso video vetoletkulevityksestä (2.52)

Tehtävä 7.1

Mene RE-maatila -hankkeen sivulle Lannanlevittimet ja tutustu lannanlevityksen eri menetelmiin sekä vaatimuksiin. Kirjoita itsellesi vähintään viiden kohdan lannanlevityksen muistilista.

II. Eloperäiset maanparannusaineet

Eloperäisillä maanparannusaineilla tarkoitetaan tuotteita, joiden hyöty perustuu ensisijaisesti eloperäiseen ainekseen ja toissijaisesti ravinteisiin, joita eloperäiseen ainekseen on sitoutuneena. Eloperäisten maanparannusaineiden säännöllisellä käytöllä voidaan ylläpitää peltomaan multavuutta ja jopa nostaa sitä. Eloperäisen aineksen lisäyksellä voidaan parantaa esimerkiksi maan ravinteiden- ja vedenpidätyskykyä, lisätä pieneliötoimintaa ja parantaa mururakennetta sekä muokkautuvuutta.

Useimmiten eloperäisen aineksen merkittävä lisääminen vaatii toistuvia käyttökertoja yhdessä monipuolisen viljelykierron ja kevennetyn muokkauksen kanssa. Hyötyjen saavuttamiseksi tulee tuotteiden ominaisuudet tuntea, jottei aiheuteta haittaa satokasveille. Olennaista on käytön sovittaminen oikeaan vaiheeseen viljelykiertoa ja kasvukautta sekä tarvittava täydennyslannoitus.

Kun tavoitteena on nostaa maan eloperäisen aineksen määrää, on ratkaisevaa, kuinka paljon eloperäistä maanparannusainetta maahan voidaan lisätä. Rajoittaviksi tekijöiksi muodostuvat useimmiten ravinteet; joko niitä on liikaa suhteessa rajoituksiin tai liian vähän kasvinravitsemuksen näkökulmasta. Parhaimmillaan eloperäinen maanparannusaine on ravinteiden ja hiilen suhteen tasapainossa niin, että käyttömäärä voi olla hyvinkin korkea, jopa satoja kuutioita hehtaarille. Tällöin jo yhdenkin käyttökerran jälkeen on saavutettavissa merkittäviä hyötyjä.

Katso video ”Ilpo Markkola kertoo kokemuksiaan nollakuidun käytöstä Carbon Action -koelohkolla” (1:04)

Lainsäädännöllisistä syistä eloperäisiin maanparannusaineisiin luetaan myös lannoitteen tapaan käytettäviä lannoitevalmisteita. Esimerkiksi kaikki puhdistamolieteperäiset nestemäiset ja kuivajakeet kuuluvat virallisessa luokittelussa maanparannusaineiden ryhmään. Tässä kappaleessa esitetyt asiat eivät täysin päde lannoitteenomaisten maanparannusaineiden kohdalla, sillä ne voivat sisältää merkittävän määrän liukoista typpeä. Siksi ne jäävät tarkastelun ulkopuolelle. Lue lisää kierrätyslannoitteista RE-maatila -hankkeen sivuilta.

Maanparannukseen voidaan käyttää myös epäorgaanisia maanparanteita, kuten kalkit, kipsi ja biotiitti. Näistä voit lukea lisää tästä linkistä.

Eloperäisten maanparannusaineiden vaikutukset maan biologiseen aktiivisuuteen

Eloperäisen aineksen lisääminen maahan ruokkii maan pieneliöstöä lisäten sen aktiivisuutta ja määrää maassa. Muutoksen vauhti riippuu eloperäisen aineksen laadusta; sen hiili-typpi-suhteesta (C/N) ja hajoavuudesta. Yleisesti suhdelukua 25 on pidetty rajana, jota suuremman C/N:n omaavat tuotteet ovat maanparannusaineita ja alhaisemmat lannoitteita. Maan pieneliötoiminta tarvitsee ravinteita tietyissä suhteissa kyetäkseen eloperäisen aineksen hajotukseen ja lisääntymiseen. Useimmiten eloperäisissä massoissa on ravinteita monipuolisesti, mutta puutetta voi olla esimerkiksi rikistä, jota tulisi olla seuraavassa suhteessa typpeen ja hiileen: C 100 - N 10 - S 2.

Maanparannusaineiden typpi on usein pääosin eloperäiseen ainekseen sitoutuneena hitaasti vapautuvassa muodossa. Jos typpeä on erittäin vähän, voi eloperäisen aineksen hajoaminen myös

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

sitoa typpeä ympäristöstään mikrobimassaan. Jos typpeä on enemmän kuin lisättävän massan hajoamiseen kuluu, se on välittömästi kasvien käytettävissä, huuhtoutumisherkkänä ja mikrobien käytettävissä maassa jo olevan eloperäisen aineksen hajottamiseen.

Myös hiilen laatu vaikuttaa maanparannusaineen ominaisuuksiin. Maanparannusaineissa on sekä helposti että hitaammin hajoavaa eloperäistä ainesta. Nopeasti hajoava eloperäinen aines hajoaa mikrobien vaikutuksesta pääosin muutamassa kuukaudessa ja samalla vapautuu ravinteita. Pitkälle hajonneet tai kompostoituneet materiaalit hajoavat hitaasti sienten avulla. Ligniinipitoisissa materiaaleissa kuten oljessa, järviruo'ossa ja puuperäisissä materiaaleissa hitaasti hajoavan eloperäisen aineksen osuus on korkea.

Taulukko 2. Yleisimpiä eloperäisiä maanparannusaineita ja niiden tyypillisimpiä ominaisuuksia.

Yleisimpiä orgaanisia maanparannusaineita ja niiden tyypillisimpiä ominaisuuksia

	C/N (hiili/typpi -suhde)	Kuiva-aine %	Käyttömäärät t/ha tuorepainona
Biojätekompostit	10-20	30-45	15-25
Mädätteiden kuivaosat	10-20	20-30	10-30
Kasvijäte- ja lantakompostit	20-30	25-40	20-40
Ravinteikkaat maanparannuskuidut	30-50	30-40	30-50
Ravinneniukat maanparannuskuidut, järviruoko, hevosenlanta	500-1000	30-40	50-100

Typpeä vapautuu eloperäisen aineksen mikrobiologisen hajotuksen myötä pieneliöiden erittäessä ylimääräistä typpeä maahan. Tämä voi tapahtua suoraan yhden lajiryhmän kautta tai ketjuna vasta toisen lajiryhmän syödessä toista. Typpeä vapautuu myös mikrobimassan hajoamisen kautta ja toisaalta pidättyy maahan mikrobimuumioihin, joiden oletetaan viimeisimmän tutkimustiedon perusteella muodostavan suuren osan maaperän pitkäaikaisesta hiilivarastosta(4.

Eloperäistä ainesta työstäessään mikrobit erittävät lima-aineita. Ne ovat kestävän mururakenteen rakennusaineita, jotka liimaavat mineraaliaineita kuten savi-, hiesu- ja hietahiukkasia yhteen pyöreiksi, huokoisiksi biologisiksi muruiksi.

Viljelykierto huomioon eloperäistä ainesta lisättäessä

Niukkaravinteiset maanparannusaineet kuten hevosenlantakompostit, nollakuidut, järviruoko ja turve soveltuvat parhaiten levitettäväksi viherlannoitusnurmelle, jolloin ne pidättävät nurmen niiton, murskauksen tai lopetuksen yhteydessä vapautuvia ravinteita. Nurmi kannattaa lopettaa matalalla, sekoittavalla muokkauksella, jolloin ravinnepitoinen nurmimassa ja niukkaravinteiset maanparannusaineet sekoittuvat ja muodostavat hyvän kylvöalustan syyskasveille. Nurmen lopettamisen voi tehdä monella tapaa, lue muista vaihtoehdosta osiossa Nurmikasvuston päättäminen (Luku 9 Perehdy valinnaisiin aiheisiin, III. Tuotantonurmet).

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Niukkaravinteisia maanparannusaineita kannattaa levittää ennen palkokasveja tai käyttää niitä yhdessä eloperäisten lannoitteiden, esimerkiksi lietteiden, kanssa.

Kuva 3. Niukkaravinteisia maanparannuskuituja voidaan levittää jopa yli 100 kuutiometriä hehtaarille ja se on edullisinta tehdä nurmen lopetuksen yhteydessä ennen syyskasvien kylvöä. Kun suuri määrä eloperäistä ainesta muokataan maahan, kiihtyy pieneliötoiminta hyvin voimakkaasti, mikä voi hetkellisesti häiritä kasvien kasvua. Näin ollen levityksen ja kylvön välissä tulisikin olla muutama viikko. Kuva: Juuso Joona.

Ravinnepitoiset eloperäiset lannoitevalmisteet ja maanparannusaineet, kuten kompostit, kiinteät mädätysjäännökset ja ravinnepitoiset maanparannuskuidut, soveltuvat parhaiten levitettäväksi syksyllä ennen syyskasvin kylvöä. Tällöin ravinteet ja eloperäinen aines hyödyttävät välittömästi seuraavaa kasvia. Myös levitys ja multaus sängelle on mahdollista, sillä valtaosa orgaanisesti sitoutuneista ravinteista säilyy talven yli seuraavien satokasvien käyttöön. Ravinteiden säilyminen on hyvä varmistaa kerääjäkasvien avulla.

Matala ja sekoittava muokkaus maksimoi hyödyt

Suuria massoja liikuteltaessa ja levitettäessä tulee kiinnittää huomiota maan tiivistämisen välttämiseen. Siksi tulisi välttää maanparannusaineiden levitystä keväällä ja myöhään syksyllä, kun maan on herkkä tiivistymiselle. Samasta syystä eloperäisiä maanparannusaineita on edullista ottaa

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

vastaan patteriin talvella maan ollessa jäässä. Myös aumojen sijoitteluun sekä kuormaukseen tulee kiinnittää huomiota.

Jotta eloperäiset maanparannusaineet hyödyttäisivät mahdollisimman tehokkaasti satokasveja niiden juuristovyöhykkeellä, tulisi aineet muokata matalaan (maks. 15 cm) tehokkaasti sekoittaen. Kun lisätään peltoon suuria määriä eloperäistä ainesta, on huomioitava, että kasvien kasvuunlähtö voi häiriintyä. Tämä on seurausta heti levityksen jälkeen kiihtyneestä mikrobiologisesta aktiivisuudesta ja typen sitoutumisesta.

Yleensä eloperäinen maanparannusaine mullataan maahan. Multauksen jälkeen tulisi odottaa maan tilanteen vakiintumista ennen kylvöjä, tuotteesta riippuen muutamasta päivästä noin viikkoon. Eloperäisten maanparannusaineiden käyttö voidaan toistaa muutaman vuoden välein ravinteiden, lähinnä fosforin, tasapainon perusteella. Tuotteiden valmistajilla tulee olla saatavilla tarkat käyttöohjeet.

Monipuoliset hyödyt usealle vuodelle

Useissa ravinnepitoisissa eloperäisissä maanparannusaineissa tulee kertalevitysmäärällä varasto- ja hivenravinteita useamman vuoden tarpeisiin, mutta typpeä on tarpeen täydentää liukoisessa muodossa keväällä tai alkukesällä. Eloperäiset maanparannusaineet toimivatkin hyvinä peruslannoitteina, joista typpi vapautuu hitaasti koko kasvukauden ajan korvaten jaettua typpilannoitusta.

Eloperäisten maanparannusaineiden kertakustannus levitettynä peltoon on muutamia satoja euroja hehtaaria kohden, riippuen suurelta osin tuotteiden kuljetusetäisyydestä. Tuotteet itse ovatkin lähtökohtaisesti hyvin edullisia ja niiden sisältämien hitaasti liukenevien ravinteiden arvo usein kattaa suuren osan käytön kustannuksista. Maanparannusvaikutuksen arvo riippuu maan kunnosta lähtötilanteessa ja kasvukauden olosuhteista. Esimerkiksi vedenpidätyskyvyn ja pieneliöaktiivisuuden lisääntyminen voi tuoda merkittävän satolisän kuivana kasvukautena. Myös viljelyn kustannukset voivat laskea parantuneen muokkautuvuuden sekä vähentyneen tautipaineen ja lannoitustarpeen ansiosta.

Eloperäisen aineksen lisäykseen panostaminen on pitkävaikutteista, ja tulokset näkyvät viljelijälle usean vuoden kuluessa. Toistuvan käytön myötä eloperäisten maanparannusaineiden hyödyt kumuloituvat ja vaikutukset ovat silminnähtäviä. Eloperäisillä maanparannusaineilla voidaan myös kasvattaa maan hiilivarastoa ja torjua ilmastonmuutosta, mistä viljelijä voi parhaimmillaan tulevaisuudessa saada korvausta.

Tehtävä 7.2

Laadi kaikille kolmelle kurssilohkollesi maanparannussuunnitelma eloperäisillä aineksilla viideksi vuodeksi. Hyödynnä eri eloperäisiä aineita, kuten lantaa, puukuituja, biohiiltä ja kasvimassoja. Lisäideoita saat Ravinne- ja energia -hankkeen tietokorteista tai Eloisa Pelto -oppaasta.

Lukua 7 ovat olleet kirjoittamassa:
Juuso Joona, Tyynelän tila
Erkki Vihonen, ProAgria Etelä-Pohjanmaa
Sanna Söderlund ja Eliisa Malin, BSAG

Luvun 7 asiantuntijatarkastus:
Erikoistutkija Sari Luostarinen, Luonnonvarakeskus

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Luku 8 Minimoi häirintä

Maan mahdollisimman vähäinen häirintä kuuluu uudistavan viljelyn perusperiaatteisiin. Siihen sisältyy muun muassa maanmuokkauksen keventäminen sekä kasvinsuojeluaineiden käytön minimointi.

I. Maanmuokkauksen minimointi

Miten keventää muokkausta?

Uudistavassa viljelyssä muokkaus on tärkeä viljelyn toimenpide, jolla voidaan rakentaa ja hajottaa. Uudistavan viljelyn muiden tavoitteiden yhteensovittaminen muokkaukseen ei aina ole helppoa. Jos tuotannossa pyritään maksimoimaan vihreän kasvipeitteen määrä pellossa, ei muokkaamaan sovi mennä milloin ja miten tahansa. Pelloissa voi olla aiempaa enemmän kasvitähdettä, jolloin muokkauskaluston täytyy soveltua kasvitähteen multaamiseen ilman tukkeutumisen vaaraa. Viljelykiertoon sovitetaan mukaan maanparannusnurmia, jolloin niiden lopetus asettaa omat vaatimuksensa.

Muokkaus tulee tehdä vain tarpeeseen ja sille kannattaa asettaa tavoitteita. Pahimmillaan muokkaamalla voidaan hajottaa muruja ja aiheuttaa eroosiota sekä tiivistymisriskejä, parhaimmillaan voidaan tukea mikrobitoimintaa ja luoda hyvä kasvualusta satokasveille.

Muokkauksella voidaan poistaa kasvua rajoittavia tekijöitä, kuten torjua rikkakasveja ja poistaa tiivistymiä. Maan muokkaaminen tulisi tehdä siten, että minimoidaan riski tiivistää maata ja vahingoittaa sienijuuria tai lieroja. Muokkauksen ajoitus ja menetelmä tulee valita oikein myös maan vesitalouden näkökulmasta. Liian märkää maata ei saa muokata ja toisaalta muokatessa pitää varoa kuivattamasta maata liikaa.

Kevennetty muokkaus on tärkeä osa maan kasvukunnon parantamista ja maan multavuuden kehittämistä. Se tulee sovittaa oikeilla ajoituksilla sekä laitevalinnoilla osaksi olosuhteita ja viljelyjärjestelmää. Muokkauksen perusperiaatteet tulee pitää aina mielessä suunniteltaessa toimenpiteitä. Muokkauksella vaikutetaan hajotustoimintaan, ravinteiden syvyyssuuntaiseen sijoitukseen, ilmahuokosiin ja vesitalouteen, kuten veden imeytymiseen, haihduntaan ja kapillaarisuuteen.

Muokkaus myös häiritsee maata aina, mutta minimoimalla muokkausta eli vähentämällä sen intensiteettiä - toistoja, tehoa ja syvyyttä - voidaan haittoja vähentää ja saavuttaa etuja voimakkaampaan muokkaukseen ja joskus jopa muokkaamattomuuteen verrattuna. Kaiken muokkauksen tavoitteena on pyrkiä poistamaan kasvin kasvua rajoittavia tekijöitä ja kehittää maan rakennetta. Muokkauksen minimoimisessa voidaan rajoittaa muokkaussyvyys maan pintakerrokseen, noin 10 sentin syvyyteen. Muokkaussyvyyden kuitenkin määrittävät muokkauksen tavoitteet, kuten kasvintähteiden määrä tai eliminoitavien kasvien juuristojen syvyys tai korjattavan tiivistymän sijainti.

Pieneliötoiminnan kannalta matalampi muokkaus on usein parempi. Mitä enemmän biologisesti aktiivista maata on, sitä syvemmälle voi muokata vähäisimmin häiriöin. Tosin sienirihmastoja syvempi muokkaus häiritsee aina matalampaa enemmän.

Minimimuokkaus kerryttää kasvitähteitä maan pintakerrokseen ja parantaa pintamaan ominaisuuksia. Biologisesti aktiivisessa maassa kasvitähteet hajoavat nopeammin ja lierot kuljettavat niitä syvempiin maakerroksiin. Vähimmillään muokkaus voi olla maan pinnan raapimista tavoitteena levittää kasvitähteet tasaisesti ja tartuttaa ne maamikrobeilla hajotuksen nopeuttamiseksi.

Muokkaus tulee aina sovittaa tarpeeseen

Muokkauksen ajoitukseen ja muokkaustapaan vaikuttavat:

- Pellon kuivatus ja mahdollinen liettyminen
- Ca:Mg suhteet, Na, K sekä multavuus
- Tiivistyminen, olemassa olevat tiivistymät ja uusien välttäminen
- Murukestävyys
- Luontainen muokkautuminen: kuivuus, routa
- Kasvien juuristojen vaikutus
- Lierot ja muut pieneliöt

Muokkaus voi olla vähimmillään vain sadonkorjuutähteiden levittämistä maahan ja puintitappio-, rikka- ja kerääjäkasvisiementen idättämistä hyvin matalalla muokkaussyvyydellä. Seuraavassa videossa lautasmuokataan rukiin runsasolkista sänkeä ja aluskasveja, noin kolmen sentin työsyvyydellä. Katso video matalamuokkauksesta (00:32).

Lue OSMO-hankkeen tietokortti maan muokkausjärjestelmän valinnasta.

Ajoitus ja sovittaminen olosuhteisiin

Maalaji, maan rakenne ja multavuus vaikuttavat muokkaustarpeeseen ja sen ajoitukseen. Tiiviillä, vähämultaisilla ja huonorakenteisilla mailla kevennetty muokkaus ei useimmiten tuota hyvää lopputulosta, koska maa ei murustu hyvin tai on liian kosteaa muokattavaksi. Tällaisilla mailla päädytään usein syyskyntöön, joka edelleen heikentää maan rakennetta. Savimailla routa on hyvä maan murustaja, hieta- ja hiesumailla rakenne luhistuu talven yli jätettynä.

Runsasmultaisilla mailla kosteusalue, jolla muokkaus onnistuu, on vähämultaista laajempi, koska vesi on pidättyneenä maamuruihin eikä ole vapaana vetenä maassa. Näillä mailla kevytmuokkausta voi puolestaan haitata vetovastuksen puute, jolloin kiinteäteräiset muokkaimet, kuten äkeet ja kultivaattorit, eivät leikkaa kasvintähteitä vaan muokkausväline saattaa muuttua haravaksi. Hyvä mururakenne tai kevyt, karkea maalaji mahdollistavat myös keväisen perusmuokkauksen, jolloin talven murentamat kasvinjätteetkin haittaavat vähemmän.

Jos pyritään talviaikaiseen elävään kasvipeitteisyyteen, tulisi syysmuokkaus suorittaa niin aikaisin, että sen jälkeen ehtii vielä kasvamaan uusi peittävä kasvusto. Käytännössä muokkaus tulisi tehdä elokuun puoliväliin mennessä. Kerääjä- tai peitekasvien kylvö on mahdollista myös muokkauksen yhteydessä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tehtävä 8.1

Valitse seuraavista, mitkä asiat vaikuttavat muokkauksen ajoitukseen.

Vaihtoehdot: Lierot ja muut pieneliöt, Murukestävyys, Routa, Maalaji

Teknologioissa valinnanvaraa

Kevennettyyn muokkaukseen on tarjolla useita eri teknologioita, joita voidaan tosin käyttää myös vastoin edellä mainittuja periaatteita. Yleisimpiä kevytmuokkaimia ovat kultivaattorit, kevyet ja raskaat lautasmuokkaimet ja -äkeet, lapiorullaäkeet sekä näiden yhdistelmät. Voimanottokäyttöisiä muokkaimia voidaan myös käyttää kevennetyn muokkauksen periaattein, mutta on tärkeätä muistaa matala muokkaussyvyys ja mahdollisimman alhaiset kierrosluvut.

Laitetyyppienkin sisällä on merkittäviä eroja niiden teknisistä ratkaisuista, kuten lautas-/piikkikoosta, - tyypistä ja -tiheydestä, riippuen.

Taulukko 1. Karkeita sääntöjä kevytmuokkaimen valintaan. Taulukko: Juuso Joona 2020.

Karkeita sääntöjä kevytmuokkaimen valintaan

Muokkaimen valinta	Kevyt maa	Raskas maa	Paljon kasvintähdettä
Kultivaattori			
Kapeat terät	✓		✓
Leveät terät		✓	
Kaksi akselia		✓	
Yli kaksi akselia	✓		✓
Lautasmuokkain			
Kevyt, pienet sileät kiekot	✓		
Raskas, suuret hammaskiekot		✓	✓

Lautasmuokkaimet sekoittavat maata tehokkaasti sekä pilkkovat kasvitähteitä ja soveltuvatkin näihin tarkoituksiin erinomaisesti (Kuva 1). Sen sijaan ne eivät aina läpileikkaa muokkauspohjaa ja voivat tiivistää sitä hiertämällä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 1. Raskaissa lautasmuokkaimissa on suuret (d>50 cm) hammastetut kiekot, jotka läpäisevät ja pilkkovat runsaasti kasvitähdettä. Lautasten takana olevat harat tehostavat kasvitähteen sekoittumista ja multaantumista, mikä on eduksi kylvöä edeltävässä muokkauksessa. Kevytrakenteinen varpa- ja putkijyräpakkeri murskaa maakokkareita ja tiivistää maata vain kevyesti. Kuva: Juuso Joona.

Kultivaattoreissa on paljon variaatioita piikki- ja terätyypin perusteella. Jos halutaan sekoittaa maata ja torjua rikkakasveja, keveillä mailla jousipiikkinen kapeateräinen kultivaattori voi toimia, mutta raskailla mailla vaaditaan useimmiten jäykkäpiikkistä ja leveäteräistä kultivaattoria läpileikkaavuuden aikaansaamiseksi (Kuva 2). Laitteiden säädöillä on ratkaiseva merkitys lopputulokseen. Työsyvyys ja - tasaisuus, tukipyörät, vetopisteet ja myös terien kuluneisuus vaikuttavat lopputulokseen.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 2. Muokkauspohjaa tarkastelemalla voidaan havainnoida terien läpileikkaavuus. Kuvassa ohdakkeet ovat väistelleet jousipiikkistä hanhenjalkaterää sujuvasti. Savisilla mailla jäykkä terä takaa paremman tehon syväjuurisia kasveja vastaan. Kuva: Juuso Joona.

Kultivaattoreiden teräakseleiden lukumäärä ja korkeus vaikuttavat laitteen läpäisevyyteen ja muokkaustehoon (Kuva 3). Näiden lukumäärän kasvaessa läpäisevyys ja teho kasvavat. Myös kylvökoneissa voi olla muokkaavia elementtejä tai kylvöyksikkö voi olla rakennettu muokkaimen päälle. Kultivaattorit ja äkeet ovat sulautuneet yhteen monikäyttöisiksi sänkiäkeiksi, joilla onnistuu tasaisen kylvöalustan tekeminen ja syysmuokkaus. Niiden menestyksekäs käyttö edellyttää kuitenkin hyvää maan rakennetta.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 3. Kolmiakselinen siipiteräkultivaattori läpileikkaa muokkauspohjan ja sekoittaa maata tehokkaasti. Piikkijyräpakkeri nostaa kasvitähdettä ja juuria pintaan jättäen maan kuohkeaksi. Kuva: Juuso Joona.

Jälkivarusteissa suuria eroja

Laitteiden jälkivarusteissa on merkittäviä eroja. Niiden tarkoitus on usein tasoittaa ja lajittaa maata tai kasvintähteitä sekä tiivistää muokattua pintaa. Moni ratkaisu toimii, mutta tiivistävien jälkivarusteiden, kuten pakkerien, tarpeellisuus olosuhteissamme voidaan kyseenalaistaa. Monet kevytmuokkaimet on kehitetty Keski-Euroopassa multaamaan suuri määrä kasvintähteitä kevyeen maahan välittömästi sadonkorjuun jälkeen hajoamisen nopeuttamiseksi ja satotappiojyvien idättämiseksi, jotta syyskasvin kylvö on mahdollista muutaman viikon kuluttua sadonkorjuusta. Tällöin pintamaan kevyt tiivistäminen riittävän tiiviyden aikaansaamiseksi on perusteltua.

Raskaiden pakkereiden haitat ovat suurimmat kosteissa oloissa. Kun kasvijätettä on vähän ja maa on syysmuokkauksen aikaan kosteaa, pakkerin aiheuttama tiivistymisriski kasvaa. Raskaat, usein nostolaitekiinnitteiset pakkerit sijaitsevat yleensä kaukana traktorin taka-akselista ja aiheuttavat päisteissä suuren kuormituksen takapyörille, jolloin maan tiivistymisriski kasvaa. Näin ollen mahdollisimman kevyet, esimerkiksi putki- ja varpajyräpakkerit, sekä hinattavat koneet ovat myös maan tiivistymisen välttämiseksi suositeltavia (Kuva 4).

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 4. Hinattavat muokkaimet vähentävät kuormitusta traktorin taka-akselille, mutta ovat usein rakenteeltaan pitkiä. Kuva: Juuso Joona.

Kuva 5. Tyynelän tilalla on vuosia käytetty putki- ja varpajyräpakkereilla varustettuja kevytmuokkaimia, mutta siirrytty muutama vuosi sitten piikkijyräpakkerin (doppelsternwalze) käyttöön. Kuvassa tilan isäntä Juuso Joona. Kuva: Sanna Söderlund.

Meidän piikkijyräpakkerissamme on noin 20 sentin mittaisia piikkejä kahdella halkaisijaltaan erikokoisella rummulla. Ne pöyhivät maata kultivaattorin perässä jättäen kasvintähteet, etenkin kestorikkojen pitkät juuret, pinnalle. Muokattu maa jää hyvin löyhäksi ja ilmavaksi. Se näyttää aktivoivan pieneliötoimintaa voimakkaasti. Kasvintähteiden hajotus ja lierojen määrä on aiempaa suurempaa. Myös maan mururakenne on kehittynyt ja keväällä muokkaus on ollut helpompaa. Tähän voi myös vaikuttaa se, että löyhässä maassa on runsaasti vesitilaa, minkä ansiosta pintaroudan eli rousteen on mahdollista kuohkeuttaa maata edelleen.

– Maanviljelijä Juuso Joona, Tyynelän tila, Joutseno

Voiko nurmen lopettaa kevytmuokkaamalla?

Monivuotiset nurmet lopetetaan usein kemiallisesti ja kyntäen, jotta suuri kasvintähteiden määrä ei haittaisi seuraavan kasvuston perustamista. Näitä käytäntöjä on kannustanut myös käytössä ollut kylvötekniikka laahavantaineen, ei niinkään nurmien lopettamiskeinojen vähyys. Paremmin

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

kasvintähteitä läpäisevän kylvötekniikan käyttöönotto yhdessä kevytmuokkainten kehittymisen kanssa on tehnyt mahdolliseksi myös nurmen kemiattoman ja aurattoman lopetuksen.

Kynnössä haudataan nurmen parantama pintamaa ja suuri määrä kasvintähteitä kerrokseksi kyntökerroksen alaosaan ja pinnalle voi nousta heikompirakenteista maata. Kannattavampaa olisi jättää nurmi parantamaan pintamaata ja hyödyttämään seuraavan kasvin itämistä ja kasvua.

Aktivoi pieneliötoimintaa

Sekoittamalla suuri määrä nurmen kasvimassaa maan pintakerrokseen mahdollisesti yhdistettynä lannan tai orgaanisen maanparannusaineen lisäykseen voidaan pieneliötoimintaa kiihdyttää, ja siten nopeuttaa uusien maamurujen muodostumista. Kasvintähteet ja murut muodostavat maan pintaan hyvän haihtumissuojan. Haihtumissuoja pitää maan kosteana, mikä idättää rikkoja ja estää lopetettavaa nurmea menemästä lepotilaan. Samalla kosteutta jää maahan varmistamaan kylvetyn kasvin tasaisen itämisen.

Nurmen aurattomaan lopetukseen tulee valmistautua murskaamalla nurmimassa ennen ensimmäistä muokkausta, mieluiten noin viikkoa ennen, jolloin kasvusto ehtii lähteä kasvuun syöden vararavintojaan. Muokkauskertojen tavoitteena on leikata kasvit poikki juuri niiden kasvupisteen alapuolelta kauttaaltaan läpileikkaavasti sekä pilkkoa ja sekoittaa kasvintähteet muutamien senttien mittaiseksi silpuksi. Tämä voi onnistua ensimmäisellä ajokerralla, jos laitteessa on jokin pilkkova elin kuten lautaset. Muutoin ensimmäinen ajokerta on syytä tehdä lautasmuokkaimella tai -äkeellä, vetokelajyrsimellä tai tasojyrsimellä muutaman sentin työsyvyyteen. Tämä ajokerta viipaloi maata ja pilkkoo kasvia vähentäen myös kultivaattorin tukkeutumisherkkyyttä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 6. Nurmen lopetuksen ensimmäinen ajokerta tehdään hyvin matalaan pilkkoen nurmen pinta esimerkiksi kapeateräisellä kultivaattorilla, lautasmuokkaimella, vetokelajyrsimellä tai kuten tässä, kultivaattorilla, jossa on rivi lautasia etummaisena. Katso video nurmen lopetuksen ensimmäisestä ajokerrasta (0:10). Kuva ja video: Juuso Joona.

Seuraavat muokkaukset tehdään läpileikkaavalla kultivaattorilla noin 2–3 senttiä syvemmälle kuin edellinen kerta. Jokainen ajokerta toistetaan, kun kasvit tai kohdekasvi on saavuttanut kompensaatiopisteensä eli tilan, jossa se on käyttänyt vararavintojaan kasvuun lähtöönsä ja on ryhtymässä jälleen kerryttämään niitä yhteyttämällä.

Tyypillisesti 1–3 kultivointia riittää heikentämään nurmen ja kestorikat. Tämä tarkoittaa toimenpiteen kestävän kokonaisuudessaan 2–6 viikkoa. Viimeisen muokkauksen jälkeen maa on useimmiten kylvövalmis ja otollinen syyskasvuston kylvöön. On kuitenkin muistettava, että useat ajokerrat ovat riski maan rakenteelle, erityisesti jos muokkauskone on tehokas, maa on liian kostea tai se pääsee tiivistymään.

Ajoitus tärkeää

Nurmen lopettamisen ohella tavoitteena on usein myös monivuotisten juuririkkakasvien torjunta. Tämä on tärkeää etenkin huonoilla nurmilla ja se tulee ottaa huomioon ennen muuta toimenpiteiden ajoituksessa. Tällöin on hyvä tuntea kohdekasvin kasvurytmi ja iskeä sen heikkouksiin. Pitkäkestoisessa, toistuvassa muokkauksessa avoimen maan aika on kuitenkin useita viikkoja. Tämän muokkaustavan käyttöä kannattaakin siksi harkita tarkkaan. Kestorikkakasvien torjunnan kannalta hyvin onnistuneeseen nurmikasvustoon kannattaa panostaa, sillä se kilpailee rikkoja vastaan paljon muokkausta paremmin, eikä aiheuta maalle niin paljon häiriötä kuin pitkäkestoinen, toistuva muokkaus.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Haluatko oppia lisää ohdakkeen torjunnasta kemiattomin keinoin? Lue Tuomas Mattilan artikkeli aiheesta täältä.

Tällöin voi tosin jäädä useita viikkoja aikaa ennen syyskasvin perustamista, joten on syytä perustaa yksivuotinen monilajinen välikasvusto. Myös kevätviljan perustaminen puitavaksi tai kokoviljasäilörehuna korjattavaksi tulee kysymykseen, mikä mahdollistaa myös satonurmen perustamisen aluskasvina. Jos yleisimmät kestorikkakasvit ovat valvatti ja juolavehnä, voidaan nurmen lopetus ajoittaa keskikesään niin, että valmista tulee juuri ennen syyskasvien kylvöä. Tämäkin menetelmä tarkoittaa työn aloittamista jo kesä- heinäkuun vaihteessa.

Nurmen aurattomassa lopettamisessa hyvä läpileikkaava siipiteräkultivaattori on ratkaisevassa roolissa. Siinä tulisi olla jäykät piikit, jotka eivät väistele voimakkaimpiakaan juuria ja leveät läpileikkaavat terät, joissa on vähintään 8 senttiä päällekkäisyyttä. Piikkiakselien lukumäärä vaikuttaa tukkeutumisherkkyyteen ja muokkaustehoon. Useammalla akselilla olevat piikit ovat vähemmän alttiita tukkeutumisella ja hienontavat maata tehokkaammin kuin jos akseleita on vähemmän.

Pakkereista piikkijyrä-tyyppi on osoittautunut tehokkaaksi jättäen kasvit löyhästi maan pintaan. Tiivistävät pakkerit voivat palauttaa kasvien juurikosketuksen maahan, mikä hidastaa niiden kuolemista. Myös voimanottokäyttöiset pöyhijät jälkilaitteina ovat tehokkaita, mutta vaativat paljon energiaa ja laskevat työsaavutusta. Ne ovat parhaimmillaan keveillä, multavilla mailla, joissa kestorikkapaine on suuri.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 7. Kolmiakselinen jäykkäteräinen kultivaattori varustettuna piikkijyräpakkerilla on tehokas väline nurmen lopettamiseen. Kuvassa meneillään valkomesikkänurmen kolmas ja viimeinen ajokerta multamaalla. Kuva: Juuso Joona.

Tarkkaile tulosta jatkuvasti

Muokatessa tulee jatkuvasti tarkastella työn perusteita ja tavoitteiden toteutumista. Ajoitusta ja koneita on tarpeen säätää tämän perusteella. Näin voidaan minimoida muokkauksen haitalliset vaikutukset maan rakenteelle. Muokkauksen onnistumista voi tutkia tarkastelemalla muokkauspohjaa lapion ja harjan avulla. Muokkauspohjan tasaisuus sekä suoruus ja terien läpileikkaavuus paljastuvat näin. Muokkauspohjasta voi myös nähdä onko terä hiertänyt ja tiivistänyt maata vai repinyt sitä jättäen pohjan auki.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tiesitkö?

Suorakylvö on mahdollista myös monipuolisessa viljelykierrossa ilman rikkakasvien torjunta-aineita. Tällöin on usein kyse kylvöstä yksivuotiseen kerääjä- tai välikasvustoon, joka jyrätään veitsijyrällä (crimper roller, Messerwalze) välittömästi ennen kylvöä välikasvuston ollessa kukintavaiheessa. Jyrätystä kasvimassasta muodostuu kate, joka varjostaa oheiskasveja ja suojaa maata. Tähänastisissa tutkimuksissa on tällä menetelmällä saatu hyvä teho oheiskasveihin, mutta satokasvien sadot ovat jääneet muokattua verrokkia alhaisemmiksi lyhyellä aikavälillä. Menetelmä kuitenkin kehittyy edelleen ja käytännön viljelyssä on saatu kilpailukykyisiä satoja. (1,2

Video Youtubessa: Direct drilling with the crimper roller at the Tyynelä farm, Finland (03:22)

Tehtävä 8.2

Mieti kurssilohkojesi muokkaushistoriaa. Miten niitä on muokattu viimeisen viiden vuoden aikana? Millaisia ongelmia uskot muokkauksesta aiheutuneen? Miten voisit keventää muokkausta? Muista pohtia maalajien, viljelykierron ja satokasvivalintojen vaikutusta muokkaustarpeeseen. Pohdi kysymyksiä jokaisen lohkon kohdalla erikseen ja kirjoita vastauksesi laatikkoon.

II. Kasvinsuojelu

Uudistava viljely pyrkii hyvään maan kasvukuntoon ja peltoekosysteemin tasapainoon. Tasapainoisessa ympäristössä tuhoeliöiden ja niiden luontaisten vihollisten ja kilpailijoiden suhde pitää kurissa pahimmat vahingot. Ravinteikkaassa maassa kasvit voivat hyvin, ja niiden maanpäällinen ja maanalainen biomassa on suuri. Vesi- ja ravinnetalous ovat kunnossa, jolloin kasvilla on voimia vastustaa kasvitauteja ja kasvintuhoojia sekä toipua vioituksista. Monimuotoisissa sekakasvustoissa on epätodennäköisempää, että tietty tauti tai tuholainen pääsisi iskemään kaikkiin satokasveihin, mikä lisää satovarmuutta.

Uudistavassa viljelyssä pyritään minimoimaan kasvustoon, maahan ja peltoekosysteemiin kohdistuva häirintä. Viljelijä tukee viljelytoimenpiteillään luonnon omaa systeemiä siten, ettei kasvintuhoojista pääse muodostumaan satotasoon merkittävästi vaikuttavaa ongelmaa. Siksi voimakkaaseen muokkaukseen tai kemialliseen torjuntaan turvaudutaan vain sen ollessa täysin välttämätöntä. Kun peltoekosysteemin tasapaino on saavutettu, voidaan näitä torjuntatoimenpiteitä vähentää huomattavasti ja parhaassa tapauksessa niistä voidaan luopua kokonaan.

Kasvinsuojeluaine, torjunta-aine vai myrkky?

Kasvinsuojeluaineista käytetään montaa nimeä, ja jokainen valitsee käyttämänsä sanan omien lähtökohtiensa ja näkemystensä perusteella. Tällä kurssilla käytämme kemiallisista torjunta-aineista termiä kasvinsuojeluaine, sillä se on tällä hetkellä virallinen ja vakiintunut termi. Torjunta-aineet jaetaan käyttötarkoituksensa mukaan kasvinsuojeluaineisiin ja biosidisiin torjunta-aineisiin. Kasvinsuojeluaineet ovat aineita, joita kasvintuotannossa käytetään pelloilla tai puutarhoissa

rikkakasvien torjuntaan, viljelykasvien suojelemiseen hyönteisiä ja muita tuholaisia vastaan tai kasvitautien ehkäisemiseen. Jotkut kasvinsuojeluaineet säätelevät myös kasvin kasvua. Kasvinsuojeluaineita voidaan käyttää myös sadonkorjuun jälkeen parantamaan tuotteiden säilyvyyttä. Biosidisiä torjunta-aineita ovat esimerkiksi elintarvikehuoneistoissa ja karjasuojissa käytettävät hyönteisten ja jyrsijöiden torjuntaan käytettävät aineet. Kasvinsuojeluaineet voivat olla synteettisesti valmistettuja eli kemiallisia tai biologisia. (3

Kuva 8. Puhtaisiin viljakasvustoihin päästään myös ilman kasvinsuojeluaineita. Tämä kuva on Vierelän luomutilan kaurakasvustosta kesältä 2019. Kuva: Eliisa Malin.

Kasvinsuojelu on osa viljelytekniikkaa

Kasvinsuojelusta vain pieni osa on kemiallisten kasvinsuojeluaineiden käyttöä. Ensisijaisesti torjuntaa tulisi tehdä muilla keinoin. Kasvinsuojeluaineiden käyttötarvetta voidaan määrittää esimerkiksi kynnysarvojen avulla. Kasvintuhoojapaineeseen vaikuttavat kasvilaji ja -lajike, kylvösiemenen laatu, viljelykierto, peltolohkon ominaisuudet, käytetty muokkaustekniikka, lannoitus ja sää. Kasvinsuojeluaineiden käyttöä voidaan merkittävästi pienentää ottamalla käyttöön ennalta ehkäiseviä menetelmiä. Näitä ovat erityisesti tarkkailu ja ennusteet sekä torjuntatarpeen määrittely. Tällöin puhutaan integroidusta kasvinsuojelusta (IPM eli integrated pest management).

Integroidun kasvinsuojelun pääperiaate on korvata kemiallista kasvinsuojelua ennaltaehkäisevillä ja vaihtoehtoisilla keinoilla aina kun se on mahdollista.

Kasvintuhoojien esiintymisriski ja kasvinsuojeluaineiden käyttötarve vähenevät huolehtimalla hyvästä viljelykierrosta, käyttämällä tervettä ja elinvoimaista kylvösiementä sekä valitsemalla mahdollisimman taudinkestäviä lajikkeita. Kun yhtä ja samaa kasvia ja jopa lajiketta viljellään laajoilla yhtenäisillä aloilla, pääsevät taudit ja tuholaiset otollisissa oloissa leviämään nopeasti ja säilymään onnistuneesti. Monimuotoinen viljely vähentää kasvinsuojeluongelmien leviämistä.

Kasvinsuojeluaineiden käyttöä säädellään laissa, joka perustuu EU-puitedirektiiviin. Osana tätä direktiiviä jokainen jäsenmaa on laatinut kasvinsuojeluaineiden kestävän käytön ohjelman. Jokaisen ammattimaisesti kasvinsuojeluaineita käyttävän tulee suorittaa kasvinsuojelututkinto vähintään viiden vuoden välein. Tutkinto sisältää turvallisen kasvinsuojeluaineiden käytön ja integroidun kasvinsuojelun opiskelun. Kasvinsuojeluaineita voidaan ostaa vain tutkintotodistusta vastaan. (4

Lue lisää kasvinsuojelusta ja siihen liittyvästä lainsäädännöstä:

Kasvinsuojeluaineiden kestävän käytön ohjelma

Kasvinsuojeluaineiden kestävän käytön toimintaohjelma II 2018–2022 (PDF)

Tukes: Kasvinsuojeluaineet

Ennaltaehkäisevät toimet ja kasvinsuojelu ilman kasvinsuojeluaineita

Lajike ja kestävyys

Viljelykasvin lajikevalinnassa on tärkeää huomioida sato- ja laatuominaisuuksien lisäksi lajikkeen kasvuaika sekä laon- ja taudinkestävyys kasvinsuojeluriskien minimoimiseksi. Näitä ominaisuuksia ja niiden prioriteettia on hyvä mukauttaa oman viljelyalueen ja peltojen ominaisuuksiin sekä havaintoihin edellisiltä vuosilta.

Mikäli lohkon multavuus on korkea ja lakoherkkyyttä on havaittu aiempina vuosina, on laonkestävän lajikkeen valinta tärkeää. Sama koskee tautiherkkyyttä. Taudinkestävien lajikkeiden valinta korostuu myös silloin, kun hyvä viljelykierto ei ole kuulunut lohkon viljelyhistoriaan. Viljelykierto on edullinen tapa suosia peltoluonnon monimuotoisuutta ja pienentää lohkon tauti- ja tuholaispainetta. Lajikkeiden kasvutavalla ja varjostavuudella, laji- ja lajikeseoksilla voidaan vaikuttaa viljelykasvin kilpailukykyyn rikkakasveja vastaan, mutta kasvuston yleisellä elinvoimaisuudella on merkittävä vaikutus.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Maan kasvukunto

Kun viljelykasvit ovat terveitä ja vahvoja eivätkä ne ole stressaantuneet kasvuoloista, ne kestävät myös tauti- ja tuholaispaineita paremmin. Tällöin ne varjostavat rikkakasveja tehokkaammin ja vähentävät niiden haittavaikutuksia.

Maan hyvä kasvukunto on tärkeä, se vahvistaa kasvien kestävyyttä sekä vastustuskykyä monenlaisia stressiolosuhteita vastaan.

Hyvässä ja viljavuudeltaan tasapainoisessa maaperässä kasvien ravinteidenotto on kunnossa, mikä vahvistaa niiden kestävyyttä ulkoisia paineita vastaan. Esimerkiksi mangaanin puute tai liiallinen nitraatin kertyminen altistaa kasvin tuholaisten aiheuttamille vioituksille. Oleellista on löytää tasapaino; niin ravinteiden (ml. hivenravinteet) puutos kuin niiden runsaus voivat altistaa satokasvit tuholaisille ja näiden vaikutukset ovat usein taudinaiheuttajaspesifisiä. Elävä, hyväkuntoinen maa on kasvinsuojelun kannalta tärkeä, koska maan luontaiset bakteeri- ja sienikannat auttavat maalevintäisten tautien hallinnassa.

Ajoitus

Viljelytoimenpiteiden oikea ajoitus kylvömuokkauksesta tai kylvöstä alkaen muodostaa pohjan hyvin kehittyvälle kasvustolle, joka myös kestää erilaisia stressiolosuhteita paremmin koko kasvukauden ajan. Jos kasvun alkuunlähtö epäonnistuu, sitä on vaikea korjata enää myöhemmin, ja kasvusto altistuu erilaisille haittavaikutuksille herkemmin.

Erityisen tärkeää on kevätkosteuden hyödyntäminen mahdollisimman tehokkaasti. Näin viljelykasvit juurtuvat hyvin ja kasvattavat juuristonsa syvälle maakerroksiin. Se on tehokkaan vedenoton takia tärkeää alkukasvukauden yhä yleisemmiksi käyvissä kuivissa olosuhteissa. Kylvöaikaa säätelemällä voidaan välttyä monien tuhohyönteisten aiheuttamilta haitoilta, erityisesti öljykasvien viljelyssä.

Viljelykierto

Samojen ja samansukuisten kasvilajien viljeleminen useina vuosina peräkkäin samalla lohkolla lisää kasvinsuojeluongelmia. Tämän ja luontaisen torjunnan vuoksi on viljelysuunnittelun yhteydessä hyvä suunnitella myös toimiva viljelykierto. Samalla on syytä noteerata hyödylliset esikasviarvot sekä kevät- ja syyskylvöisten tai monivuotisten kasvien viljelyn mahdollisuus.

Lue lisää kasvien esikasviominaisuuksista täältä.

Viljelykierto on tärkeimpiä, ellei tärkein kasvitautien, tuholaisten ja myös rikkakasvien hallintakeino.

Erityisesti ristikukkaiset, palkokasvit, juurikkaat sekä peruna edellyttävät ehdottomasti viljelykiertoa, jotta haitalliset kasvintuhoojat on mahdollista pitää kurissa. Viljelykiertoon kannattaa ottaa mukaan myös niin sanottuja hoitovuosia eli pitää lohko toipumassa ja latautumassa vähintään yhden vuoden ajan viherlannoitusnurmella tai vastaavalla monilajisella kasvustolla.

Sekaviljely

Jos viljelykiertoa ei pystytä toteuttamaan kunnolla, on sekaviljely yksi mahdollisuus monipuolistaa viljelyä. Sekaviljelyssä kylvetään kahta tai useampaa viljelykasvilajia tai -lajiketta seoksena samalle lohkolle. Tämä tekniikka auttaa kasvintuhoojien hallinnan lisäksi tehokkaammassa veden ja ravinteiden hyödyntämisessä ja siten sadontuotannossa. Kerääjäkasvit ja rivivälikasvit ovat helppo ja edullinen keino lisätä monimuotoisuutta kasvustoihin, erityisesti jos nurmien lisääminen viljelykiertoon on hankalaa. Kasvustot tulee suunnitella huolella ja kiinnittää huomiota eri lajien kasvintuhoojiin tai lajikkeilla erilaisiin taudinkestävyyksiin.

Kuva 9. Kaistaviljelyä Hollannissa. Kuva: Eija Hagelberg.

Sekaviljelymalleja

- seosviljely
- rivisekaviljely
- kaistasekaviljely
- vuorosekaviljely
- peltometsäviljely

Sekaviljelyn hyötyjä:

- valon, veden, kasvutilan ja ravinteiden tehokkaampi hyödyntäminen
- kasvien välisten positiivisten vuorovaikutusten hyödyntäminen, esim. typensidonta, sienijuuret
- maan orgaanisen aineksen lisääntyminen
- kasvitautien, tuholaisten ja rikkojen vähentynyt paine
- satovarmuus, viljelyn herkkyyden vähentäminen

- sopeutumiskyvyn parantuminen
- luonnon monimuotoisuuden tukeminen ja lisääminen
- luontaisten pölyttäjien elinolojen turvaaminen

Kerääjäkasveja käytettäessä täytyy huomioida niiden ja kasvinsuojelutoimenpiteiden yhteensovittaminen. Katso videosta Sirkku Puumalan kokemuksia kerääjäkasveista ja kasvinsuojelusta Verkatakkilan tilalla (01:11).

Kasvupaikka

Parhaan sadon saavuttamiseksi, mutta myös kasvinterveyden ja tuholaistorjunnan kannalta, oikean peltolohkon valinta oikealle viljelykasville on oleellista. Pellon ominaisuudet, maalaji, viljavuus sekä sen sijainti vaikuttavat siihen, mitä viljelykasvia kannattaa viljellä milläkin lohkolla. Maan kasvukunto vaikuttaa siihen, kuinka vaateliaita kasveja voidaan viljellä milläkin kasvulohkolla. Kiinnittämällä huomiota peltolohkojen kasvukuntoon voi viljelijä laajentaa mahdollisuuksiaan saada hyviä satoja vaativistakin kasvilajeista kaikilla lohkoillaan.

Muokkaus

Mekaaninen maanmuokkaus on ollut perinteinen keino kasvintuhoojaongelmien vähentämiseksi. Kyntö hautaa kasvijätteissä säilyvät taudinaiheuttajat syvemmälle maakerroksiin ja estää siten niiden leviämistä seuraavalla kasvukaudella. Kyntö on kuitenkin voimakas tapa muokata maata. Syyskyntö tiivistää maita herkästi ja altistaa ne eroosiolle, häiritsee pieneliöstöä ja lisää hiilen karkaamista ilmakehään. Kyntöä kannattaa käyttää torjuntamenetelmänä harkiten. Kynnön lisäksi rikkakasvien hallintaan voidaan käyttää myös muita mekaanisia muokkauskeinoja.

Rikkaäestystä käytetään pääasiassa viljoilla siemenrikkakasvien torjumiseksi, mutta menetelmä sopii myös herneelle, härkäpavulle ja öljykasveille. Rikkaäestykseen kannattaa liittää aluskasvin kylvö. Riviväliharaus on sokerijuurikkaalla ja vihanneskasveilla yleisesti käytetty rikkakasvien torjuntamenetelmä. Riviväliharauksen etuna on, että haraus tehoaa kohtuullisesti rikkaäestyksen kannalta jo liian isoiksi päässeisiin rikkakasveihin sekä kestorikkoihin.

Sadonkorjuun jälkeinen kevyt sänkimuokkaus häiritsee rikkakasvien kehitystä ja tehoaa kestorikkoihin pilkkomalla juurakoita ja nostamalla niitä maan pinnalle. Kyntö hautaa juurakot, siemenet ja kasvijätteet syvälle maahan, ja tehostaa sänkimuokkauksen vaikutusta. Kyntö on hyvä keino torjua rikkoja ja kasvintuhoojia kertaluonteisesti.

Säännöllisenä muokkausmenetelmänä kyntö kannattaisi silti korvata kevyemmillä menetelmillä. Muista, että kyntää voi myös keväällä tai vain osia lohkoista. Pellon voi muokata esimerkiksi siten, että kyntää juolavehnäpesäkkeiden kohdat ja kevytmuokkaa lohkon muualta. Tasapainoisessa, uusiutuvassa peltoekosysteemissä tarve muokkauksiin vähenee vuosittain.

Ongelmallisissa tilanteissa kesannointi hävittää tehokkaasti juolavehnää ja valvattia, heikommin ohdaketta ja peltokortetta. Kesannoinnilla on hyvä teho myös siemenrikkoihin. Juolannostin

(Kvick-Finn) on tarkoitettu juolavehnän keväiseen torjuntaan, mutta se soveltuu myös muuhun muokkaukseen.

Kun yhdistetään suorakylvö, monipuolinen viljelykierto ja kerääjäkasvien käyttö, rikkakasvien määrää saadaan vähennettyä selvästi. Tästä käytetään englanniksi nimitystä conservation agriculture, CA-viljely.

Vaikka muokkausta on käytetty kasvinsuojelukeinona, parhaat tulokset rikkakasvien torjunnassa on saatu peitteisellä CA-viljelyllä (conservation agriculture). Kun yhdistetään suorakylvö, monipuolinen viljelykierto ja kerääjäkasvien käyttö, rikkakasvien määrää saadaan vähennettyä selvästi, eikä muokkaus nosta uusia rikkakasvinsiemeniä pintaan. Tällöin kemiallinen torjunta voidaan vähentää minimiin. Sen sijaan suorakylvö yhdistettynä pelkkään kevätviljojen viljelyyn pahentaa rikkakasviongelmaa nopeasti vaikeasti hallittavaan tasoon. (6

Kesannoinnin tarvetta ja ajoitusta kannattaa miettiä tarkkaan. Keskikesän kesannoinnilla voi häiritä rikkakasveja ja valmistaa maan syyskasvien kylvölle. Paljaan maan aika kannattaa pitää niin lyhyenä kuin mahdollista. Rikkakasvien liekitys on vaihtoehto rikkakasvien torjuntaan ja se tehdään juuri ennen varsinaisen viljelykasvin taimettumista.

Kilpailua

Hyvinvoivassa ja voimakkaasti sopivan tiheässä kasvustossa kasvava viljelykasvi on paras suoja niin rikkakasveja, tauteja kuin tuholaisiakin vastaan. Pääkasvin hyvä kasvu varjostaa rikkakasveja ja heikentää niiden kasvuedellytyksiä. Siksi on tärkeää varmistaa erilaisten viljelyteknisten toimien turvin, että viljelykasvi ehtii kasvussaan rikkakasvien, taudinaiheuttajien tai tuholaisten edelle.

Tautien torjuminen laajatehoisilla valmisteilla saattaa muuttaa kasvin pinnalla elävien mikrobien kilpailutilannetta siten, että tietyt taudinaiheuttajat joihin aineen teho on heikompi, pääsevät runsastumaan. Kilpailua voidaan lisätä maan hyvän rakenteen ja monimuotoisen viljelyn avulla edistettävän maamikrobiston avulla, mikä pitää kurissa taudinaiheuttajamikrobeja.

Biologinen torjunta

Luonto hakeutuu tiettyyn tasapainoon, joka syntyy erilaisten eliöiden välisten suhteiden vakiintuessa. Esimerkiksi kasvitautiepidemioita ilmenee vain ajoittain, koska peltoekosysteemin muut eliöt ja monet abioottiset tekijät kuten ilmaston vaikutukset rajoittavat taudinaiheuttajien leviämistä. Ekosysteemin tasapaino on herkkä, ja horjuu helposti esimerkiksi ihmisen toiminnan seurauksena. Biologista torjuntaa tapahtuu luonnossa siis luontaisesti. Ihminen on oppinut tuntemaan ja hyödyntämään näitä luonnon omia torjuntamenetelmiä ja tukemaan niiden toimintaa. (7

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 10. Ihminen voi vaikuttaa kasvintuhoojien leviämiseen huolellisella suunnittelulla, monipuolisella viljelykierrolla ja suosimalla biologisia torjuntaeliöitä. Kuva: Sari Peltonen.

Biologinen torjunta voidaan jakaa kahteen toimintatapaan. Toisessa tavassa hyödynnetään luonnon omia antagonisteja: hyönteisiä, sieniä tai muita organismeja, jotka estävät tuhohyönteisten tai kasvitautien leviämistä. Tällöin ihmisen tehtäväksi jää luoda peltoekosysteemiin luontaisen torjunnan toimintaa tukevat olosuhteet.

Monimuotoinen viljely-ympäristö pitää yllä monimuotoista eliöstöä ja mikrobistoa, mikä edistää myös monien kasvintuhoojien luontaisten vihollisten lisääntymistä ja säilymistä. Luontaiset viholliset ilmaantuvat kasvustoihin usein jonkun verran varsinaisten tuholaisten perässä. Tämä vuoksi esimerkiksi tuhohyönteisiin kohdistuvat kemialliset kasvinsuojelutoimet kannattaa minimoida ja myöhäisiä torjuntakäsittelyjä tulee välttää.

Viljelyssä kannattaa huomioida tuhohyönteisten luontaisten vihollisten suosiminen monimuotoisilla kasvustoilla, pientareilla ja monimuotoisuuskaistoilla. Luontaiset viholliset leviävät noin 100 metrin matkalle, minkä takia yli 100 metriä leveillä peruslohkoilla petopenkat tai muut monimuotoisuuskaistat voivat olla hyvä osa integroitua kasvinsuojelua ja niiden hyödyntäminen petohyönteisten ja pölyttäjien suojapaikkoina on kannattavaa.

Luontaiset viholliset säilyvät talven yli usein samalla lohkolla, jolla viljelykasvi on kasvanut, joten on tärkeää huomioida luontaisten vihollisten paras mahdollinen säilyminen ja runsastuminen seuraavaa kasvukautta varten. Tämä tarkoittaa esimerkiksi voimakkaan muokkauksen vähentämistä kyseisellä lohkolla sekä tuholaistorjunta-aineiden käytön ajoittamista tarkasti.

Toisessa biologisen torjunnan tavassa kasvustoihin lisätään jotain organismia, jonka tiedetään torjuvan tiettyä taudinaiheuttajaa tai tuhohyönteistä. Tästä löytyy hyviä esimerkkejä esimerkiksi kasvihuonetuotannon käytännöistä. Petopunkit, antagonistiset bakteerit ja sienet, kiilukaiset ja sukkulamadot ovat jo hyvin tunnettuja eliöitä biologisen torjunnan välineinä.

Houkutuskasvit

Tuholaisten haittavaikutusten vähentämiseksi voidaan pellon reunaan tai ympärille kylvää houkutuskasvikaistoja tai -reunuksia. Tuholaiset talvehtivat yleensä pellon ja metsän reunavyöhykkeillä karikkeessa, josta ne siirtyvät varsinaiselle viljelyalueelle ilmojen lämmetessä keväällä.

Houkutuskaista houkuttaa tuholaiset pysymään kaistalla ja pysäyttää niiden liikkumisen. Tuholaiset voidaan torjua kaistalta joko mekaanisesti tai kemiallisesti. Näin säästytään koko viljelyalan käsittelyltä. Houkutuskaistoja käytetään erityisesti ristikukkaisten kasvien tuholaisten hallinnassa muun muassa öljykasveilla ja kaaleilla.

Tuholaistorjunta ja pölyttäjät yhteistarkastelussa

Kestävän kasvinsuojelun perustana toimiva integroitu torjunta (integrated pest management, IPM) keskittyy tuotantokasvien suojaamiseen tuholaisilta, taudeilta ja rikkakasveilta. Integroitu torjunta ei huomioi pölyttäjiä erikseen, mutta IPM:n tavoite vähentää torjunta-aineiden käyttöä hyödyttää jonkin verran myös pölyttäjiä.

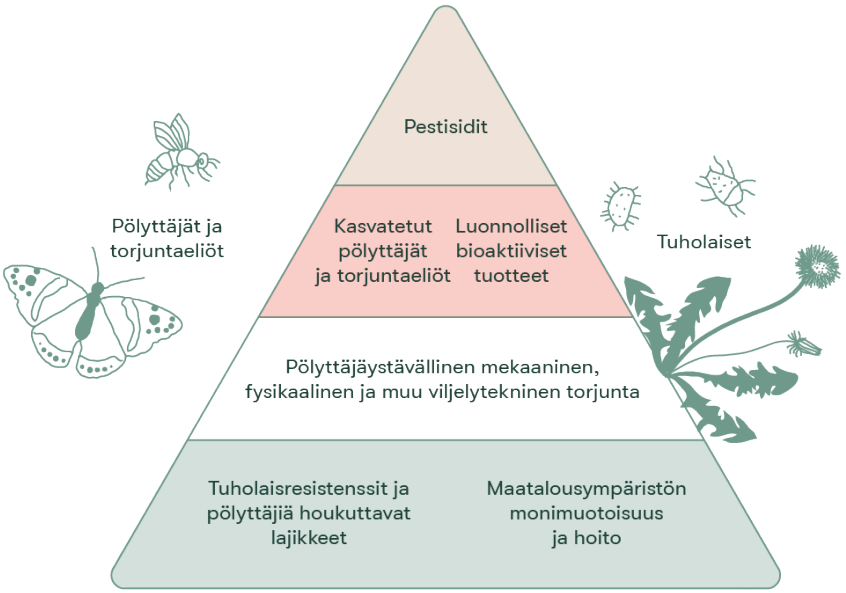
Pölyttäjiä ja torjuntaa on kuitenkin syytä tarkastella kokonaisuutena, sillä tuholaistorjunnalla on vaikutuksia pölyttäjiin sekä niiden tarjoamiin, satoihin kohdistuviin ekosysteemipalveluihin. Hyödyllisissä petohyönteisissä on mukana myös eri elämänvaiheissa olevia pölyttäjiä.

Pölyttäjien ja tuholaistorjunnan integrointi tarjoaa viljelijöille mahdollisuuksia maksimoida satoja. (8 Tällaista yhdistävää lähestymistapaa kutsutaan englanniksi termillä ”integrated pest and pollination management” (IPPM). Termi ei ole uunituore, mutta sen alla on vielä tehty melko vähän tutkimusta. Suunta ja tarve on kuitenkin kohti nykyistä kokonaisvaltaisempaa tarkastelua.

Kasvinsuojeluaineet voivat olla haitallisia pölyttäjille, mutta kun niitä käytetään IPPM-menetelmin ja riskit huomioiden, voidaan samalla tehdä tuholaistorjuntaa ja huolehtia pölyttäjistä. (9

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Integroidun kasvinsuojelun ja pölytyksen pyramidi



Kuva 11. Integroitu kasvinsuojelun ja pölytyksen (IPPM) pyramidi osoittaa etenemisjärjestyksen alhaalta ylöspäin: pölyttäjiä suosivat ja tuhohyönteisiä vastustavat monimuotoiset peltoekosysteemit ovat perustana pohjalla, ja vasta viimeisenä keinona pyramidin huipulla käytetään kemiallisia torjunta-aineita. Kuva lähteestä 8.

Tarpeenmukainen kemiallinen torjunta

Kemiallisen kasvinsuojelun tarpeen arvioinnissa käytetään hyväksi tarkkailumenetelmiä, torjunnan kynnysarvoja sekä ennustejärjestelmiä. Näin vältytään turhilta käsittelyiltä ja voidaan kohdentaa toimenpiteet mahdollisimman oikea-aikaisesti parhaan tehon ja pienimmän mahdollisen haitan saavuttamiseksi.

Kasvinsuojeluaineiden käytössä on pyrittävä aina siihen, että käytetään oikeaa valmistetta oikeaan aikaan, vain tarpeen mukaan ja huolellista käyttötapaa noudattaen. Näin varmistetaan aineen hyvä teho sekä pienennetään riskiä aineen pääsystä ympäristöön. Kasvisuojeluaineiden tarkennettu käyttö edellyttää, että tunnistetaan torjuttava kohde ja valitaan siihen parhaiten tehoava, mutta samalla ympäristöllisesti vähäriskisin aine.

Kasvinsuojeluaineissa on valtavia eroja niiden haitallisuudessa ei-kohde-eliöille. Esimerkiksi 63 tehoaineen vaikutuksien arvioinnissa 95 % koko haitasta vesieliöille aiheutui viiden tehoaineen käytöstä: fluatsinami, aklonifeeni, metiokarbi, pendimetaliini ja prokloratsi. (10 Näistä esimerkiksi fluatsinamin käytön haitat vesieliöille ovat ainekiloa kohden noin 2,3 miljoonaa kertaa suuremmat kuin kasvunsääteenä käytetyn klormekvattikloridin, joka sekään ei ole ongelmaton. Näistä edellä mainituista tehoaineista metiokarbi ja prokloratsi eivät ole enää sallittuja.

Kasvinsuojeluaineiden vähäriskisyys perustuu usein tutkimuksiin ja tietoihin, jotka kehittyvät jatkuvasti. Esimerkiksi yleisimmän kasvinsuojeluaineen glyfosaatin haitoista on paljon ristiriitaista tutkimustietoa ja toisaalta tutkimustieto täydentyy koko ajan.

Turvallinen lähestymistapa kasvinsuojeluaineiden haittojen minimointiin on perustaa niiden käyttö todelliseen tarpeeseen ja vähentää käyttöä niin paljon kuin taloudellisesti mahdollista.

Rikkakasvien haitallisuuden arviointi lähtee lohkon rikkakasvilajiston tuntemisesta. Tärkeintä on rikkakasvien leviämisen ehkäiseminen (siemenpankki, kestorikkojen pesäkkeet). Hyvä rikkakasvien torjuntakeino on nopea kasvuun lähtö ja voimakas kasvusto. Viljelykasvit kilpailevat silloin tehokkaasti rikkoja vastaan. Vähäinen rikkakasvillisuus ei sanottavasti haittaa sadontuotantoa.

Torjuntakynnykset

Kasvinsuojeluaineiden käytön tulee perustua aina todettuun tarpeeseen. Tätä edellyttää jo integroidun kasvinsuojelun periaate. Se vaatii, että kaikkien kasvinsuojelutoimenpiteiden takaa löytyvät lohkomuistiinpanoihin kirjatut havainnot.

Torjuntapäätösten tulee perustua havaintoihin, joilla seurataan torjuttavan tuhoojan esiintymisrunsautta esimerkiksi erilaisten ansojen avulla tai laskemalla tuholaisten määrää tai niiden aiheuttamaa vioitusta viljelykasvissa.

Tautien oireiden havainnointi kasvustosta torjuntapäätöksen pohjaksi voi ainakin tiettyjen tautien osalta olla liian myöhäistä riittävän torjuntatuloksen varmistamiseksi. Tällainen tauti on muun muassa perunarutto. Silloin on viljelijän tehtävä omia arvioita ja ennusteita, sekä hyödynnettävä ennustepalveluja, jotka taudille otollisten sääolosuhteiden, kuten lämpötilan, sadannan ja kosteuden sekä esikasvin, muokkaustavan tai lajikkeen tautiherkkyyden perusteella ennustavat taudin ilmaantumisriskiä.

Jos tautien kasvinsuojeluaineita joudutaan käyttämään jo varhaisessa vaiheessa, on riskinä, että huomattava osa kasvinsuojeluaineesta joutuu maahan, jolloin herkät maamikrobit altistuvat niille. Tämän vuoksi on tärkeää, että pakolliseksi todettu tautien torjunta voidaan tehdä suositeltuna ajankohtana, jolloin tehoaineen vaikutusaika kantaa pitkälle ja tarjoaa suojaa aina kasvukauden loppuun asti.

Rikkakasvien torjunnassa torjuntapäätös perustuu yleisimmin rikkakasvien tiheyden arviointiin. Tärkeää on myös rikkakasvien tunnistaminen niiden haitallisuuden mukaan, ja oikean torjunta-ajankohdan määrittäminen. Rikkakasvien torjuntaan voidaan varautua jo edellisellä kasvukaudella havainnoimalla, mitkä rikkakasvit jäivät ongelmaksi ja kasvattivat rikkasiemenpankkia. Nämä rikkalajit nousevat todennäköisimmin ongelmiksi seuraavalle kasvukaudelle.

Rikkakasvien torjunnassa on kaksi avaintekijää: rikkakasvien tiheys ja satokasvin kehitysaste. Nämä muodostavat kriittisen torjunta-ajan sekä taloudellisen torjuntakynnyksen. Usein tarkastellaan rikkakasvien tiheyttä, joka johtaa viiden prosentin sadonmenetykseen. Yleensä viljojen pensomisen jälkeen taimettuneet rikat eivät vähennä satoa. Toisaalta kilpailukykyisillä kasveilla rikkatiheys saa olla huomattava jopa ennen pensomista ennen kuin sato pienenee.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Esimerkiksi 100 kpl/m2 juolavehnän versoja rukiissa vähentää satoa kahdeksan prosenttia, mutta herneellä 35 prosenttia. (11 Tällä hetkellä torjuntakynnyksiä ei ole helposti saatavilla. Mikäli tilalla on satomittari, kannattaa kasvustoon jättää käsittelemättömiä ruutuja, joilla voi havainnoida, saadaanko torjunnalla riittävää satovastetta. Pelkkä rikkapitoisten kohtien ja rikattomien kohtien vertailu ei tuota hyvää tulosta, sillä usein satokasvin epäonnistuminen johtaa rikkakasvien runsastumiseen.

Kasvinsuojeluaineen valinta

Jos joudutaan turvautumaan kemialliseen kasvinsuojeluun, on syytä valita ympäristölle vähiten haittaa tuottava valmiste, mikäli se vain riittävän tehon aikaansaamiseksi on mahdollista. Tuotteen haitta-asteen voi osittain päätellä valmisteen ympäristörajoituksista.

Kasvinsuojelussa on kuitenkin huomioitava, että oikeaa torjuntamenetelmää valittaessa perusteena on sadon määrän ja laadun turvaaminen. Jos sato menetetään tai laatu kärsii kasvintuhoojien riittämättömän torjunnan takia, aiheuttaa se huomattavia taloudellisia menetyksiä ja ruuan raaka-ainehävikkiä sen lisäksi, että tuotantopanoksia jää käyttämättä ja alttiiksi ympäristöön huuhtoutumiselle. Tuotantopanosten käytön jakaminen eri käsittelykertoihin samoin kuin täsmäviljelymenetelmien käyttö vähentävät tätä riskiä ja ovat siksi varteenotettavia menetelmiä myös kasvinsuojeluriskien hallinnassa.

Kemiallisen kasvinsuojeluaineen käytössä on tärkeää valita torjuttavaan kohteeseen parhaiten tehoava valmiste. Tämän tueksi on tarjolla erilaisia tehotaulukoita, jotka auttavat oikean aineen valinnassa. On tärkeää, että käytettävää kasvinsuojeluainetta vaihdetaan eri ruiskutuskerroilla tai käytetään usean eri valmisteen seoksia samalla ruiskutuskerralla. Jos samantyyppistä ja samalla tavalla vaikuttavaa kasvinsuojeluainetta käytetään vuodesta toiseen samalla lohkolla, voivat rikkakasvit ja kasvintuhoojat kehittää kestävyyttä eli resistenssiä kyseistä ainetta vastaan. Tämä näkyy valmisteen heikentyneenä tehona.

Laitteet

Kasvinsuojelutoimenpiteiden kohdentaminen ja turvallisuus varmistetaan kasvinsuojeluruiskun hyvällä kunnolla ja ruiskutustekniikalla. Ruiskut tulee nykylainsäädännön mukaan testauttaa kolmen vuoden välein Tukesin valtuuttamalla testaajalla. Testauksessa varmistetaan ruiskun moitteeton toiminta ja ruiskutustasaisuus. Lisäksi ruiskun kunto on varmistettava aina ennen kasvinsuojelukauden alkua.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 12. Kasvinsuojeluruiskun kuntoa voidaan pitää yllä huoltamalla ja puhdistamalla ruisku säännöllisesti käytön jälkeen ja vaihtamalla ruiskutussuuttimia vähintään 200 hehtaarin tai kahden vuoden välein. Kasvinsuojeluruiskutuksen tekniikka on kehittynyt, mikä on parantanut kasvinsuojeluaineen kohdentumista oikeaan paikkaan ja muun muassa ruiskutuspuomiston niin sanotun päisteautomatiikan avulla voidaan välttää päällekkäiskäsittelyjä. Kuva: Sari Peltonen.

Kasvinsuojeluaineen käytön tarkentaminen ruiskutustyön yhteydessä

Kasvinsuojeluaineita joutuu ympäristöön ruiskutuksen yhteydessä, mutta merkittäviä ovat myös päästöt suoraan tilalta kasvinsuojeluaineita käsiteltäessä ja kasvinsuojeluruiskua täytettäessä. Ne voivat aiheuttaa jopa 70–90 prosenttia vesistöjen saastunnoista. Jo gramma tehoainetta voi maahan ja siitä vesistöön joutuessaan pilata jopa 10 000 kuutiota vettä. Pelkästään myyntipakkauksen sinettilukossa voi jo olla gramma tehoainetta.

Kasvinsuojeluaineiden käytön riskejä voidaan vähentää kiinnittämällä huomiota omiin toimintatapoihin torjunta-aineita käsiteltäessä ja tarkentamalla kasvinsuojeluaineiden käyttötarvetta. Kasvinsuojeluaineiden käyttöä voidaan tarkentaa myös itse ruiskutustyössä. Kasvinsuojeluruiskun kunnon tarkistuttaminen varmistaa sen, että aine menee oikeaan paikkaan.

Välttämällä tuulisella säällä ja sateen edellä ruiskuttamista vähennetään ympäristöön kulkeutuvan kasvinsuojeluaineen määrää ja samalla varmistetaan sen riittävä teho kohteeseen. Myös suutinvalinnoilla voidaan estää tuulikulkeumaa. Parhaat ruiskutusolosuhteet ovat yleensä aamulla, kun kosteutta on riittävästi eikä lämpötila ole liian korkea. Usein aamuisin on myös riittävän tyyntä. Tuulisella säällä ruiskuttaminen lisää tuulikulkeumaa huomattavasti. Tästä tulee ongelmia paitsi naapuriviljelijöille, myös pientareiden eliöstölle.

Pölyttäjien huomioiminen kasvinsuojeluaineiden käytössä

Kasvinsuojeluaineiden rekisteröinnissä huomioidaan valmisteen myrkyllisyys pölyttäville hyönteisille ja muille niveljalkaisille. Kasvinsuojeluaineen myyntipäällystekstissä on tällöin merkintä ”mehiläisille ja kimalaisille vahingollinen kasvinsuojeluaine”. Nämä ovat pääsääntöisesti tuholaisten torjunta-aineita.

Näitä valmisteita ei saa käyttää kukkivien kasvustojen käsittelyyn tai niiden käsittely on sallittu vain mehiläisten lentoajan jälkeen kello 21 ja 06 välisenä aikana. Niiden käyttö lähempänä kuin 60 metriä mehiläispesiä on kielletty ilman mehiläishoitajan suostumusta.

Kaiken kaikkiaan kasvinsuojeluaineiden ruiskutukset on suositeltavaa tehdä aina yöaikaan tai myöhään illalla. Ruiskutuksen paras ajankohta kannattaa tarkistaa tuotteen myyntipakkauksesta. Ruiskutuksia ei tule koskaan tehdä kukkivaan kasvustoon, mikä tarkoittaa myös rikkakasvien ja kerääjäkasvien kukintaa. Insektisidien käyttöä tulee harkita tarkkaan, sillä niiden vaikutus on haitallista luontaisille petohyönteisille, pölyttäjille ja koko ekosysteemin monimuotoisuudelle.

Katso video: Ilpo Markkola puhuu puutarhatuotannon pölyttäjistä ja linnuista (01:17).

Hyvät käytännöt ruiskutustyössä

Kasvinsuojeluaineiden käsittelyssä suurimmat päästöt syntyvät ruiskun täytön aikana roiskeista. Ruiskun säiliön ylitäyttyminen on yksi yleisimmistä vahinkotilanteista kasvinsuojeluaineita käsiteltäessä. Merkittävä riskikohta on myös täyden kasvinsuojeluruiskun vahingoittuminen tai kaatuminen kuljetuksessa, jolloin ruiskutusnestettä voi päästä huomattavia määriä suoraan ympäristöön ja edelleen vesistöihin.

Kasvinsuojeluaineiden lisääminen ruiskuun tulisi tehdä rajatulla, mieluiten betonoidulla alueella, jossa roiskeet voidaan kerätä pois. Jos tällaista tilaa ei ole käytettävissä, ruiskun täyttäminen pellolla pienentää selvästi ympäristön kuormitusriskiä. Ruiskun täyttöpaikkaa tulisi vaihtaa aika ajoin. Niin ruiskun täytössä kuin huuhtelussa on pidettävä riittävä etäisyys vesistöihin ja kaivoihin. Älä täytä ruiskua luonnonvesistöistä tai niiden rannoilla.

Kasvinsuojeluruiskun täyttö- ja pesualueeksi voidaan perustaa myös biopeti, joka kerää, varastoi ja hajottaa maahan roiskuvat kasvinsuojelu. Biopedit ovat varsin yleisiä muun muassa Ruotsissa ja Tanskassa. Biopetiin rakennetaan erilaisia imeytymiskerroksia maa-aineksesta ja olkisilpusta, jossa hajottajamikrobit viihtyvät. Biopetiin tulee lisätä aika ajoin uutta materiaalia ja materiaali on hyvä uusia 6–8 vuoden välein.

Ruiskutustyössä on tärkeää, että olosuhteet ovat oikeat. Tällöin riski kasvinsuojeluaineen tahattomasta leviämisestä ympäristöön vähenee ja torjuntatulos on mahdollisimman hyvä.

Ruiskutus tulee pysäyttää silloin, kun ollaan pysähdyksissä tai tehdään käännöksiä. Kun ruiskutus kytketään toimintaan vasta liikkeelle lähdettäessä, estetään ainetta kertymästä yhteen paikkaan suuria määriä. Huuhteluvesi voidaan ajaa vajaalle ruiskutusannokselle jääneeseen aloituskohtaan, mikä tasaa annoksen määrän kyseisessä kohdassa. Ruiskutustyössä on huomioitava varoetäisyydet vesistöihin ja talousvesikaivoihin.

Ruiskutuksessa kasvinsuojeluaineen kulkeutumista ympäristöön vähentää:

- pieni tuulen nopeus
- pisarakoon suurentaminen (kuitenkin tarkoituksenmukainen ruiskutuskohteeseen nähden)
- suuttimien asettaminen kulma-asentoon (0–45°)
- ilma-avusteisuus
- puomin korkeuden alentaminen
- ajonopeuden hidastaminen

Kasvinsuojeluaineliuosta ei saisi jäädä yli tarpeen, vaan sen määrä tulee mitoittaa mahdollisimman tarkkaan kulutuksen mukaan. Ylijäänyt kasvinsuojeluaineliuos on parasta huuhdella kasvustoon pellolle. Ruiskuun jäänyt liuos on kuitenkin aina laimennettava ennen huuhteluita. Kasvinsuojeluaineiden jäänteitä ei saa koskaan huuhtoa yleiseen viemäriverkostoon, ojiin tai vesistöihin.

Huuhdellut kasvinsuojeluainepakkaukset tulee hävittää turvallisesti sekajätteen mukana. Pakkauksia ja kanistereita ei saa hävittää polttamalla tai hautaamalla, vaikka ne on huuhdeltu. (12

Tehtävä 8.3

Mitä kasvinsuojelun haasteita olet havainnut kolmella valitsemallasi lohkolla?

Miten voisit pienentää niiden aiheuttamia haittoja ennaltaehkäisevin kasvinsuojelun keinoin?

Pohdi asiaa jokaisen lohkon näkökulmasta erikseen ja kirjoita vastauksesi laatikkoon.

Lukua 8 ovat olleet kirjoittamassa:
Juuso Joona, Tyynelän tila
Sari Peltonen, ProAgria
Eliisa Malin ja Eija Hagelberg, BSAG

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Luvun 8 asiantuntijatarkastus:

Erikoistutkija Tuomas Mattila, Suomen ympäristökeskus

Erikoistutkija Marja Jalli, Luonnonvarakeskus

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Luku 9 Perehdy valinnaisiin aiheisiin

Tässä luvussa perehdytään valinnaisiin aiheisiin: Agrometsätalouteen, tuotantonurmiin, vihannesten, juuresten ja marjojen viljelyyn, turvemaiden uudistavaan viljelyyn ja monimuotoisuuden lisäämiseen. Kappaleista tulee valita vähintään kaksi. Viimeisen kappaleen lopussa on kaikille yhteiset tehtävät.

I. Agrometsätalous

Agrometsätalous on viljelytekniikka, jossa viljely- ja laidunnusjärjestelmään tuodaan tuottavia puuvartisia kasveja eli puita tai pensaita. Siitä voidaan käyttää myös nimitystä *puustoinen maatalous*. Puista saadaan ekologista ja taloudellista hyötyä samalla, kun ne parantavat viljelyjärjestelmän resilienssiä ja ilmastonmuutokseen sopeutumista. Puita voi istuttaa pellolle monin eri tavoin. Istutusten suunnittelussa tärkeintä on huomioida tilan ja viljelijän tarpeet. Puiden istuttaminen pellolle tai sen reunamille ei tarkoita viljelysmaan poistamista ruuantuotannosta tai muusta viljelystä. Agrometsätalouden tarkoituksena on tuottaa lisähyötyä.

Puiden istuttaminen pellolle ei tarkoita samaa kuin metsittäminen.

Agrometsätaloutta voi harjoittaa sekä pellolla, metsässä että puutarhassa. Metsässä viljellyt sienet sekä marjojen, yrttien ja muiden hyötykasvien kasvatus ovat osa agrometsätaloutta. Myös porotalous, sekä kotieläinten laidunnus metsässä tai puustoisilla laitumilla kuten perinnebiotoopeilla, luetaan agrometsätalouden piiriin kuuluviksi. Agrometsätaloutta ovat myös hedelmätarhat, marjatarhat, puukujanteet ja vesistöjen puustoiset suojavyöhykkeet. Niin ikään luonnon toimintaa jäljittelemään suunnitellut permakulttuuritilat sekä kotipihojen syötävät metsäpuutarhat ovat agrometsätalouden ilmenemismuotoja.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 1. Erilaiset puu- ja pensasrivistöt pelloilla ovat eräitä agrometsätalouden ilmentymiä. Kuva: Sanna Söderlund.

Agrometsätalouden mahdollisuudet ovat moninaiset, lue lisää tästä linkistä.

Puustoisen maatalouden termistöä suomen ja ruotsin kielellä

Agrometsätalouden hyötyjä pellolla ovat muun muassa tuulensuoja sekä eroosionhallinta. Samalla kun puut tarjoavat suojaa viljelykasveille ja maaperälle, saavat hyötyhyönteiset osansa puuvartisten kasvien tuottamista hyödyistä. Puuvartisten kasvien juuret myös kuljettavat hiiltä syvemmälle maaperään, jolloin pellon hiilivarasto kasvaa. Suomessa agrometsätaloutta on tutkittu melko vähän, mutta maailmanlaajuisesti sen hyötyjä, kuten hiilen varastoitumista on tutkittu runsaasti. (Ks. esim. 1,2,3,4

Agrometsätalouden hyötyjä:

- sekä tuuli- että vesieroosion väheneminen peltomailla
- vesistöjen parempi laatu ravinnevalumien vähenemisen vuoksi sekä varjostusvaikutus virtavesiin
- ravinnevalumien pysäyttäminen ja ravinteiden hyödynnys peltoekosysteemissä
- ravinnekierron tehostuminen puiden lähialueella
- mikroilmastot puiden lähettyvillä; suoja, varjostus
- hyönteispopulaatioiden määrän kasvu → pölyttäjien määrien lisääntyminen ja hyötyhyönteisten kilpailu kasvintuholaisten kanssa

- hiilensidonta
- ekologiset käytävät villieläimille; peltoekosysteemin monimuotoisuus
- tuotantoeläinten hyvinvoinnin lisääntyminen; laidunolojen parantuminen, rehun monipuolisuus

Kuva 2. Agrometsätalouden keinoin voidaan tuottaa monenlaista hyötyä niin viljelijälle kuin ympäristölle. Eräs agrometsätalouden hyödyistä liittyy sen kautta saataviin tuotteisiin. Puuvartisten kasvien avulla voidaan tuottaa esimerkiksi ruokaa, lääkkeitä, energiaa ja rakennusmateriaalia. Kuva: Sanna Söderlund.

Agrometsätalouden tuotteita:

- Ruoka: hedelmät, marjat, pähkinät, sienet, humala
- Kuidut ja yrtit: nokkonen, humala, ginseng muut yrtit
- Lääkkeet: metsässä viljellyt sienet sekä lääketarkoitukseen viljellyt yrtit ja juuret
- Bioenergia: paju, joka sopii myös askarteluun ja käsitöihin, Etelä-Euroopassa suosittu hasselpähkinä, nopeasti kasvavat puulajit ja vesovat puut esimerkiksi hakkeeksi tai klapeiksi
- Erikoispuu: teollisuudelle, rakentajille ja käsityöläisille
- Rehu: laiduntaville eläimille
- Puustoisen ympäristön tuotteistaminen: matkailu, hyvinvointi- ja elämyspalvelut, Greencare

Katso esimerkki viljelyn monipuolistamisesta Ilpo Markkolan video marjanviljelystä (1:16).

Puiden istutus pellolle

Puiden istutus pellolle suunnitellaan maastonmuotojen, olemassa olevan salaojituksen ja ekologis-taloudellisten tarpeiden mukaan. Maastonmuodot määräävät puukujanteiden linjauksen, jos korkeuserot ovat merkittävät. Hyväkuntoinen maaperä on puiden kasvuun lähdön kannalta tärkeää. Siksi tiivistymien poisto on juurten kasvun vuoksi olennaista. Taimet istutetaan oikeaan syvyyteen sekä suojataan verkolla tai muulla taimisuojalla. Lisäksi maa katetaan esimerkiksi lehtipuuhakkeella, muovikatteella tai muulla materiaalilla, joka estää kasvien kasvun puun rungon välittömässä läheisyydessä noin 30 sentin säteellä. Jos taimien ympärillä ei käytetä katetta, tulee rikat torjua toistuvasti ensimmäisten vuosien ajan, joko mekaanisesti tai kemiallisesti. Maan muokkaus tai runsaan heinäkasvuston muu poistokäsittely on tärkeää, koska puuntaimet saattavat alkuvaiheessa kärsiä muiden kasvien tukahduttavasta vaikutuksesta.

Puukujanteiden avulla voidaan ohjailla veden kulkua peltomaassa. (5,6 Olemassa oleva tai suunniteltu salaojitus ei estä peltopuuston istuttamista, mutta puulajit on valittava niin, etteivät ne kasva ojastoon. Salaojakartat onkin syytä kaivaa esiin jo suunnitteluvaiheessa.

Puulajeja valittaessa huomioidaan, että syväjuuristen tai veteen hakeutuvien puiden kanssa on jätettävä varoväli salaojastoon, jopa 30 metriä vahvimpien lajien kanssa. Kaikkien puiden istutuksessa on järkevää jättää kolmen metrin varoväli lähimpään salaojaan. Mikäli varoväliä ei voi jättää, on salaojat tehtävä puiden alle umpiputkella.

Ojien läheisyydessä kasvatettaviin puustoalueisiin luodaan hoitokäytävät ojanperkuuta varten. Pellon läpi kulkeviin puuriveihin voidaan jättää koneenlevyisiä katkoja tarpeen mukaan, jos ajolinjat sitä vaativat. Tällöin on huomioitava tuulensuojavaikutuksen muutos.

Tuulensuojakujanteet ja peltometsäviljely suunnitellaan olemassa olevan koneketjun mukaan. Ensin on päätettävä pysyvät ajolinjat ja laskettava olennaisimpien viljelyskoneiden työleveyden kerrannaiset niin, että ne sopivat kokonaiskuvaan. Kujanteisiin on syytä tehdä katkoja, jos ne kulkevat koko pellon poikki erityisen pitkiä matkoja. Jos pelto on rinteinen, voivat pysyvät puukujanteet ohjata ajolinjoja vuodesta toiseen suotuisallakin tavalla.

Tiesitkö?

Luomutilojen on oltava tarkkana käyttämänsä lisäysaineiston suhteen. Tavanomaisia taimia ei missään olosuhteissa saa istuttaa luomutukea nauttivaan peltoon. Poikkeuslupa on kysyttävä, jopa silloin kun tavanomaisen lisäysaineiston käyttö on sallittu. (7 On huomioitava, että kyseinen lista koskee vain siemeniä ja kasvullista lisäysaineistoa, joita ovat vartteet ja pistokkaat. Jos tavanomaisia taimia käytetään, on poikkeuslupa haettava ja muutosilmoitus tehtävä hyvissä ajoin ennen istuttamista. (8 Muutosilmoituksella lohko siirretään siirtymävaiheeseen 1.

Hedelmäpuut ovat vaativampia hoidettavia kuin ainespuu. Hoitoleikkuu, lannoitus, kastelu, tuholais- ja tautitorjunta sekä sadonkorjuu ovat tärkeimpiä hedelmäpuille tehtäviä töitä.

Ainespuun hoidossa taimivaiheen rikkatorjunta ja suojaus sekä kasvuvaiheen pystykarsinta ovat olennaisimmat tehtävät laatupuun kasvattamiseksi.

Ilmastonmuutoksen myötä Suomessa selviää jo ilahduttava valikoima ruokakasveja. Esimerkiksi omena, päärynä, kirsikka, luumu, pähkinät, jalopähkinät ja monenlaiset marjapensaat menestyvät hyvin. Oikeilla lajikevalinnoilla voi luoda pohjoiseenkin Suomeen hedelmätarhoja. Esimerkiksi venäläiset, Siperiassa jalostetut hedelmäpuut ovat selvinneet Lapissa saakka.

Bioenergiaksi voi kasvattaa nopeasti kasvavia, vesovia puulajeja kuten pajut, haapa ja koivu. Erikoispuulajeista mustajalopähkinä, tammi, visakoivu, leppä, jalava, saarni ja vaahtera ovat lupaavia, mutta kokeilua ja tutkimusta tarvitaan lisää.

Tästä linkistä voit lukea lisätietoa agrometsätalouden perusteista sekä katsoa videoita aiheesta.

Kuva 3. Metsäpuiden kasvattaminen pellolla on tukisäännösten mukaan toistaiseksi kiellettyä. Metsässä voidaan viljellä muun muassa erilaisia lahottajasieniä kuten kuvassa näkyvää pakuria, sekä nokkosta, humalaa ja ginsengiä. Kuva: Sanna Söderlund.

Peltometsäviljely tarkoittaa satokasvien viljelyä toistuvien puukujanteiden välissä. Puut voivat olla esimerkiksi hedelmäpuita tai erilaisia raaka-aineita tuottavia puita. Katso tästä lisää peltometsäviljelystä Isossa Britanniassa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 4. Peltometsäviljelyssä satokasveja viljellään toistuvien puukujanteiden välissä. Kuva: AgForward-projekti.

Eläinten *laiduntaminen* puustoisella laitumella kuten hedelmätarhoissa, perinnebiotoopeilla ja talousmetsissä on myös agrometsätaloutta. Oikein toteutettuna laiduntamisella voi hoitaa puustoista ympäristöä, hallinnoida metsänkasvua ja lisätä monimuotoisuutta.

Laitumen puut lisäävät eläinten hyvinvointia monella tavalla. Ne edesauttavat sorkkien ja utareiden hyvinvointia, monipuolistavat rehuvalikoimaa, tasaavat paikallisia lämpötilaeroja niin kylmään kuin kuumaankin aikaan sekä vähentävät loisten määrää ja tarjoavat kyhnytysmahdollisuuksia.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 5. Edessä mantsurianjalopähkinää. Kuva: Iiris Savela.

Tuulensuojakujanne suojaa nimensä mukaisesti peltoaukeaa ja satokasveja kovilta tuulilta. Se myös mahdollistaa hyötyhyönteisten ja pölyttäjien selviämisen ja näin nostaa sadon määrää.

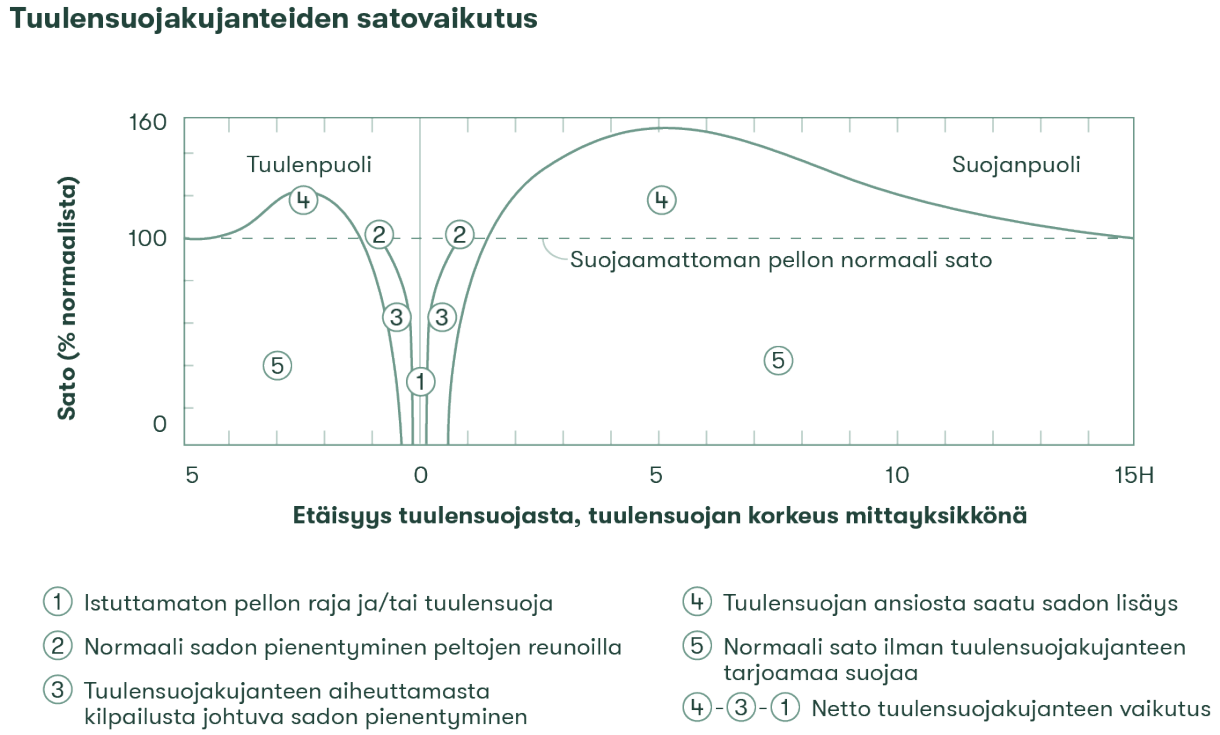
Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 6. Pajua ja tervaleppää tuulensuojakujanteessa Kilpiän tilalla. Kuva: Sanna Söderlund.

Usein viljelijöitä askarruttaa se, vähentääkö tuulensuojakujanne satoa. Se ei kuitenkaan vähennä satoa kokonaisuutena. Seuraavasta kuvaajasta voidaan nähdä, että puiden välittömässä läheisyydessä viljelykasvin kasvu on heikkoa, mutta etäisyyden kasvaessa satovaste kasvaa. Suurimmillaan sato on keskimäärin etäisyydellä, joka on 4–6 kertaa kujanteen puiden korkeus. Tällöin sato on merkittävästi korkeampi kuin ilman puita, yli 150 %. Tuulen yläpuolella kujanteesta ei ole mainittavaa etua, mutta tuulen alapuolella taas merkittävästi.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Vähentävätkö tuulensuojakujanteet satoa?



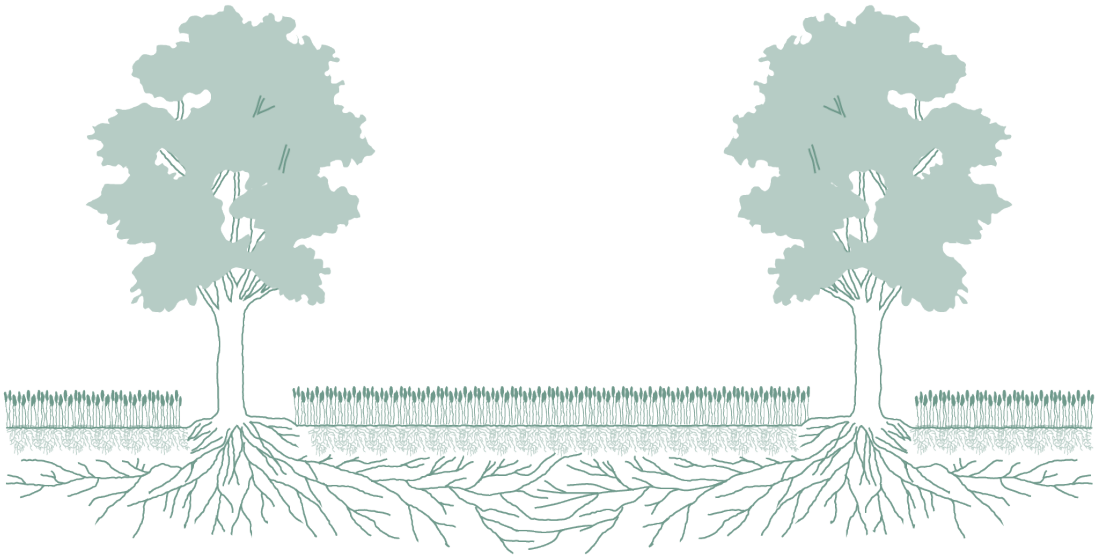
Kuva 7. Kuva lähteen 9 mukaan.

Tuulensuojakujanne sijoitetaan vallitsevaa tuulensuuntaa vastaan. Kuitenkin, jos pelto on hyvin rinteinen, suunnitellaan tuulensuoja kulkemaan korkeuskäyrää mukaillen. On hyvä istuttaa kujanteeseen eri lajeja, jotta se sekä tukee monimuotoisuutta että pysyy tiheänä.

Toinen usein mietityttävä asia on se, kasvavatko juuret satokasvien sekaan. Kun menetelmät ovat oikeita, ne eivät kasva satokasvien sekaan. Juuria ohjaillaan hakeutumaan syvempiin maakerroksiin esimerkiksi jankkuroimalla puiden viereltä. Tästä on etua hiilen kuljetuksessa syvempiin maakerroksiin ja syvemmällä olevien vesi- ja ravinnereservien hyödyntämisessä. Yksi merkittävimmistä peltometsäviljelyn hyödyistä on juuri peltopinta-alan tehokkaampi hyödyntäminen myös syvyys- ja korkeussuunnassa. (10

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Puun juuret ja muokattu maa



Kuva 8. Puun juuret eivät kasva satokasvien sekaan, vaan niitä ohjataan muokkauksilla kasvamaan syvemmälle maahan. Kuva lähteen 11 mukaan.

Talous

Agrometsätalousjärjestelmät on syytä suunnitella niin, että ne vastaavat olemassa oleviin ekologisiin ja taloudellisiin tarpeisiin. Pelloille istutettavien puiden kustannukset voidaan ajatella investointina, sillä usein niistä koituvat hyödyt ja tuotteet saadaan vasta vuosien päästä. Pellon puustoittamiseen investoimisen takaisinmaksuaika on pitkä, mutta eteläisemmässä Euroopassa peltometsäviljely kannattaa tutkimusten perusteella myös taloudellisesti. Peltometsäviljelyssä sadosta saatavat tulot ylittävät toistuvasti ilman puiden kasvattamista saatavat tulot. Kustannukset muodostuvat sekä välittömästä rahanmenosta että vaaditusta ajankäytöstä, kuten suunnittelusta, perustamisesta, taimien suojauksesta ja hoidosta sekä lopulta sadonkorjuusta ja markkinoinnista.

Euroopan laajuinen SAFE 5 -projekti tutki 42 erilaista puu-sato-yhdistelmää ja niiden maankäyttösuhdetta. Pahimmillaan tuottavuus oli 1,0 eli sama kuin monokulttuurin sadontuotto, ja parhaimmillaan 1,4 eli 40 prosenttia tuottavampi. Suurin osa tutkimuksen tuloksista jäi välille 1,2–1,3, jolloin agrometsätalousjärjestelmät olivat 20–30 prosenttia tuottavampia kuin monokulttuurit. Land Equivalent Ratio- (LER) eli maankäyttösuhdelaskenta on tapa verrata puista ja varsinaisesta satokasvista muodostuvien sekaviljelmien sadontuottoa samojen lajien monokulttuureihin, joissa puut ja satokasvit kasvavat erikseen.

Arvopuu, syötävä sato ja bioenergia monipuolistavat tilan tuotevalikoimaa. Markkinoiden kysyntä kannattaa tarkistaa ennen järjestelmän perustamista. Järjestelmän voi suunnitella myös oman tarpeen täyttämiseen, jolloin talousvaikutus ei näy suorina tuloina mutta vähentää tilan ulkopuolisia menoja.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 9. Puustoiset suojakaistat suojaavat vesistöjä ravinnevalumilta ja tarjoavat virtavesieliöille suotuisia elinympäristöjä, mutta nykyisten tukiehtojen mukaan ne eivät kuitenkaan ole sallittuja. Kuva: Sanna Söderlund.

Tukipoliittisesti peltometsäviljely on monimutkainen vyyhti. Teoriassa pellolle saa istuttaa Ruokaviraston listaukselta (12 löytyviä puuvartisia kasveja, kunhan tukiehtojen määräämät taimitiheydet täytetään. Vaatimus voi johtaa hyvin moniin eri kasvulohkoihin.

Metsän puita ei toistaiseksi ole saanut istuttaa pellolle muuten kuin taimitarhaksi. Vesistöjen varrella puustoitetut suojakaistat eivät ole olleet tukiehtojen mukaan sallittuja. Uusi CAP (2020) on laadittu tukemaan agrometsätalousjärjestelmien lisäämistä ekosysteemipalveluiden ja viljelijöiden toimeentulon parantamiseksi, mutta jäsenvaltioiden kanta agrometsätalouteen vaikuttaa paljon siihen, luodaanko tukiehtoihin tällaista toimintakulttuuria. Tätä tekstiä kirjoitettaessa Suomen kanta on vielä epäselvä. Mikäli tukiehdot eivät salli puiden istuttamista pellolle, mutta esimerkiksi ekosysteemipalvelujen puolesta ne olisivat välttämättömät, on mahdollista irrottaa tietty ala tukijärjestelmästä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Esimerkkejä Kilpiän luomutilalta

Kilpiän luomutila sijaitsee Lohjan Pusulassa. Kilpiässä on perustettu agrometsätalousjärjestelmiä vuosina 2013, jolloin istutettiin tuulensuojakujanne ja omenatarha, sekä 2019, jolloin istutettiin tyrnejä kukkakujanteisiin sekä laajennettiin rinteessä olevaa omenatarhaa päärynätarhalla.

Esimerkki: Tyrnit

Kuva 10. Tyrnejä Kilpiän tilan pelloilla. Kuva: Iiris Savela.

Tyrni nauttii viljelykasvina ympäristötuen ehtojen mukaista maataloustukea. Vaadittu taimitiheys on 800 kasvia/ha. (10 Laadimme korkeuskäyrien mukaiset pysyvät, muokkaamattomat kaistat kasvulohkojen reunaan pysäyttämään eroosiota ja ravinnevalumia sekä luomaan hyönteismonimuotoisuutta. Lohkojen leveys on kolme metriä ja yhteispituus noin 460 metriä. Vuonna 2019 tyrnintaimia istutettiin 130 kappaletta neljän metrin välein. Lohkojen yhteispinta-ala on 0,14 hehtaaria. Tyrnin lisäksi ne kasvavat erilaisia heinä- ja palkokasveja sekä nurmilajeja.

Esimerkki: Tuulensuojan kustannukset ja hyödyt

Kuva 11. Kasvihuonekaasumittauskauluksia tuulikujanteella. Kuva: Iiris Mattila.

Istutimme pellon halki tuulensuojakujanteen, jossa on erilajisia pajuja sekä tervaleppää. Kolmen metrin kaista lapiorullaäestettiin ja lanattiin kumpareeksi sekä jankkuroitiin tiivistymien poistamiseksi. Lopuksi se katettiin biohajoavalla muovilla rikkatorjunnan vuoksi. Muovi hajosi kahdessa vuodessa.

Linja sijoitettiin maaston muotoon korkeuskäyrän suuntaisesti siten, että se ei keskitä vettä, vaan hajottaa sen kuiville alueille. Pajuja istutettiin 30 sentin välein pistokkaista (Koiramäen pajutalli, 0,3 €/kpl) ja leppiä viiden metrin välein (MHY, 0,5 €/kpl). Istutukseen kului kahdesta kolmeen päivään, ja lepän karsimiseen meni ensimmäisinä vuosina kaksi tuntia per vuosi. Monirivinen kuja olisi ekologisesti hyödyllisempi kuin yksirivinen, mutta kokeilumielessä toteutimme kujan näin.

Kujannetta ei suojattu, minkä vuoksi leppään on tullut jonkin verran peuran ja jäniksen aiheuttamia vaurioita. Puut eivät ole kuitenkaan kuolleet eläinten takia. Toiset pajut ovat selvinneet paremmin kuin toiset. Pajun kasvu salaojaan aiheutti lisäkustannuksia. Salaojaan kasvun vuoksi pätkä kujannetta purettiin. Tälle kohdalle istutetaan siperianhernettä ja herukkaa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Puut ovat vähentäneet merkittävästi tuulennopeuksia rinteessä. Vesieroosio on pysähtynyt ja eroosiouomat kadonneet. Toki viljelyjärjestelmään kuuluu myös talviaikainen kasvipeitteisyys, mikä osaltaan vaikuttaa asiaan. Hyönteismäärät ovat merkittävät, ja harvinaisia kimalaisia havaitaan vuosittain.

Hyödyllisiä linkkejä:

- EURAF – The European Agroforestry Federation – Euroopan Agrometsätalousliiton verkkosivu
- AFINET – Agroforestry Innovation Networks – Agrometsätalouden innovaatioryhmä
- AGFORWARD – Agroforestry that will advance rural development – 2014–2017 toimineen hankkeen verkkosivu
- The Soil Association – Agroforestry – Webinaareja, videoita ja muuta materiaalia agrometsätaloudesta
- Ruokavirasto – Ympäristötukien oppaat ja esitteet
- Kääpä Biotech – suomalainen sienituotteita valmistava yritys, joka ylläpitää myös pakurin viljelyverkostoa

II. Monimuotoisuuden lisääminen

Maanpäällisen luonnon monimuotoisuuden lisääminen kuuluu uudistavan viljelyn periaatteisiin. Tästä on suoraa hyötyä viljelijälle, sillä monimuotoinen elinympäristö toimii puskurina ulkoisia uhkatekijöitä vastaan. Esimerkiksi erilaiset kasvitaudit ja tuhohyönteiset ovat paremmin hallittavissa sellaisessa maatalousympäristössä, jossa on puolustusmekanismeja niiden levittäytymistä vastaan. Mutta monimuotoisuus on myös arvo itsessään. Monissa maatalousympäristön lajiryhmissä kannat ovat laskemassa. Esimerkiksi avomaalla pesivien maatalouslintujen kannat ovat edelleen pienentyneet ja päiväperhosista useimpien lajien runsaus on vähentynyt (1,2. Viljelijä voi auttaa monia lajiryhmiä tekemällä niiden hyväksi toimenpiteitä omalla tilallaan.

Kuva 12. Varsinaista ruuantuotantoa häiritsemättä maatalousympäristöä voidaan monipuolistaa lukuisin keinoin. Oikeanpuoleisessa kuvassa monimuotoisuus on tuotu osaksi tilan tuotannollista toimintaa. Piirrokset: Tom Björklund.

Monimuotoisuus ei ole samanlaista kaikkialla maatalousympäristöissä. Suurilla peltoaukeilla ja pienillä metsien keskellä sijaitsevilla peltotilkuilla on erilainen eliölajistonsa, ja lajisto sekä monimuotoisuus. Esimerkiksi peltopyy viihtyy suurilla avoimilla peltoaukeilla, mutta pieniltä

metsiin rajautuvilta peltolohkoilta sitä on turhaa etsiä. Monimuotoisuutta voidaan vaalia sekä pelloilla että niiden ulkopuolella. Suuri osa maatalousympäristön monimuotoisuudesta sijaitsee pellon ja metsän puoliavoimilla reunavyöhykkeillä. Perinnebiotoopit ovat lajistoltaan kaikkein runsaimpia maatalousympäristöjä (1.

Erilaisia taktiikoita monimuotoisuuden lisäämiseksi

Monimuotoisuutta voidaan lisätä maataloudessa eri taktiikoilla.

Ensimmäinen taktiikka on tehdä toimenpiteitä tasaisesti koko tilan alueella. Tällä tarkoitetaan sitä, että monimuotoisuutta lisäävät toimet sisällytetään viljelytoimenpiteisiin ja viljelysuunnitelmaan. Monipuolinen viljelykierto, nurmet ja viherkesannot lisäävät monimuotoisuutta, ja samoin tekevät muiden muassa talviaikainen kasvipeitteisyys, kerääjäkasvien käyttö sekä erilaiset viljelytekniikat, kuten seos- ja kaistaviljely. Nurmivaltaisilla alueilla monimuotoisuutta voi lisätä mm. monilajisilla nurmiseoksilla, lohkojen eriaikaisella niitolla ja hyvin suunnitellulla kiertolaidunnuksella.

Toinen taktiikka on viljellä tuottoisia peltoja mahdollisimman tehokkaasti, ja keskittää monimuotoisuustoimet jollekin tietylle maatilan osa-alueelle. Tällöin tilalle voidaan luoda erillinen luontokeidas, jolla monimuotoisuus on huipussaan. Tällaisiksi monimuotoisuuskeitaiksi sopivat erityisesti sellaiset alueet, joilla viljely on haastavaa esimerkiksi maastonmuotojen takia. Näillä monimuotoisuuskeitailla monet eliölajit voivat myös hyötyä toisistaan ja nostaa vuorovaikutuksena monimuotoisuutta moninkertaiseksi.

Kolmas taktiikka on keskittyä erityisesti pellon ulkopuolisiin alueisiin ja tehdä siellä runsaasti toimenpiteitä. Metsänreunan raivaukset, kosteikkojen rakentaminen, metsäsaarekkeiden ja perinnebiotooppien hoito sekä joutomaiden pitäminen avoimina ovat tästä esimerkkejä.

Neljäs taktiikka on kohdentaa muita ympäristönhoidon toimenpiteitä oikeille kohdille, ja nostaa niissä monimuotoisuutta esille. Esimerkiksi pitkäikäiset suojavyöhykkeet ovat monimuotoisuuden kannalta arvokkaita alueita. Vesiensuojelun nimissä perustettavilla kosteikoilla voidaan niin ikään tehostaa monimuotoisuutta.

Nämä neljä taktiikkaa eivät sulje toisiaan pois. Koko tilan alueella kannattaa joka tapauksessa tehdä toimenpiteitä, vaikka jollakin alueella tekisikin erityisen paljon toimia.

Hyötyhyönteisten suosimien elinympäristöjen ylläpito ja kunnostus

Hyötyhyönteisiä ovat pölyttäjien lisäksi muun muassa petohyönteiset, jotka käyttävät ravintonaan viljelyä haittaavia tuhohyönteisiä. Hyötyhyönteiset rajoittavat tuhohyönteiskantoja eri keinoin. Esimerkiksi jotkut loispistiäiset munivat munansa viljelmien tuhohyönteisiin ja seuraavaksi loispistiäistoukat nakertavat uhrinsa sisältäpäin. Loispistiäisaikuiset ovat pölyttäjiä, joten hyödyllisen toukkakannan takaamiseksi kannattaa pitää yllä pölyttäjäkasveja läpi kasvukauden.

Lähdettäessä tukemaan hyötyhyönteisiä tulee pohtia koko niiden vuodenkierto. Kun niiden talvehtimisympäristöt, ravinnontarve ja lisääntymispaikat ovat tiedossa, on helpompi lähteä rakentamaan koko maatilaa hyönteisystävälliseksi. Monipuolinen maisemarakenne peltoalueella takaa hyötyhyönteisten talvehtimispaikat ja varmistaa, että ravintoa on tarjolla. Kukkivat pellot,

niityt ja pientareet ovat tärkein keino erityisesti pölyttäjien auttamiseksi (3. Pajut ovat paitsi kevään ensimmäisten pölyttäjien elintärkeää ravintoa, myös monien petohyönteisten ja -hämähäkkien talvehtimispaikkoja. Nurmi- ja kerääjäkasviseosten mesikasvit tarjoavat ravintoa pölyttäjille. Pölyttäjät, erityisesti pitkäkieliset kimalaiset, käyttävät palkokasveja ravintonaan (4.

Hyötyhyönteisiä voit tukea esimerkiksi

- tarjoamalla niille suojapaikkoja ja talvehtimiskoloja.
- jättämällä muokkaamattomia alueita jopa läpi pellon (beetle bankit, pysyvät kukkakujat tai puukujat).
- pyri pitämään aina joku kasvi kukkimassa. Esimerkiksi aikaisin keväällä pajut ovat pölyttäjien tärkeä ruuan lähde.
- jätä karikepeite maahan ja käytä kerääjäkasveja.

Kuva 13. Paahdeympäristöjä voi löytyä etelään viettäviltä pientareilta, rinteiltä, kallioilta ja kedoilta etenkin karkeilla maalajeilla. Tällaiset aurinkoiset kuivat ympäristöt ovat useiden hyönteisten ja putkilokasvien elinympäristöjä. Niiden määrä on vähenemässä. Paahdeympäristöjen säilyttäminen ei ole työlästä puuhaa, koska kyse on usein pienen pinta-alan alueista. Avoimena pitäminen, umpeenkasvun estäminen ja kivennäismaan paljastaminen ovat sopivia keinoja niiden säilyttämiseksi. (5 Kuva: Eija Hagelberg.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Linnuille suojaa ja ruokaa

Kuva 14. Äärimmäisen uhanalainen peltosirkku on Suomessa voimakkaimmin viime vuosikymmeninä taantunut laji. Se viihtyy peltoaukeiden puoliavoimissa metsäsaarekkeissa. Tutkimuksen tuottamat tiedot viittaavat merkittävimpien taantumaan johtaneiden syiden löytyvän lajin pesimäympäristöistä. Kuva: Tuomas Seimola.

Monimuotoinen maatalousympäristö toimii lukuisien lintulajien elinympäristönä. Eri lajeilla on eri vaatimuksensa elinympäristön suhteen ja niiden esiintyminen maatalousalueilla vaihtelee myös niiden vuosikierron mukaan. Osa linnuista on ympäri vuoden samoilla paikoilla pysyviä paikkalintuja, toiset tulevat lisääntymään kesäkaudeksi ja osa poikkeaa maatalousympäristöissä vain muuttoreiteillään. Osa lajeista viihtyy puoliavoimissa ympäristöissä, osa laitumilla, osa mosaiikkimaisessa maatalousmaisemassa ja niin edelleen. Osa linnuista käyttää kasveja ravintonaan, osa on kokonaan hyönteissyöjiä, osa käyttää eri ravintoa poikasvaiheessa ja aikuisina.

Tietyillä toimilla voidaan auttaa useimpia maatalousympäristön lintuja: Mahdollisimman monimuotoinen pellonkäyttö, kesantojen ja pientareiden säilyttäminen, laidunnus, talviaikainen kasvipeitteisyys ja vesielementit, kuten kosteikot, takaavat monipuolisen linnuston. Suunnitteluun voi pyytää apua neuvojilta. Kuten hyötyhyönteistenkin osalta, tärkeää on miettiä lintujen erilaiset tarpeet eri vuodenaikoina.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Maatalousympäristön monimuotoisuutta lisääviä toimenpiteitä

Korvaavien elinympäristöjen perustaminen ja hoito

Jos maatilalla ei ole puoliavoimia metsänreunoja, saarekkeita pelloilla tai pientareita peltojen väleissä tai vesistöjen varsilla, voi viljelijä rakentaa niin sanottuja korvaavia elinympäristöjä, jotka lisäävät maatilan monimuotoisuutta. Näille sopivia paikkoja ovat esimerkiksi tienpientareet, voimalinjat, pihat ja puutarhat. Näille paikoille voi muodostua monimuotoisia elinympäristöjä ihmisen avustamana. Soveltuvia toimenpiteitä ovat muun muassa kotimaisten niittykasviseosten kylvö, umpeenkasvaneen maiseman raivaus, niitto ja laidunnus. Erikoisempien lajien elinympäristöjen hoitoon voi kysyä apua asiantuntijoilta. Ei ole olemassa selkeitä nyrkkisääntöjä, vaan hoitotoimet räätälöidään aina kohteelle ja niille eliölajeille, joita erityisesti halutaan auttaa.

Korvaaviksi elinympäristöiksi voidaan laskea myös luonnonhoito-, niitty- ja riistapellot, joita perustetaan pelloille. Nämä keinot ovat tarpeen etenkin silloin, jos avo-ojia putkitetaan tai peltolohkoja yhdistetään. Jokaisen hävitetyn pientareen myötä häviää myös monimuotoisuutta. Perustamalla korvaavia elinympäristöjä voi kompensoida peltojen salaojituksien ja muiden putkitusten aiheuttamaa monimuotoisuuden vähenemistä.

Kosteikot ja luonnonmukainen peruskuivatus

Kosteikkoja perustetaan vesiensuojelun, monimuotoisuuden, maisemanhoidon ja riistanhoidon takia. Myös vesiensuojelu- ja riistakosteikoilla on laajempi positiivinen vaikutus maatalousympäristön eliölajeihin (6. Kosteikot tarjoavat monille lajeille suoja-, ruokailu- ja lisääntymispaikkoja. Myös valtaojien kunnostusten yhteydessä tehtävät kaksitasouomat ja muut luonnonmukaisen peruskuivatuksen toimenpiteet tarjoavat elinympäristöjä monille lajeille. Kaikilla maatalousympäristöön rakennetuilla kosteikkomaisilla elementeillä on myönteinen merkitys linnuille, riistaeläimille sekä monille kosteikkojen kasveille ja eläimille, jotka ovat kärsineet kosteikkojen laajamittaisesta kuivattamisesta viljelymaaksi (1.

Laidunnus

Laidunnus lisää jo itsessään monimuotoisuutta maatalousympäristöissä. Lantakasat houkuttelevat hyönteisiä ja kasvillisuus monimuotoistuu kestävien laidunnuskäytäntöjen myötä. Jos tilalla ei ole omia laiduneläimiä, voi yhteistyö karjatilan tai hevostallin kanssa avata mahdollisuuksia laidunnuksen aloittamiseen omalla tilalla. Laidunnus kannattaa suunnitella siten, että kasvuston lepojaksot laidunjaksojen välillä ovat mahdollisimman pitkät (7. Näin laidunalue pysyy monimuotoisena, eri-ikäistä kasvillisuutta on tarjolla paitsi laiduneläimille myös mm. pölyttäjille ja linnuille.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 15. Laiduntava karja tuo monimuotoisuutta maatalousympäristöön ja pitää maisemat avoimina. Myös takana näkyvät kiviaidat ovat monimuotoisuuden kannalta säilyttämisen arvoisia. Kuva: Eija Hagelberg.

Leveät pientareet

Peltolohkojen väliset sekä peltojen ja vesistöjen väliset pientareet eivät ole yhtä lajirikkaita kuin esimerkiksi tienpientareet. Tämä johtunee pelloilla tehtävistä toimenpiteistä (muun muassa lannoitus ja synteettisten kasvinsuojeluaineiden käyttö). Pientareiden leventäminen nostaisi niiden monimuotoisuutta, mikä toisi myös peltoviljelyyn hyötyjä, pölyttäjähyönteisten elinympäristöjen ja paremman biologisen torjunnan myötä (4.

Lintupellot

Suuret hanhi- ja kurkiparvet koetaan enemmän harmiksi kuin iloksi etenkin silloin, kun linnut löytävät tiensä oraspellolle tai nurmelle ja tuhoavat kasvuston. Rauhoitetut linnut nauttivat lain suojasta, ja niiden aiheuttamille tuhoille yritetään löytää kestäviä ratkaisuja. Kurjet suosivat laajoja, jopa 15 hehtaarin suuruisia peltoaukeita. Hanhille riittävät vähän pienemmät levähdysalueet, noin 7–10 hehtaarin kokoiset peltolohkot. (8

Kohdentamalla lintupellot levähdysalueille ja pahimmille vahinkoalueille voidaan vähentää vahinkoja myös muualla. Lintupelloilla toimenpiteenä on Suomessa käytetty nurmien sekä ohra- ja kaurakasvustojen yhdistelmiä. Jotta lintupellot houkuttelisivat hanhia ja kurkia, tulisi niiden olla ennemmin harvakasvuisia kuin tiheitä. Kurjille ja hanhille perustetaan omanlaiset kasvustot niiden ravinnon mukaan. Asiantuntijoiden mukaan myös suojaviljaan kylvetyt kerääjäkasvit voivat soveltua lintupelloille.

Kurki- ja hanhipellot eivät kosketa kaikkia viljelijöitä, mutta siellä missä näitä lintuja tavataan muuttoaikaan, on asia sitäkin merkittävämpi. Olisi tarpeen löytää sopivia pitkäaikaisia

levähdysalueita linnuille, jotta ne jättäisivät muut pellot rauhaan. Ruokinta näillä pelloilla lisää niiden houkuttelevuutta (8.

Luonnonhoitopellot ja kesannot

Viherkesannot ja pitkäaikaiset luonnonhoitonurmet ovat linnuston näkökulmasta arvokas osa maatalousympäristöä. Ne ovat siemenravintoa syöville linnuille parempi vaihtoehto kuin esimerkiksi apila-timotei-seokset. Kuitenkin hyönteisravinnon määrä voi jälkimmäisillä olla suurempi kuin viherkesannoilla. Monien maatalousympäristön lintujen näkökulmasta pitkäaikaisia kesantoja ei tulisi hoitaa, vaan linnuille on eduksi, jos siellä kasvaa pensasryhmiä ja vähäalaisia pensaikkoja (9.

Samalla paikalla vähintään 10 vuotta viljelyn ulkopuolella säilyneille luonnonhoitopelloille on tyypillisesti kehittynyt jo varsin monimuotoinen kasvi- ja eliölajisto (1. Pitkäikäisillä kesannoilla ja luonnonhoitopelloilla on huomattava merkitys niittyjen perhosille (10.

Monimuotoisuuden kannalta paras lopputulos saadaan, kun samalla alueella pidetään erityyppisiä ja eri-ikäisiä nurmi- ja niittyseoksia sekä kesantoja (11.

Monimuotoisuuskaistat

Viljelyalaan voi liittää monimuotoisuuskaistoja. Ne ovat hyödyllinen toimenpide myös tuotannon kannalta: peltoliikenne kannattaa ohjata niiden kautta, jolloin varsinainen tuotantoala ei pääse tiivistymään liiallisista ajokerroista painavalla kalustolla.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 16. Monipuoliset kukkaseokset tarjoavat ravintoa maatalousympäristön eliölajeille ja silmäniloa viljelijälle. Kuvassa monimuotoisuuskaista lammaslaitumen ja kaurapellon välissä. Kuva: Mikko Alhainen.

Pellon reunaan voi perustaa monimuotoisuuskaistoja, joko kylvämällä sinne kukka- tai riistasiemenseoksia tai jättämällä viljelykasvin puimatta. Kukkakaistat ovat suosittu, laajassa mitassa käytössä oleva toimenpide monissa Euroopan maissa. Suomessa ne eivät vielä ole kovin suosittuja. Niiden tehokkuudesta sekä pölyttäjien että monien petoselkärangattomien runsauden edistäjinä on runsaasti tutkimusnäyttöä (1.

Erityisesti paahteiselle metsänreunaan rajoittuvalle ja huonotuottoiselle pellon reunalle kannattaa kylvää niittykasviseosta, josta on huomattavasti enemmän hyötyä monimuotoisuudelle kuin heikosta sadosta on hyötyä viljelijälle. Riistanhoidon toimenpiteistä hyötyvät muutkin kuin riistalajit, joten niitä kannattaa sijoittaa koko tilan alueelle. Puimattomat reunat tarjoavat syys- ja talvikaudella ravintoa ja suojaa erityisesti linnuille ja nisäkkäille.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 17. Kukkakaistoihin voidaan laskea mukaan niin sanottu petopenkka tai petopankki. Suomessa petopenkkoja on perustettu toistaiseksi vähän, mutta muualla Euroopassa niitä tapaa enemmän. Petopenkka hyödyttää monia lajiryhmiä peltopyystä pölyttäjiin. Se voidaan perustaa kaistana joko kylvämällä niittyseosta tasaiselle pellolle tai muodostamalla kynnön yhteydessä korkeampi penkka. Kuva: Eija Hagelberg.

Monimuotoisuuspellot

Kylvämällä perustetut monimuotoisuuspellot ovat hyödyllisiä lukuisille maatalousympäristön eliölajeille. Riippuen valituista siemenseoksista voidaan tukea erilaisia lajiryhmiä. Esimerkiksi riistaseoksissa käytetyt auringonkukat ovat syyskesällä pölyttäjien suosimia mesikasveja. Riistan lisäksi lukuisat linnut hyötyvät riistapelloista. Monivuotiset luonnonhoitonurmet ovat yksi parhaista keinoista lisätä monimuotoisuutta maatalousympäristössä (1.

Monimuotoisuuspeltojen sijoitteluun kannattaa uhrata hetki aikaa. Suurten peltoaukeiden keskellä niistä on erilaista hyötyä maatalousympäristön eliölajistolle kuin syrjäisillä pienillä peltolohkoilla. Etenkin suurilla peltoaukeilla ne tuovat arvokasta monimuotoisuutta.

Perinnebiotooppien hoito

Perinnebiotoopit ovat arvokkain elinympäristötyyppi maatalousympäristössä. Niiden luontoarvot säilyvät vain aktiivisella hoidolla, jolla tarkoitetaan ensi sijassa laidunnusta, niittoa ja raivausta. Hoidettuja perinnebiotooppeja on Suomessa tällä hetkellä noin 30 000 hehtaaria, mutta hoidettavaksi soveltuvia alueita on vielä jäljellä. (12 Hoidon järjestämiseksi saattaa olla tarpeen tehdä yhteistyötä karjankasvattajien, naapurien, maanomistajien sekä maisemanhoidon urakoitsijoiden kanssa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Reunavyöhykkeiden ja saarekkeiden hoito

Pellon ja metsän väliset reunavyöhykkeet kannattaa pitää puoliavoimina, sillä niillä viihtyvät monet maatalousympäristön ja metsien eliölajit. Reunavyöhykkeitä voi hoitaa niittämällä ja raivaamalla. Luontaisesti monimuotoisien reunavyöhykkeiden hoito on kannattavaa, mutta lisäksi reunoja voi avata puoliavoimiksi myös tasaikäisissä metsissä. Ajan myötä nekin monipuolistuvat. (13

Suojavyöhykkeiden hoito

Suojavyöhykkeiden ensisijainen tarkoitus on estää kiintoainesta ja ravinteita karkaamasta pelloilta vesistöihin. Pitkäaikaisten suojavyöhykkeiden on todettu lisäävän monimuotoisuutta. Monimuotoisuuden kannalta parhaita paikkoja suojavyöhykkeille ovat erityisesti eteläiset rinteet. Mahdollisimman myöhäinen niittoajankohta ja laidunnus ovat monimuotoisuuden kannalta suojavyöhykkeiden parhaat hoitomenetelmät.

Haitallisten vieraslajien torjunta

Haitalliset vieraslajit vievät elintilaa luontaisilta lajeilta ja horjuttavat ekosysteemin tasapainoa. Niitä ovat mm. komealupiini, jättipalsami, kaukasianjättiputki ja espanjansiruetana.

Haitallisten vieraslajien torjumiseksi on laadittu laki vieraslajien aiheuttamien riskien hallinnasta. (14 Vieraslajit voivat uhata myös viljelyalueita, joten senkin takia niistä kannattaa hankkiutua välittömästi eroon niiden havaitsemisen jälkeen.

Kuva 18. Vieraslaji jättipalsami leviää ärhäkkäästi mm. jokivarsia pitkin, vieden kasvualaa alkuperäiskasveilta. Se on parasta hävittää kitkemällä tai niittämällä. Kitketyt kasvit tulee laittaa jätesäkkiin, eikä viedä kompostiin. Kuva: Eija Hagelberg.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Viljelemättömät, avoimena pidettävät pellon ulkopuoliset alueet

Peltojen ulkopuolisia viljelemättömiä alueita kannattaa säilyttää avoimina maatalousympäristössä, missä se vain on mahdollista. Ne ovat merkittävä monimuotoisuuden tukijalka viljelymaisemassa. Niitto ja korjuu parantavat matalakasvuisten lajien menestymisen edellytyksiä sekä edesauttavat rikkakasvien, kuten pelto-ohdakkeen, torjunnassa (15, 4.

Kuva 19. Hoitamattomiakin alueita kannattaa säilyttää viljelymaisemassa monimuotoisuuden takia. Tarpeen mukaan tehtävä niitto pitää ne avoimina. Kuva: Eija Hagelberg.

Vinkkejä monimuotoisuutta lisäävien toimenpiteiden sijoitteluun löydät LumoVesi-työkalusta.

III. Tuotantonurmet

Nurmen viljely

Nurmiviljelyä ohjaavana ajatuksena tulisi olla kasvuston käyttötarkoitus. Rehunurmien tavoitteena on ruokkia eläimiä. Niinpä viljeltävien kasvien valintaa tai viljeltävän seoksen valintaa tulisi suunnitella lähtökohtaisesti rehua käyttävien eläimien tarpeiden pohjalta. Toisen ulottuvuuden seoksen tai käytettävien kasvien valintaan muodostaa viljeltävien peltojen laatu ja kolmannen viljelyvyöhyke, jolla viljeltävät pellot sijaitsevat.

Nurmiseosten käyttö viljelyssä yhden nurmikasvin sijaan voi tuoda sekä viljelyyn että eläinten ruokintaan etuja. Panostaminen yhteen kasviin on rehuntuotannon kannalta riskialttiimpaa

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

ääriolosuhteissa, mutta myös monilajisuus voi tuoda haasteita. Se voi vaikuttaa esimerkiksi parhaan korjuuhetken valintaan riippuen siitä, mikä kasvilaji milläkin lohkolla on vallitsevana sadonkorjuuhetkellä.

Monipuolista seosta käytettäessä seosnurmen sato on korkeampi kuin puhdaskasvustona kasvatettujen lajien. Lisäksi seoskasvuston sato on korkeampi, kuin siinä käytetyn parhaimman kasvin sato yksinään. Tämä johtuu pääosin siitä, että eri kasveilla on erilaiset ekolokerot. Intensiivisessä nurmituotannossa toiminnallisten ryhmien, kuten typensitojien ja heinien, merkitys on kuitenkin monilajisuutta suurempi. Tällöin maan resurssit tulevat paremmin hyödynnetyiksi. Lisäksi lajien välillä on positiivisia vaikutuksia, jolloin ne voivat kirittää toisiaan parempaan kasvuun. (1

Kuva 20. Nurmen monilajisuus tuottaa lukuisia hyötyjä. Kuva: Sanna Söderlund.

Seosta suunniteltaessa pitää kasvilajien sopia kasvurytmiltään yhteen, jotta korjuuajan määritykseen ei tule suuria ongelmia. Lisäksi tulee ottaa huomioon, että laidunnuksessa eläimet pääsevät valitsemaan itselleen mieluisimmat kasvit, jolloin laidunnurmista voi tulla epätasaisia. Seoksen kasvilajivalinnalla mahdollistetaan korjattavalle rehulle hyvä sato joka korjuukerralla. Lisäksi hyvä seos mahdollistaa ruokintaan hyvät ravintoarvot, ja siten saadaan kustannussäästöjä, kun täydennysrehuja ei tarvita niin paljon.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Taulukko 1. Heinäkasvien ominaisuuksia

	Timotei	**Nurminata**	**Ruokonata**	**Englannin raiheinä**	**Koiran-heinä**	**Rainata**	**Rehukat-tara**
Kasvioi-minaisuudet	Matalajuurinen, erinomainen sato 1. niitossa, suosituin nurmiheinä	Keskimääräiset juuret, hyvä jälkikasvukyky	Syvä- ja voimakasjuurinen, nopea jälkikasvukyky, kuohkeuttaa maata, nopea kasvurytmi, sopii parhaiten 3 niiton kiertoihin	Matalajuurinen, hyvä jälkikasvukyky, nopea kasvurytmi, sopii parhaiten 3 niiton kiertoihin	Syväjuurinen, nopeampi kasvurytmi kuin muilla heinäkasveilla, nopea jälkikasvukyky, nopea kasvurytmi, sopii parhaiten 3 niiton kiertoihin	Hyvä jälkikasvukyky	Syväjuurinen, hidas perustumaan, siemen isokokoinen, nopea kasvurytmi, sopii parhaiten 3 niiton kiertoihin, monimuotoinen lajiryhmä
Ruokinta-ominaisuudet	Maittavin heinäkasvi, hyvä sulavuus	Hyvä sulavuus jälkisadoissa	Maittavuus kärsii kasvuston vanhetessa, ei suositella laitumiin	Hyvä sulavuus, korkea sokeripitoisuus	Sulavuus alenee nopeasti, soveltuu myös laitumiin	Sulavuus heikkenee, heikohko maittavuus	Sulavuus heikkenee vanhetessaan
Muuta	Hyvä talvenkestävyys	Hyvä talvenkestävyys	Kuivuudenkestävä, vanhemmiten mätästävä kasvutapa	Huonompi talvenkestävyys	Kuivuudenkestävä, mätästää voimakkaasti	Huonompi talvenkestävyys	Kuivuudenkestävä

Taulukko 2. Nurmipalkokasvien ominaisuuksia

	Puna-apila	**Alsikeapila**	**Valkoapila**	**Sinimailanen**	**Rehumailanen**
Kasviominaisuudet	Syväjuurinen, paalujuuri, vahva ja rehevä kasvusto, viljelyvarma, kuivuudenkestävä, eloperäisillä mailla talvehtiminen epävarmaa	Paalujuuri, viihtyy monilla kasvupaikoilla, myös alhaisemmille pH maille, matala juuristo	Levittäytyy rönsyistä, matalat juuret	Syväjuurinen, paalujuuri, hyvä maan muokkaaja, hyvä jälkikasvukyky, kuivankestävä	Syväjuurinen, paalujuuri, pitkäikäisempi ja paremmin happamuutta kestävä kuin sinimailanen, menestyy vaativilla kasvupaikoilla
Ruokintaominaisuudet	Hyvä valkuaislähde, ei suositella laitumille	Ei suositella hevosille, soveltuu muille laitumille	Paras apila laitumille, hyvin korkea valkuaispitoisuus	Hyvä valkuaisen lähde, maittava	Hyvä valkuaisen lähde, maittava
Muuta	Sopii hyvin seoksiin heinien kanssa	Kuivempi kuin puna-apila	Matala kasviestrogeenipitoisuus, 2 tyyppiä: säilörehu- ja laiduntyyppi	Vaatii lämpöä, ei siedä happamuutta, kuivatuksen on oltava kunnossa	Kestää laiduntamista, vaatii lämpöä, kuivatuksen oltava kunnossa, siemenen saatavuudessa haasteita

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Seosesimerkkejä:

Siemenseokset

Perusheinänurmiseos säilörehunurmiin

Timotei	70%
Nurminata	25%
Ruokonata	5%

Lajikkeet valitaan 2 tai 3 niittoon soveltuvaksi

Monipuolinen säilörehunurmiseos nurmiheinistä

Timotei	50%
Nurminata	20%
Ruokonata	10%
Englannin raiheinä	15%
Niittynurmikka	5%

Monilajinen nurmiseos

Timotei	30%
Nurminata	10%
Ruokonata	10%
Englannin raiheinä	12%
Niittynurmikka	5%
Rehumailanen	25%
Alsikeapila	5%
Valkoapila	3%

Apilanurmiseos säilörehunurmiin

Timotei	60%
Nurminata	20%
Puna-apila	10%
Alsikeapila	7%
Valkoapila	3%

Lajikkeet valitaan 2 tai 3 niittoon soveltuvaksi

Laidunseos naudoille

Timotei	45%
Nurminata	20%
Englannin raiheinä	20%
Niittynurmikka	10%
Valkoapila	5%

Kuva 21. Erilaisia siemenseosesimerkkejä.

Seoksia voi ostaa valmiina tai sekoittaa niitä itse. Monipuolisen seoksen voi tehdä myös sekoittamalla erilaisia valmiita seoksia keskenään. Mitä pohjoisemmille viljelyvyöhykkeille mennään, sitä enemmän joudutaan huomioimaan seoksen eri lajien talvenkestävyys. Aivan pohjoisimmassa Suomessa turvallisia lajeja ovat timotei, nurminata ja puna-apila. (2

Lajit ja lajikkeet valitaan käyttötarkoituksen mukaan yleensä joko laidunnukseen tai 2–3 niittoon soveltuviksi.

Nurmien hiilen sidonta

Suomessa viljeltävät nurmet ovat pääsääntöisesti monivuotisia. Monivuotisilla nurmilla juuristo voi toimia merkittävänä hiilisyötteenä kivennäismailla. Euroopan tiedeakatemia on linjannut nurmiviljelyn tärkeäksi hiilensitomisen keinoksi, koska monivuotisten nurmien on todettu ylläpitävän maan hiilivarantoja yksivuotisia paremmin. (3,4,5

Nurmiviljelyn hiilensidonta perustuu suurelta osin monivuotisuuteen. Sen ansiosta myös juuristo on pitkäikäisempi ja hajoaa hitaammin. Monivuotisia nurmia ei myöskään muokata yhtä usein kuin lyhyitä nurmikiertoja. Viljeltäessä nurmia hiilensidontatarkoituksessa on erityisen tärkeää kiinnittää huomiota siihen, mitä kasveja nurmissa viljellään.

Syväjuuriset kasvit ovat hyviä hiilensitojia. Hiilensidonnan kannalta on tärkeää myös se, että nurmiseoksissa viljellään heinäkasvien lisäksi nurmipalkokasveja.

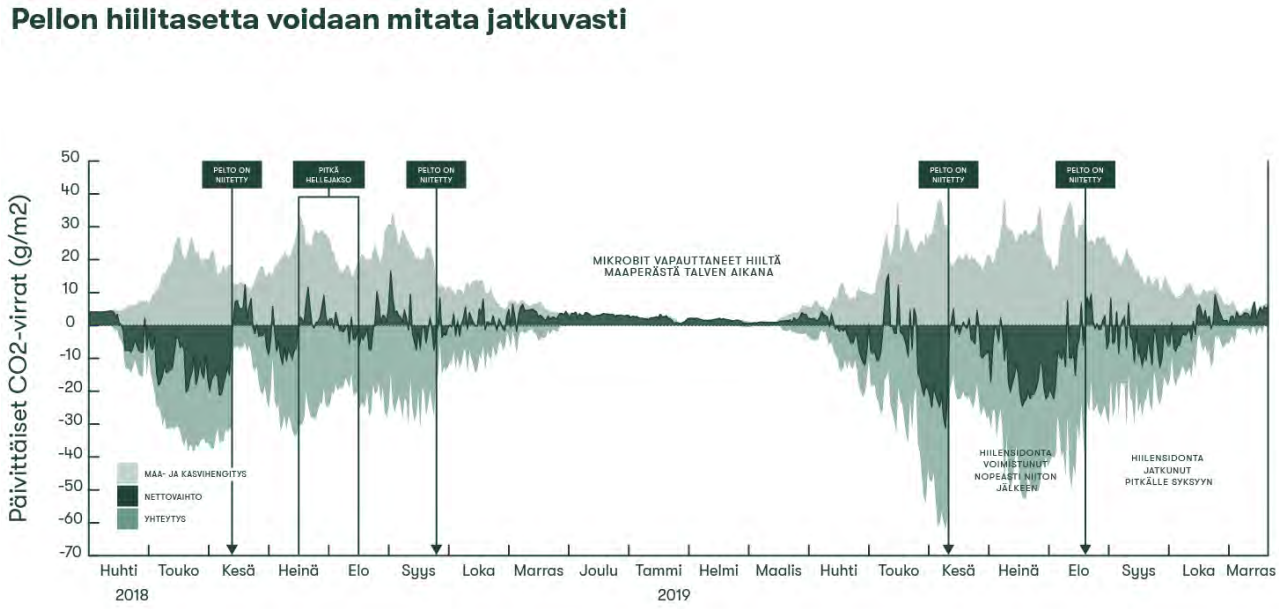
Viljellyn kasvin täytyy olla viljelyvarma. Lisähyötyä saadaan, kun viljelyvarmoista kasveista valitaan runsas- ja syväjuurisia lajeja. Suomen olosuhteissa tämä tarkoittaa pohjoisen tyypin ruokonadan ja puna-apilan, ja joissain tapauksissa myös mailasten lisäämistä seokseen. Erikoisempien lajien menestyminen seoksissa on epävarmaa, eikä pohjoisista oloista ole tutkimusnäyttöä parantuneesta hiilensidonnasta. Tätä tutkitaan parhaillaan. (6,7

Nurmisadot alenevat nurmen ikääntyessä. Satotason lasku johtuu talvituhoista, rikkaruohottumisesta, maan ravinnevarojen ehtymisestä muokkauskerroksessa sekä juuristo- ja lehtitaudeista. Tämän vuoksi nurmet uudistetaan Suomessa 3–5 vuoden välein. (2

Kyntö vapauttaa maahan juuristossa sitoutunutta hiiltä kiihdyttämällä mikrobitoimintaa. Yhtenä meneillään olevan tutkimuksen kohteena onkin selvittää, kuinka usein nurmi tulisi uudistaa, jotta löydetään tasapaino elinvoimaisen sadontuottokyvyn ja hiilensidonnan välille. Nurmen lopettaminen pysäyttää yhteytyksen ja sitä kautta hiilen sitoutuminen kasvibiomassaan loppuu. Lähtökohtaisesti tämä kääntää ekosysteemin aina hiilen lähteeksi. Se, miten iso merkitys kynnöllä on pohjoisessa ilmastossa nurmikierron hiilitaseelle, on niin ikään vielä tutkimusvaiheessa. (8,9

Niittokorkeus ja hiilensidonta

Katso videolta nurmen niittoa kahdelle eri korkeudelle Qvidjan kartanolla kesällä 2020 (01:05).



Kuva 22. Hiilidioksidivirrat Qvidjan nurmipellolla. Kesällä 2018 (vasemmanpuoleinen käyrä) ensimmäisen niiton jälkeen pelto oli pitkään hiilen lähde, jolloin nettovaihto oli positiivinen eli hiilivirta maasta ilmakehän suuntaan. Niitto tehtiin lyhyeen, 6cm sänkeen. Oikealla taas voidaan nähdä, kuinka vuoden 2019 niiton jälkeen nurmi lähti heti hyvin palautumaan. Tuolloin niittokorkeus oli nostettu 15 senttiin. Niiton jälkeisessä yhteyttämisessä on merkittävä ero näiden vuosien välillä, ja parhaiten sen näkee tummanvihreästä alueesta. Kuva: Laura Heimsch, Ilmatieteen laitos.

Tutkimuksella on voitu todeta niittokorkeuden vaikuttavan juuriston määrään heti sadonkorjuun jälkeen. Pidemmän sängen edullisuus hiilivaraston kasvattamisessa perustuu yhteytykseen, joka jatkuu katkeamatta niiton jälkeen sekä nurmen sängen tuottamaan lisääntyneeseen hiilisyötteeseen.

Lue lisää Qvidjan kartanon nurmipelloilla tehtävästä tutkimuksesta Carbon Actionin blogista: Ei mitä, vaan miten – Niittokorkeus.

Turvemaiden viljely on hiilensidonnan kannalta ongelmallista. Turvemaat vapauttavat hiiltä maaperästä ilmaan viljelytoimien myötä. Vaikka nurmi sitoo hiiltä, näyttää nykytutkimuksen valossa siltä, että turvepellot vapauttavat enemmän hiiltä kuin mitä kasvava nurmi pystyy sitomaan. Turvemaiden viljelyssä olisi kuitenkin tärkeää huomata, että nurmella voidaan minimoida turvepeltojen hiilipäästöt. (10

Monilajisen nurmen perustaminen

Hyviä nurmisatoja saadaan pelloilta, joiden kasvukunto, ravinnetilanne, pH ja vesitalous ovat kunnossa. Vanha käsitys nurmesta vaatimattomana kasvina on edelleen vallalla, ja toki sitä voidaan huonoillakin pelloilla viljellä, mutta huippusadot nurmesta edellyttävät pellolta samaa kasvukuntoa kuin vaativimmillakin kasveilla.

Yleisimpien heinä- ja nurmipalkokasvien kuvaukset sekä kuvalliset tunnistusohjeet löydät ProAgria Länsi-Suomen kokoamasta Nurmioppaasta.

Nurmen perustamisella luodaan pohja tuleville satovuosille ja siksi siihen kannattaa panostaa. Perustamisen tavoitteena tulee olla tasaisen kasvuston aikaansaaminen ja siten hyvä pohja tuleville sadonkorjuukerroille. Perustamisessa tulleita virheitä on monesti vaikea tai jopa mahdoton korjata ilman nurmen uudistamista.

Nurmen perustamisvuoden tavoitteena tulee olla tiheä, elinvoimainen, puhdas ja talveen valmistautunut, karaistunut kasvusto.

Ensimmäisenä talvena nurmikasvustoa voivat uhata niin talvituhosienet, rouste, jääpolte kuin seisova vesikin. Nurmen perustamisessa ei kyse ole pelkästään onnistuneesta siemenen levittämisestä peltoon, vaan sellaisesta sarjasta toimenpiteitä, joilla luodaan mahdollisimman hyvät ja suotuisat olosuhteet kylvetyille kasveille, ja epäsuotuisat olosuhteet niitä tuhoaville tekijöille.

Vanhan nurmen lopetuksen ja uuden nurmen perustamisen välisenä ajanjaksona voidaan pellossa tehdä peruskunnostustoimenpiteitä. Tänä aikana toteutetaan tarvittavat kalkitukset, ojien kunnostukset sekä mahdolliset pellon pinnanmuotoilut. Uuden nurmen perustamisen yhteydessä kannattaa pellosta tehdä viljavuustutkimus, jotta kalkitukset ja lannoitukset kohdistuvat oikein tulevina satovuosina. Perustamisen yhteydessä välivuosina kannattaa kiinnittää huomio myös rikkojen torjuntaan, on kyseessä sitten luomutila tai tavanomainen tila. Tähtäin tulee kummassakin tapauksessa olla puhtaan, rikoista vapaan nurmikasvuston aikaansaamisessa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Nurmen perustaminen suojakasviin

Nurmi perustetaan edelleenkin useimmiten suojakasviin. Yleisimmin suojakasvina käytetään viljaa, mutta myös hernettä tai virnaa, sekä näiden kasvien erilaisia seoksia. Suojakasvia käytettäessä on kuitenkin varmistuttava siitä, että se ei varjosta perustettavaa nurmea liikaa. Sopivan kylvötiheyden löytäminen voi olla haasteellista. Pahimmillaan liian tiheä suojakasvusto voi estää nurmen perustumisen suurelta osin tai kokonaan. Ylitiheä suojakasvi varjostaa perustettavaa nurmea ja lakoutuu helposti, jolloin myös sen korjuu viivästyy. (2

Suojakasvikasvusto korjataan yhä useammin kokoviljasäilörehuna lisääntyneen aperuokinnan vuoksi. Eteläisessä Suomessa aikaisin kylvetystä suojaviljanurmesta voidaan korjata kesän aikana yksi kokoviljasäilörehusato ja yksi nurmisato. Tällöin kokoviljasäilörehun korjuun jälkeen voidaan mahdollisia nurmen tiheyden puutteita korjata täydennyskylvöllä, jotta saadaan aikaiseksi täystiheä kasvusto tulevaan talveen.

Suojaviljaa käytettäessä tulisi kylvötiheyttä vähentää normaaliin viljakasvustoon verrattuna 25–30 prosenttia, sillä tätä suuremmalla vähennyksellä rikkojen aiheuttama paine voi lisääntyä. Sopiva kylvötiheys kauralla ja ohralla on 350–375 itävää jyvää/m2 ja vehnällä 490–520 itävää jyvää/m2. Mikäli viljasta tehdään kokoviljasäilörehua, voidaan kylvötiheytenä käyttää 90 prosenttia täydestä kylvötiheydestä.

Seoskasvustoa käytettäessä ohjeellisen kylvömäärän määrittäminen on vaikeampaa. Jos kyseessä on viljojen seos, voidaan edellä mainittuja tiheyksiä käyttää ohjenuorana, mutta lisättäessä hernettä tai virnoja tai molempia, tarkan kylvötiheyden määrittäminen on vaikeampaa.

Palkoviljoilla merkittäviä tekijöitä ovat lakoriski ja jälkikasvukyky. Vihantaherne ja virnat tukeutuvat seoksen viljoihin, härkäpapu sen sijaan toimii itsekin tukikasvina. Herneellä ja härkäpavulla ei ole jälkikasvukykyä, kun taas virnojen jälkikasvu on hyvä, jos ne korjataan aikaisin, viimeistään kukinnan alkaessa. Tämä voi johtaa monivuotisten nurmikasvien voimakkaaseen varjostumiseen. Myöhemmin kun virna on täydessä kukassa, jälkikasvu on heikkoa ja nurmikasvit saavat paremmin tilaa talveen varautumiseen.

Ohraa on pidetty puitavaa viljaa käytettäessä hyvänä suojakasvina sen aikaisuuden vuoksi. Lyhyempikortisilla ohralajikkeilla ongelmaksi saattaa muodostua monilajinurmiseoksissa olevien apiloiden voimakas kasvu. Tämä voi pahimmillaan johtaa siihen, että ohrakasvusto jää nurmikasvuston alle. Tällöin ohra on erittäin hankalaa puida ja monessa tapauksessa päädytäänkin korjaamaan kasvusto säilörehuksi. Nurmisiemen voidaan kylvää myös suojaviljan ollessa jo oraalla rikkakasviäestykseen tai jyräykseen yhdistettynä. Läpikasvun riski on vähäisempi, mutta kuivina kesinä itäminen voi siirtyä liian myöhäiseen ajankohtaan.

Kauran ja **vehnän** heikkoutena on pidetty myöhäisempää puintiajankohtaa, minkä vuoksi aika nurmen vahvistumiseen talvea varten jää lyhyemmäksi. Kaura voi lisäksi liian suurella siemenmäärällä kylvettäessä varjostaa nurmea voimakkaasti, jolloin siitä tulee harva.

Nurmen perustaminen ilman suojakasvia

Nurmikasvusto voidaan perustaa myös ilman suojakasvia. Tällöin kylvö voidaan tehdä monessa kohtaa kasvukautta. Yleisesti ottaen nurmi tulisi kylvää ennen elokuun loppua eteläisessä

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

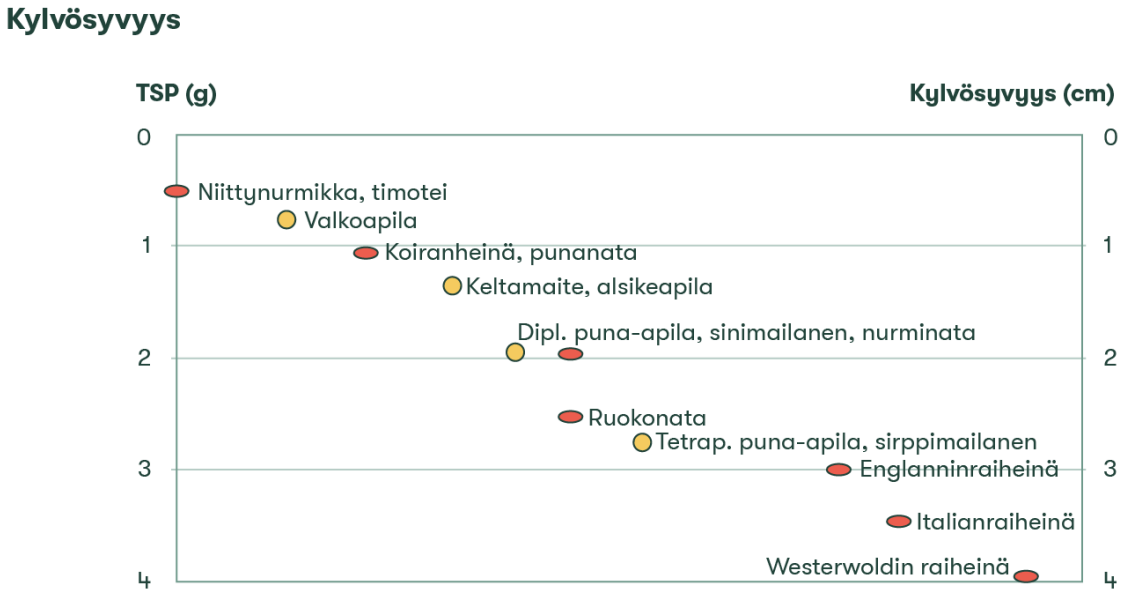
Suomessa ja pohjoisemmassa Suomessa elokuun alkupuolella, jotta nurmi ehtii valmistautua tulevaa talvea varten. Apiloita ja mailasia ei suositella kylvettäväksi syyskesällä niiden heikon talvenkestävyyden takia. Ilmastonmuutoksen takia kylvö edellä mainittuja ajankohtia myöhemminkin voi onnistua aivan hyvin, mutta riski talvituhoihin kasvaa merkittävästi.

Aikaisin keväällä ja ilman suojakasvia perustettavan nurmen uhkina ovat kevätkuivuus, poutivat maat sekä toisaalta rankkasateet ja niiden myötä pinnan liettyminen. Ilman suojakasvia perustettaessa ongelmaksi saattavat muodostua myös keväiset rikkakasvit. Rikkojen torjunta voidaan tehdä niittämällä heinien ollessa 2–3-lehtiasteella tai kemiallisesti.

Rikkatorjunta voidaan tehdä myös puhdistusniitolla rikkojen ollessa noin 20–30 sentin mittaisia. Niitto suoritetaan siten, että terä kulkee nurmikasvien latvojen yläpuolella. Keväällä itävät rikat eivät pääosin enää verso vaan ne kuihtuvat. Nurmi saa tässä vaiheessa valoa ja kiihdyttää kasvuaan niin, että uusille rikoille ei jää enää kasvutilaa. Torjunta-aineita käytettäessä pitää kiinnittää erityistä huomiota niiden varoaikoihin sekä soveltuvuuteen seoksessa olevien nurmipalkokasvien käsittelyyn.

Kylvötapa ja kylvösyvyys

Nurmisiemen tulisi kylvää melko lähelle maanpintaa. Pieni siemen ei pysty kasvattamaan sirkkalehteä syvältä pinnan alta, ja tällöin kasviyksilö kuolee jo ennen maanpinnalle pääsyä. Mikäli siemen jää pellon pintaan, voi itäminen viivästyä kuivissa olosuhteissa hyvinkin pitkään. Pahimmassa tapauksessa siemen pystyy itämään, mutta pitkän kuivan jakson aikana kasvilta loppuu vesi ja se kuihtuu pois. Monilajisia seoksia kylvettäessä tulisi siemenen kylvösyvyys määrittää seoksen pienimmän siemenen koon mukaan.



Kuva 23. Nurmisiemenen koko vaikuttaa kylvösyvyyteen. Mitä suurempi siemen, sitä syvempään sen voi kylvää.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Nurmisiementen kylvössä on käytössä kaksi erillistä tapaa, rivikylvö tai hajakylvö. Rivikylvö voidaan tehdä joko viljankylvökoneella tai piensiemenien kylvöön tarkoitetulla koneella. Molempiin saa erilaisia vannastyyppejä. Vantaiden painotus pitää erikseen säätää piensiemeniä varten ja tarvittaessa voidaan pelto jyrätä jo ennen nurmen kylvöä. Löyhillä mailla jopa jyräys ennen kylvöä voi olla tarpeellinen.

Piensiemenkylvökoneen riviväli on puolet kapeampi kuin viljankylvökoneen ja siemensäiliön koko on usein selvästi pienempi. Kumpaakin konetta voidaan käyttää sekä nurmien perustamiseen että täydennyskylvöön, joskin konekohtaisia poikkeuksia on olemassa.

Rivikylvössä hyvin muokattuun kevyeen maahan voi siemen mennä liian syvään, jolloin itäminen saattaa kärsiä huomattavasti. Rivikylvössä siemenrivien väliin jää tyhjä alue, joka ei Suomessa käytössä olevilla nurmikasveilla täyty nurmivuosien aikana. Nämä välit ovat otollisia rikkakasvien lisääntymiselle. Tasainen, noin 7 cm välille tehty rivikylvös tuottaa tasaisen kasvuston, jossa rikoille jää vain vähän tilaa. Suuremmalla rivivälillä viljelytoimien aiheuttama rivien katkeilu synnyttää helposti melko suuria 20–40 sentin aukkoja, joihin rikat helposti iskevät.

Hajakylvöä voidaan tehdä joko erillisellä kylvölaitteella tai viljankylvökoneeseen asennetulla piensiemenlaatikolla. Piensiemenlaatikoissa siemen ohjataan putkilla vannasrivistön väliin. Yleisen käsityksen vastaisesti putkien kautta kylvetty siemen jää usein myös riveihin. Tätä ilmiötä voidaan poistaa putkien päihin asennettavilla hajotuslevyillä, jolloin siemen levittyy peltoon tasaisemmin.

Hajalle kylvävät kylvökoneet ovat useimmiten haraavia ja niissä siemen kylvetään puhallinavusteisesti harojen väliin. Näitä koneita markkinoidaan täydennyskylvökoneina, mutta ne soveltuvat myös nurmen perustamiseen. Haraavilla koneilla saadaan piensiemen mullattua kevyesti maan pintaan, ja näin tehostettua siemenen itämistä.

Kaikilla kylvötavoilla on suositeltavaa jyrätä pelto kylvön jälkeen, jolloin piensiementen maakosketus saadaan varmistettua.

Hajakylvöä voi lähestyä sekä *perustamisen* että *täydennyskylvön* näkökulmasta: (2

- Hajakylvö saattaa sopia hyvin tiloille, joilla lannan levitys ja muut viljelytoimet rikkovat nurmirivejä ja synnyttävät aukkoja rikkaruohoille.
- Täydennyskylvön merkitys on enemmän rikkaruohottumisen torjunnassa ja sadon laadun parantamisessa kuin satomäärän lisäämisessä.
- Kun aukkoja syntyy, olisi niiden rikkaruohottuminen estettävä. Jos rikat eivät pääse kilpailemaan valosta ja ravinteista, voi timoteivaltainen nurmikasvusto kompensoida osan satomenetyksestä kasvamalla lisää korkeutta.
- Keväinen täydennyskylvö voi myös auttaa, jos kylvökselle jää riittävästi aikaa vahvistua ennen kuin vanha kasvusto alkaa varjostaa liikaa.
- Jos rikkaruohot ovat jo päässeet valtaamaan aukot, voi rikkaruiskutus jopa vähentää satoa, vaikka rehun sulavuus, kivennäiskoostumus tai muut laadulliset ominaisuudet usein paranevat.

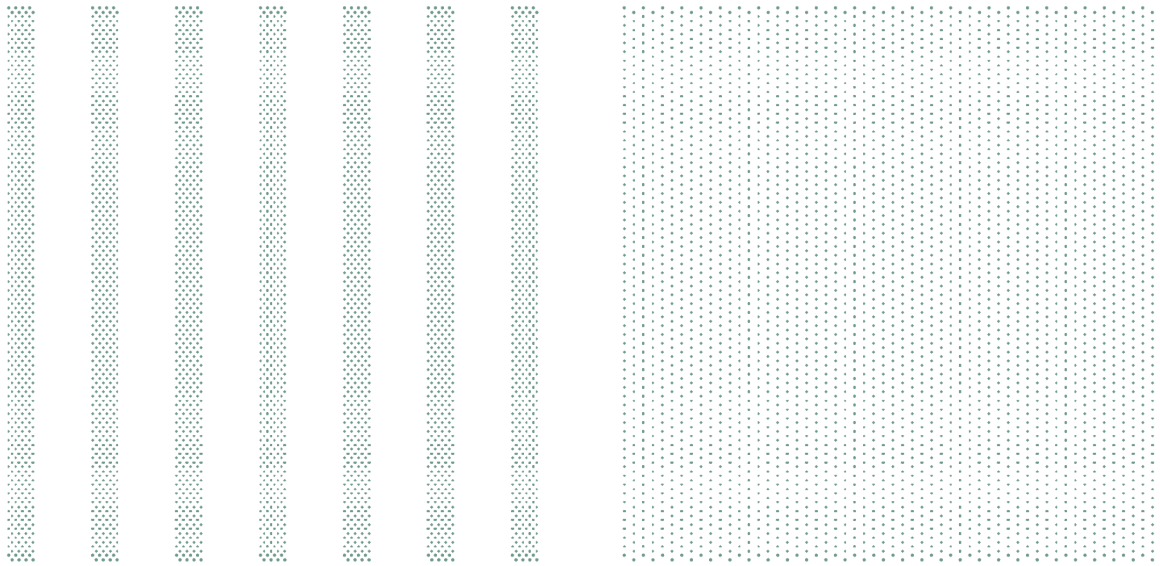
Jyräys on hyvä suorittaa kylvön jälkeen aina, kun se on mahdollista. Tällöin pintaan tai pinnan lähelle kylvetyt siemenet saadaan kosketuksiin mullan kanssa ja mahdollisesti pinnassa olevat

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

pienet kivet painettua maan pintaan. Jyräys varmistaa siemenen kosteuden saannin ja edistää siten orastumista.

Katso video: Riitta Lehtinen kertoo hajakylvöstä (01:33).

Periaatekuva riviin kylvöstä ja hajakylvöstä



Kuva 24. Periaatekuva riviin kylvöstä ja hajakylvöstä. Kummassakin ruudussa on kylvetty sama määrä siemeniä neliömetrille. Rivikylvö jättää aukkoja peltoon rikkakasveille jo kylvövaiheessa.

Kuva 25. Riviin kylvetty nurmi (vas.), johon on jäänyt aukkoja ja hajakylvetty nurmi (oik.). Kuvat: Jarkko Storberg.

Täydennyskylvö

Täystiheä nurmi tuottaa parhaiten ja sisältää mahdollisimman vähän rikkakasveja. Nurmet harvenevat satovuosiensa myötä. Talvet saattavat verottaa kasvien tiheyttä varsin rankasti, mutta myös erittäin kuiva kesä voi verottaa matalajuurisia kasveja.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tiesitkö?

Pääsyy talvikuolemaan on usein energiavarojen loppuminen ennen kevättä. Suomen talvi on pitkä ja talven aikana ehtii tapahtua monenlaista. Esimerkiksi pinnan painanteisiin kertynyt vesi muodostaa jääpeitteen. Jään alla kasvien hengitys vaikeutuu ja energiaa kuluu. Lumihome viihtyy lumen alla sulassa maassa ja sille herkkiä lajeja ovat raiheinät ja nadat. Mailaset ja apilat kärsivät erilaisista juurisairauksista, joita jotkut viljelytekniikat edistävät. Tällaisia ovat esimerkiksi lannan sijoittava multaus, haraus ja korkeat rengaspaineet.

Joskus käy myös niin, että syksy on lämmin ja pitkä, ja nurmi kasvaa hyvin. Silloin viimeisen korjuun ajoittuminen voi osua epäedulliseen ajankohtaan kasvin talveen varautumisen kannalta. Toisaalta myös suuri kuiva-ainemassa (yli 2000 kg/ha) voi lisätä esimerkiksi lumihomeen tai muiden sienitautien esiintymistä. Nurmikasvien energiavarojen kerryttämisvaihetta seuraava karaistumisjakso voi jäädä liian lyhyeksi. Silloin karaistuminen saattaa purkautua liian aikaisin, jolloin kasvi kuolee. Raiheinät ja rainadat sekä monet muut heikosti karaistuvat lajit saattavat lähteä kasvuun hyvin varhain keväällä, mutta paleltuvat, jos kevät ottaakin takapakkia. (2

Mailaset ovat sopeutuneet mannerilmastoon, jollaisessa syksy on kylmä mutta kuiva. Suomessa märkä syksy ja vaihtelevat lämpötilat voivat heikentää karaistumista. Sinimailanen on myös arka loppukesän ja syksyn niitoille. Parhaat talvehtimisluvut on saatu, kun viimeinen niitto on tehty jo elokuun ensimmäisellä viikolla.

Täydennyskylvöllä voidaan paikata sekä nurmen tiheyden puutteita, että täydentää monilajisesta seoksesta hävinneitä lyhytkestoisempia kasvilajeja. Kylvömäärät voivat vaihdella 7–15 kilon välillä. Täydennyskylvössä siemen tulisi kylvää siten, että se saa maakosketuksen ja lisäksi kosteutta itääkseen. Vanhojen nurmien pinnassa voi olla sammalkerros tai kasvijätteitä niin paljon, että pelkästään pellon pintaan viskattu siemen ei voi itää, kun sillä ei ole maakosketusta. Siksi ennen täydennyskylvöä on tarkistettava pellon pinta ja harkittava olemassa olevan kaluston soveltuvuutta täydentämiseen. (11

Ajankohta

Täydennyskylvöä voidaan tehdä monessa kohtaa kasvukautta. Mikäli kylvö tehdään keväällä, tulisi se suorittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Heti lumien sulamisen jälkeen pintaan levitetty siemen saattaa itää hyvin. Tällöin siemenet levitetään joko käsikäyttöisellä pienellä kylvökoneella tai mönkijän päällä olevalla keskipakolevittimellä. Kun pelto kantaa kevyttä (paripyörillä varustettua) traktoria, on kylvöyksiköllä varustettu rikkaäes oivallinen täydennyskylvöön. Pellon kantavuuden parantuessa kiekkovannas- tai suorakylvökone saattaa siemenet hyvään kosketukseen maan kanssa.

Alkukesällä nurmien kasvu on hyvin nopeaa ja siksi täydennyskylvetty nurmi voi tukahtua nopeasti kasvavan vanhan nurmen alle. Myöhemmin kesällä kasvunopeus hidastuu ja täydennyskylvö voi onnistua paremmin.

Loppukesästä tehtävällä täydennyskylvöllä voidaan päästä hyvin tuloksiin varsinkin alueilla, joilla keväällä on todennäköisesti kuivaa. Syksyä kohden mentäessä sateiden todennäköisyys kasvaa ja

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

haihdunta vähenee. Täydennyskylvön ajankohdan mennessä myöhäisempään syksyyn tulee uusien kasviyksilöiden talvehtiminen epävarmemmaksi. Apilat tulisi aina kylvää ennen kesän puoliväliä. Mailasia ei kannata täydennyskylvää mailaspitoiseen kasvustoon lainkaan niiden autotoksisen ominaisuuden vuoksi. Sinimailanen tuottaa kemiallisia yhdisteitä, jotka tuhoavat oman kasvilajin uudet yksilöt. Täydennyskylvö saattaa onnistua perustamisvuoden aikana, mutta myöhempinä vuosina epäonnistuminen on jo lähes varma. (12

Nurmikasvuston päättäminen

Nurmikasvusto ei Suomen oloissa ole ikuinen. Suotuisemmissa ilmasto-olosuhteissa nurmet voivat olla hyvinkin pysyväisluontoisia ja kuitenkin sadontuottokyvyltään hyviä. Britteinsaarilla nurmikierron pituus saattaa usein olla kymmenestä kahteenkymmeneen vuoteen sadontuottokyvyn silti kärsimättä. Suomen olosuhteissa hyvätuottoisen nurmen sadontuottokyky vähenee vuosittain. Sadontuottokykyä alentavat nurmen tiheyden väheneminen ja rikkakasvien lisääntyminen. Talvituhot sekä kesän kuivuusjaksot verottavat nurmen tiheyttä ja luovat samalla tilaa rikkakasveille.

Nurmia uusitaan yleensä 3 - 5 vuoden välein, mutta tässä on suuria alueellisia eroja. Nurmikasvuston päättäminen tehdään yleisesti tuhoamalla vanha kasvusto ja kyntämällä kasvimassa peltoon syksyllä. Aina ei ole välttämätöntä käyttää torjunta-aineita, mutta tällöin nurmen lopetus on tehtävä huolellisella kynnöllä. Kyntö vähentää olennaisesti esimerkiksi juolavehnän esiintyvyyttä seuraavana vuonna ja multaa tehokkaasti maanpäällisen kasvimassan. Kynnön yhteydessä voidaan toteuttaa myös kuivalannan levitys, jolloin esimerkiksi lannan hajuhaitat saadaan minimoitua. Kynnöllä on tärkeä merkitys seuraavan nurmikierron kasvualustan perustamisessa, mutta toisaalta se taas vapauttaa maan hiilivarastoa ja lisää ravinnepäästöjä vesistöön, joten paras mahdollinen muokkaustapa se ei ole. Kyntö luo mahdollisuuden pellon pinnan muotoilulle ja mahdollistaa kuivalannan ja kalkin huolellisen sekoituksen kyntökerrokseen.

Niitto

Nurmet niitetään Suomessa yleisesti 1–3 kertaa kasvukaudessa, mutta joillain tiloilla jopa neljä kertaa. Niittokertojen lukumäärä riippuu tilojen maantieteellisestä sijainnista sekä nurmen käyttötarkoituksesta. Niittojen määrään vaikuttaa olennaisesti myös nurmen käyttötarkoitus.

Eteläisessä Suomessa säilörehunurmet niitetään yleisesti kolme ja pohjoisemmassa kaksi kertaa. Ilmaston lämmetessä kolmen niittokerran viljelyn raja on vuosi vuodelta siirtynyt pohjoista kohden. Siellä, missä nurmet niitettiin 1980-luvulla kahdesti, niitetään ne nyt kolmesti kasvukaudessa.

Nurmen juuristosta osa kuolee niiton jälkeen. Niittokorkeudella on todettu olevan vaikutusta juuriston kuolleisuuteen, sillä korkeampi sänki säilyttää enemmän juuristoa kuin matalaan niitetty kasvusto. Viherlannoitusnurmessa niittokorkeus voisi olla n. 50 prosenttia kasvuston pituudesta. Tällöin juuristo ei merkittävästi vähene, vaikka kasvusto niitetään.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 26. Niittokorkeutta nostamalla voidaan saavuttaa hyötyjä hiilensidonnassa. Myös kasvuunlähtö on nopeampaa kuin lyhyemmäksi niitetyllä nurmella. Kuvassa Qvidjan tilan Carbon Action -koelohko, jolla niittokorkeuksina 15 cm ja 6 cm. Kuva: Sanna Söderlund.

Pitkällä, noin 10 - 15 sentin sängellä on todettu olevan positiivisia vaikutuksia rehunurmen uudelleen kasvuun. Kuivissa olosuhteissa nurmella on parempi mahdollisuus aloittaa uusi kasvu, jos sänki on jätetty mahdollisimman pitkäksi. Pidempi sänki aloittaa yhteyttämisen nopeammin kuin lyhyt sänki. Lisäksi pidemmällä sängellä epäpuhtauksien kulkeutuminen rehuun vähentyy olennaisesti. Kasvuston alaosat sisältävät paljon kortta, joten rehun määrä ei pienene olennaisesti, ja nopea kasvuun lähtö tasapainottaa rehun kokonaismäärää.

Sadon mittaaminen

Teknologian kehittyessä erilaiset satokartat, satelliitti- ja dronekuvat ovat helpottaneet sadon lohkokohtaista mittausta. Perinteisesti nurmen hehtaarisatojen mittaamiseksi on käytetty kuutiointia, paalimäärää, kuormalukua, energia-arvoa (MJ) sekä kuiva-ainetta kg/ha. Sadon ilmoittaminen kuiva-aineena on kuitenkin yksi vakiintuneimmista tavoista sadon määrän mittaamiseen.

Kuiva-ainesadon määrittämiseksi tarvitaan rehun tuorepaino ja kuiva-ainepitoisuus. Tuorepaino voidaan mitata kuormista tai paalista vaa'alla. Toinen tapa tuorepainon laskemiseen on mitata varaston tilavuus ja määrittää rehun kuutiopaino punnitsemalla rehukakkuja eri kohdista varastoa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Epätarkemmassa tavassa kuutiopainon voi määrittää myös erilaisista taulukoista rehun kosteuden ja eräiden muiden muuttujien avulla.

Kuiva-ainepitoisuuden määrittämiseen tapahtuu pääasiassa laboratoriossa, vaikka myös erilaisiin kotikuivatusmenetelmiin löytyy ohjeita. (2

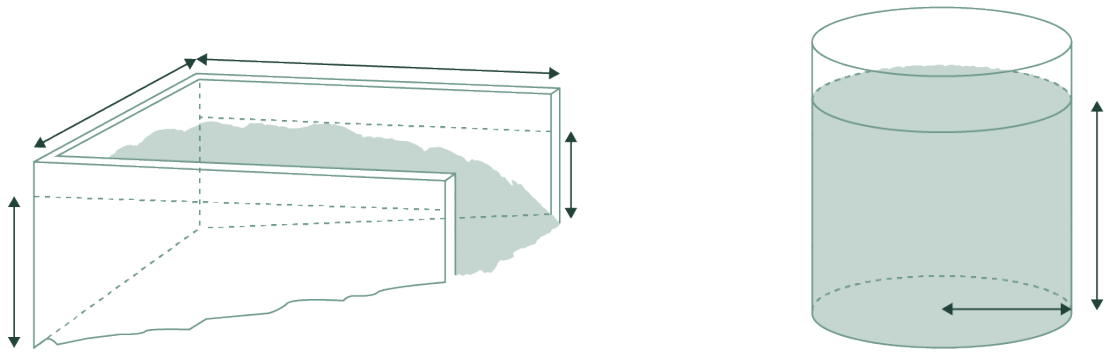
Nykypäivän tiloilla on vielä melko vähän punnituskalustoa, jolla voidaan määrittää ajoneuvoyhdistelmän paino, mutta käytäntö on yleistymässä. Vaikka tilalla on käytössä ajoneuvovaaka, ei rehunteon kannalta ole mielekästä punnita jokaista rehukasalle ajavaa ajoneuvoa. Tällöin voidaan punnita esimerkiksi joka kymmenes kuorma, ja määrittää kasaan ajettu rehumäärä sen perusteella.

Valmiista rehusäilöstä voidaan määrittää myös sen sisältämä kuiva-aineen määrä. Rehukasasta voidaan mitata sen tilavuus metrimitalla ja kertolaskulla. Rehukasan kuutiopainon määritys on sen sijaan ongelmallisempaa. Kuutiopaino voidaan määrittää esimerkiksi rehuleikkurin paakusta punnitsemalla se vaikka apevaunussa. Tällöin pitää kuitenkin mitata paakun koko. Mittauksia tulee tehdä useammasta kohtaa rehusäilöä, koska pohjalla kuutiopaino on toinen kuin kasan pinnassa. Kostean rehun määrä saadaan siis kertomalla kuutiopaino kuutioiden määrällä.

Kuiva-aineen pitoisuus rehussa voidaan todeta myös laboratoriossa, jolloin rehunäytteen tuloksen saaminen kestää muutaman päivän. Mahdollista on myös määrittää kuutiopaino kotikonstein kuivaamalla rehuerä esimerkiksi uunissa. Tällöin punnitaan sekä lähtöpaino että kuivan aineen paino. Tarkka vaaka on tässä vaiheessa tärkeä, ja menetelmä vaatii myös tekijältään sekä aikaa että tarkkuutta. Tilatasolla luotettavia tuloksia antavia pikamittareita on vähän tarjolla, ja niiden ostohinta on verrattain korkea.

Rehukasan tilavuuden laskenta

Eri muotoisten varastojen tilavuuden laskenta



Vinopohjaisen laakasäilön tilavuus =
[(korkeus etureunassa + korkeus takareunassa):2]
x säilön leveys x pituus

Pyöröpaalin ja pyöreän säilön tilavuus =
3,14 x säde x säde x korkeus

Kuva 27. Erimuotoisten rehuvarastojen tilavuuden laskenta.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Rehukasan tilavuuden laskenta tapahtuu seuraavasti:

pituus (m) x leveys (m) x korkeus (m) = tilavuus (m3)

Rehumäärän laskentaesimerkki: siilon koko 40 m, leveys 9 m ja korkeus 2,8 m

=> rehua 40 m x 9 m x 2,8 m = 1008 m3

Kuiva-aineen (ka) määritys: esim. 100 g valmista rehua uuniin (100 astetta) kuivatetaan 1 - 2 h, käännellään välissä, punnitaan kuivan rehun paino. Jos kuiva rehu painaa esim. 38 g, lasketaan kuiva-ainepitoisuus 38 g/100 g = 0,38 = 38 %

Kuutiopaino selvitetään seuraavasti:

kakun paino (kg) / rehukakun tilavuus (m3) = kuutiopaino (kg/m3)

Kuutiopaino paakussa esim 670 kg/m3 ja kuiva-ainepitoisuus 38 %

=> rehua kasassa 1008 m3 x 670 kg/m3 x 0,38 = 256 636 kg ka

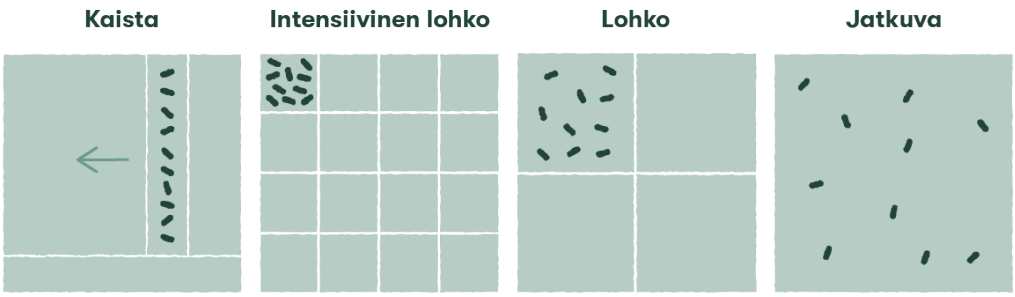
Hiiltä sitova laidunnus

Laidunnuskäytännöillä voidaan sitoa hiiltä maahan. Tutkimuksissa korkeimmat hiilensidontamäärät on saatu tilanteeseen sopeutetulla kiertolaidunnusjärjestelmällä, jolle on englannin kielessä monta eri nimeä: ’adaptive multipaddock grazing’ (AMP), ’holistic planned grazing’ (HPG), tai ’management intensive grazing’ (MIG). Termien käyttö ei ole vielä vakiintunutta, ja eri maissa käytössä olevissa termistöissä on eroja. Esimerkiksi suomen kieleen tullut ’rotaatiolaidunnus’ ei vastaa täysin englanninkielistä ’rotational grazing’ -termiä. Näiden kaikkien termien takana on kuitenkin laidunnusmenetelmiä, joihin kuuluvat lyhyet laidunjaksot ja niiden välissä kasvien palautumiselle riittävän pitkät lepojaksot.

Tutustu Jyri-Pekka Lemettisen kokemuksiin hiilensidonnasta ja laidunnuksesta katsomalla video Jokinotkon karjatilalta (1:05).

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Neljä erilaista laidunjärjestelmää



Laidunpaine	25–100 eläintä/ha	16 eläintä/ha	4 eläintä/ha	1 eläin/ha
Laidunjakso	0,5–2 päivää	1–5 päivää	20 päivää	160 päivää
Lepojakso	12–50 päivää	15–75 päivää	60 päivää	0 päivää

Kuva 28. Neljä erilaista laidunnusjärjestelmää, joissa eläintiheys on sama, mutta laidunnuksen rytmitys eri. Kuva lähteen 13 mukaan.

Laidunnuksessa hiiltä päätyy maaperään kasvintähteinä, juurieritteinä ja lantana. Suurin osa hajoaa melko nopeasti, mutta osa jää maaperään lisäten maan multavuutta. Laidunmailla hiilisyötteen määrään vaikuttavat kasvien juuriston koko, juuriston uusiutuminen ja maahan tallattavan nurmisadon määrä.

Kasvien juurieritteet ovat liukoisia kasvintähteitä, joita erittyy juuristosta eniten silloin, kun maassa on monipuolinen mikrobisto ja kasveilla on runsaasti yhteytystuotteita, mutta myös kilpailua ravinteista. Sadonkorjuusta poiketen laitumelle jää myös lantaa laiduntavilta eläimiltä. Suomessa niittonurmet saavat usein lannoitteekseen myös lantaa. Laitumilla lannan merkitys biodiversiteetille on kuitenkin suurempi kuin lantaa saavilla niittonurmilla.

Laidunkasvit ovat monin tavoin sopeutuneita laidunnukseen, mutta niiden palautuminen vie aikaa. Hiilensidontaan tähtäävissä laidunnusmenetelmissä pyritään alhaiseen laidunnusvoimakkuuteen, jolloin kasvin lehdistä poistetaan vain noin puolet.

Ylilaidunnuksella voidaan tarkoittaa montaa asiaa, mutta usein sillä kuvataan tilannetta, jossa eläinten määrä ylittää laitumen kantokyvyn ja maittavimmat kasvit syödään loppuun. Englanniksi tätä kutsutaan termillä ’overstocking’. Termillä ’overgrazing’ taas tarkoitetaan ylilaidunnusta, jossa kasvi menettää lehtensä ennen kuin se on ehtinyt palautua. Alhaiset eläintiheydet voivat johtaa tällaiseen ylilaidunnukseen, jos eläimet ovat samalla laitumella liian pitkään tai laitumen lepojakso jää lyhyeksi.

Hiiltä maksimaalisesti sitovan laidunnuksen suunnittelussa kannattaa muistaa muutama pääperiaate. Kun kasvien lehtiala pidetään riittävänä, pysyy laidun pidempään yhteyttävänä. Myös kasvien juuristoilla pitäisi olla hyvät edellytykset kasvaa, ja lanta tulisi saada leviämään lohkolle tasaisesti. Maaperän tulisi pysyä sopivan viileänä ja kosteana. Seuraavat periaatteet toimivat hyvänä apuna käytännön laidunsuunnittelulle:

- Lyhyet laidunnusjaksot. Laidunnusjaksot on hyvä pitää lyhyinä, 1-5 päivän mittaisina. Tässä voi hyödyntää kaistasyöttöä tai jakaa lohkoja pienemmiksi kevyillä aidoilla. Laidunkierrosta on pidennettävä hitaan kasvun aikana, jotta kasvit ehtivät palautua ennen uutta laidunnusta.
- Riittävän pitkät lepojaksot. Riittävän pitkillä lepojaksoilla mahdollistetaan kasvien palautuminen. Kasvien hitaampi kasvu vaatii pidemmät lepojaksot, jonka vuoksi laidunnusta täytyy sopeuttaa tilanteen mukaan. Lepojaksojen ei tulisi kuitenkaan olla liian pitkiä kasvin kasvun ja varjostuksen kannalta.
- Kasvien uusiutuminen ja maaperän suoja. Kun kasvustosta ei poisteta liikaa, jää kasveille lehtiä uuteen kasvuun. Näin myös maaperä pysyy katettuna. Maahan tallattu kasvusto säilyttää maan kosteutta ja ruokkii maaperäeliöitä.
- Sopiva eläintiheys. Eläinten määrä ja laidunrytmi täytyy aina sopeuttaa käytettävissä olevaan nurmialaan ja kasvien kasvuun.

Kuva 29. Tumblewheel-aita mahdollistaa eläinten siirtämisen helposti päivittäin. Juomaveden järjestäminen helposti siirrettäväksi on myös tärkeä huomioida silloin, kun laidunlohkot vaihtuvat usein. Kuva: Marjo Aspegren.

Katso video tilannetajuisesta laidunnuksesta (AMP) Qvidjan kartanolla (00:45)

Hyvin toteutettu laidunnus on yksi tehokkaimmista keinoista sitoa hiiltä maahan, mutta sillä voidaan saada muitakin hyötyjä. Laidunnuksella voidaan tuottaa laadukasta rehua halvalla (mikäli satotasot ovat riittävät, tuotantopanokset riittävän alhaiset tai laidunalaa on runsaasti käytössä). Laitumet voivat olla myös erittäin monimuotoisia ja maisemallisesti arvokkaita elinympäristöjä. Kaikki hyödyt eivät aina tule samanlaisella laidunnuksella, joten viljelijän on hyvä miettiä, mikä

laidunnuksen tavoite on. Tilalla voi myös olla erilaisia peltoja, metsänreunoja tai niittyjä, joilla toimivat erilaiset laidunnuskäytännöt. Laidunnusta täytyykin suunnitella paitsi tilan, myös kunkin yksittäisen laidunlohkon kannalta.

IV. Uudistavaa vihannesten, juureksien ja marjojen viljelyä

Yleistä avomaan kasvistuotannosta

Juuresten ja vihannesten viljelyssä maa joutuu usein kovalle rasitukselle. Toisaalta tässä tuotannon muodossa on myös hyviä paikkoja soveltaa uudistavan viljelyn menetelmiä, kun varsinainen satokasvi ei varaa koko kasvukautta ja viljelykierto vaatii joka tapauksessa välikasveja. Marjakasveilla rivivälinurmet tarjoavat mainion tilaisuuden hiilensidonnalle ja monimuotisuudella.

Avomaankasvisten viljelyssä on otettava huomioon sadon ajoitus markkinoita varten. Käytetäänkö pellolta saatu sato tuoreena tai varastoituna talven aikana vai toimitetaanko se elintarviketeollisuudelle sopimustuotantona. Kasvisten viljelyssä niiden sisäinen ja ulkoinen laatu ovat tärkeitä puhtauden lisäksi. Näihin tavoitteisiin päästään huolehtimalla maan kasvukunnosta, viljelykierrosta, maan ravinteiden riittävyydestä kullekin kierron kasville, tarkoituksenmukaisesta lannoituksesta ja kasvinsuojelusta, sekä oikea-aikaisista viljelytoimenpiteistä. (1

Vihannesten, perunan, sokerijuurikkaan ja marjojen viljely keskittyvät lohkoille, jotka ovat maalajiltaan edullisia, helposti muokattavissa, kantavat koneita ja parhaassa tapauksessa ovat myös säännöllisen mallisia. Etäisyys tilakeskukseen ja kastelulähteisiin sekä lohkon ympäristöolot kuten esimerkiksi rinteen suunta ja metsän varjostus vaikuttavat viljelypaikan valintaan. Tämä rajoittaa tilakohtaisesti vihannesten ja marjojen viljelypinta-alaa ja voi johtaa siihen, että viljelykierto jää heikoksi. Niukka erikoiskasvien viljelyyn sopiva pinta-ala on myös ohjannut monokulttuuriviljelyyn joillakin viljelmillä. Erikoiskasvien tuotantokustannukset ovat korkeat, joten peltolohkon valinnalla on suuri merkitys saavutettuun kannattavuuteen.

Hyvin suunnitellulla viljelykierrolla lisätään kasvipeitteisyysaikaa, orgaanista ainesta ja ravinteita sekä monimuotoisuutta. Yleensä yksivuotisten avomaanvihannesten viljelystä jää kasvimassaa (naatteja, juuria tms.) pellolle vain vähän. Onneksi monipuolisella viljelykierrolla saadaan lisättyä eloperäisen aineksen määrää peltomaassa.

Erikoiskasvien viljelykiertoa suunnitellessa on myös huomioitava tauti- ja tuholaisriskit. Avomaan kasviksilla on useita tauteja, jotka pilaavat satoa joko pellolla tai varastossa. Niiden aiheuttamia haittoja ja niistä aiheutuvia tappioita voidaan vähentää hyvin suunnitellulla viljelykierrolla. Myös maassa elävien tai talvehtivien tuholaisten hallinnan kannalta on tärkeää, ettei samaa viljelykasvia viljellä peräkkäin samalla peltolohkolla eikä lähekkäin toisiaan olevilla lohkoilla. Viljelykasvien lisäksi useat rikkakasvit ylläpitävät pahojen varastotuhojen potentiaalia, kuten apilat ja orvokit porkkanan mustamätää.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Esimerkkejä kasvitautien isäntäkasveista, tautia ylläpitävistä ja puhdistavista kasveista

Tauti	Apila	Viljat	Peruna	Kaalit	Porkkana	Sipuli	Purjo	Herne	Selleri
Möhöjuuri	C	C	C	A	C	C	C	C	C
Taimipolte	C	C	B	A	C	C	C	A	C
Harmaahome	B	C	B	B	B	C	C	A	C
Ristikukkaisten kuivamätä	C	C	C	A	C	C	C	C	C
Pahkahome	A	C	A	B	B	C	C	A	A
Porkkananmustamätä	B	C	C	C	A	C	C	C	A

A: isäntäkasvi B: ylläpitäjä C: puhdistava

Taulukko 3. Esimerkkejä kasvitautien isäntäkasveista, tautia ylläpitävistä ja puhdistavista kasveista. Lähde: Risto Tahvonen

Maan hyvä mikrobitoiminta auttaa kasvintuhoojien hallinnassa, kun kasvinjätteet muokataan ja pilkotaan esimerkiksi lautasäkeellä maahan sadonkorjuun jälkeen. Näin hankalat ja kovat kasvinosat, kuten kaalien varret, pilkkoontuvat nopeammin. Samalla niistä vapautuu ravinteita, jotka saadaan talteen joko kerääjäkasvin tai syysviljelykasvin käyttöön.

Maan ravinnevarastot ovat kaikessa viljelyssä yksi kannattavan tuotannon tärkeimmistä tekijöistä. Ravinnevarastoja täydennetään vuotuislannoituksella kasvin vaatimusten mukaan ja pellon viljavuustietojen perusteella. Kasvaakseen kasvit tarvitsevat ravinteita erilaisia määriä. Pääravinteita ovat typpi (N), fosfori (P) ja kalium (K). Sivuravinteita ovat kalsium (Ca) ja magnesium (Mg), joita kasvit tarvitsevat pääravinteita vähemmän, mutta hivenravinteita kuten esimerkiksi booria (B), kuparia (Cu), sinkkiä (Zn) tai mangaania (Mn) enemmän. (2

Vihannespeltoja muokataan melko voimakkaasti, jotta vihanneksille saadaan riittävän kuohkea ja ilmava kasvualusta. Muokkauksella saadaan myös vähennettyä kasvintuhoojia (kuten kaalikärpänen, porkkanakärpänen ja muut maassa talvehtivat tuholaiset) ja rikkakasveja. Hankalien rikkakasvien ja kasvintuhoojien torjumiseksi on joskus perusteltua pitää peltoa avokesannolla, mutta kesannointiaika on suunniteltava mahdollisimman lyhyeksi. Vihanneksille ja juureksille asetetaan myös melko tiukkoja laatuvaatimuksia muodon, pintavikojen ja koon suhteen, jonka takia kasvien on saatava kasvaa kuohkeassa maassa.

Kasviksia voidaan jakaa viljelytekniikan perusteella ryhmiin. Juurekset, mukaan lukien peruna ja sokerijuurikas, kylvetään, hoidetaan ja korjataan koneellisesti. Maan kuohkeus on laadun kannalta merkittävä tekijä. Taimista istutettavat vihannekset, kuten kaalit, kurpitsat, kurkut, salaatit, sokerimaissi ja vesimelonit, esikasvatetaan ja istutetaan koneellisesti tai käsin. Ne korjataan enimmäkseen käsin, koneellisesti korjattavaa sipulia lukuun ottamatta.

Tiettyjen kasvien, kuten salaattien ja niputettavien tuorevihannesten, kasvuaika on lyhyt, jolloin pellolle jää satokasvien tuotannosta vapaata aikaa ja tilaa kerääjäkasveille joko ennen istutusta tai sadonkorjuun jälkeen. (3 Vihannesten rivivälit ovat yleensä mulloksella, mutta rivivälikasveja ja katemateriaaleja on mahdollista käyttää, mikäli ne eivät haittaa esimerkiksi koneellista nostoa.

Monimuotoisuuden lisäämisellä on monia etuja myös avomaan puutarhatuotannossa. Kukkivat kaistat ja monilajiset pientareet tarjoavat suojaa ja ravintoa luontaisille vihollisille, parantavat pölyttäjien elinolosuhteita ja voivat karkottaa kasvintuhoojia. (4 Näin myös tarve kemialliseen kasvinsuojeluun pienenee. Tutkimustietoa ja käytännön kokemuksia kukkivien kasvien ja kumppani- ja houkutuskasvien käytöstä tarvitaan lisää. Lisäksi on tärkeää valita kasvit oikein, jotta ne eivät toimi kasvintuhoojien väli-isäntinä tai houkutuskasveina.

Mikäli halutaan lisätä eloperäistä ainesta peltoon esimerkiksi karjanlantana, puukuituina tai muina maanparannusaineina, ne lisätään välikasville. Orgaanisten lannoitevalmisteiden ja maanparannusaineiden käytössä on otettava huomioon niiden mikrobiologinen laatu ja raskasmetallipitoisuus, sekä mm. nitraattiasetuksen ja ympäristökorvauksen asettamat rajoitukset. Yhdyskuntalietteitä sisältävät kierrätysravinteet eivät sovellu vihannes- ja marjanviljelyyn ja niiden käytöstä maataloudessa säädetään lannoitevalmisteasetuksessa erikseen. (5

Vihannesviljelyn toimenpiteet

Vihannesviljelyssä raskain vaihe maan rakenteelle on sadonkorjuu. Silloin liikutellaan isoja massoja, monesti märissä olosuhteissa mullospinnalla. Pahiten tiivistyviä paikkoja ovat peltolohkojen päädyt ja peräkärryjen lastausalueet. Pääosa tuotteista kuljetetaan varastoon kuution laatikoissa.

Tiivistymisongelman ratkaisumalleja voisivat olla lohkojen päätyjen, lastausalueiden ja kulkuväylien pitäminen monivuotisella nurmella sekä kevyemmän kaluston käyttäminen laatikoiden siirrossa. Monesti käytäntö on, että laatikoita kuljetetaan etukuormaajalla kuorma-autosta rakennettuun peräkärryyn. Tällöin koko kuljetusketju käyttää kovia rengaspaineita, ja pistekuorma renkaiden alla on kova. Viljelymenetelmiä tulisi kehittää siten, että tiivistymisriski pienenee. Yksi vaihtoehto on jättää vyörenkailla varustettu perävaunu odottamaan peltotielle tai nurmialueelle, ja laatikoita kuljetettaisiin kevyen, levikepyörillä varustetun traktorin takanostolaitteessa nurmetettua kaistaa pitkin. Jokaisen tilan peltolohkojen kokoon ja tuotannon määrään tulisi sovittaa erilaisia tapoja vähentää tiivistymisriskiä.

Lue renkaista ja rengaspaineiden säädöstä tarkemmin Luvun 5 Kunnosta pelto kappaleesta Tiivistymisen ehkäisy.

Varhaisvihanneksilla kerralla korjattava ala on yleensä pieni, jolloin kerääjäkasvin kylvö koetaan suurena vaivana saatavaan hyötyyn nähden. Kerääjäkasvin voi kylvää muutaman korjuukerran jälkeen isommalle alalle. Kerääjäkasvien käytöstä varhaisvihanneksilla saadaan suuret hyödyt, koska pelto sisältää edelleen paljon ravinteita ja kasvukautta on runsaasti jäljellä. Vihanneksille sopivia kerääjäkasveja ovat esimerkiksi ohra, joka kuolee talvella, muokkausretikat tietyille kasveille, kevätrypsi, sekä syys- ja kevätruis. Kerääjäkasvit kannattaa sovittaa muiden viljelykierron kasvien ominaisuuksiin. Jos kierrossa on ristikukkaisia satokasveja, ei ole suositeltavaa käyttää ristikukkaisia kerääjäkasveja. Hunajakukka on toimiva, monimuotoisuutta lisäävä vaihtoehto

kerääjäkasviksi, samoin italianraiheinä. (6 Ympäristön kannalta tulisi pyrkiä kerääjäkasviseokseen, joka pitää maan vihreänä vielä seuraavana keväänä. Syväjuurisille vihanneksille suositellaan matalajuurisia kerääjäkasveja; matalajuurisille puolestaan syväjuurisia kerääjäkasveja. (7

Piensiemenkylvölaitteen voi yhdistää lautasmuokkaimeen tai jyrsimeen, jolloin kerääjäkasvi voidaan kylvää kasvijätteiden muokkauksen yhteydessä. Laite on sadonkorjuuaikaan aina lähtövalmiina, jolloin nostettu alue tulee muokatuksi ja kylvetyksi sitä mukaa kuin sadonkorjuu etenee.

Vihannesviljelyssä nurmivuosien merkitys viljelykierrossa korostuu, koska varsinaisen satokasvin korjuu kuluttaa maata voimakkaasti. Nurmivuosina tulisi pyrkiä vahvaan, syväjuuriseen kasvustoon, eikä maata silloin pitäisi rasittaa sadonkorjuulla ja lietteen levityksellä. Valkoapilaa kannattaa välinurmissa välttää, koska se jää helposti rikkakasviksi ja rönsyävän kasvutapansa takia se soveltuu huonosti rivivälikasviksi. Vihannesviljelyssä suositaan yleisesti melko lyhytaikaisia nurmia, koska nurmivuosina sepänkuoriaisten toukat voivat lisääntyä ja aiheuttaa merkittävää tuhoa esimerkiksi porkkanalle ja perunalle.

Sekaviljelyssä lohkolla kasvatetaan kahta tai useampaa kasvilajia yhtä aikaa. Tavoitteena on hyödyntää kasvutekijät, kuten valo, ravinteet ja vesi mahdollisimman tehokkaasti, jolloin pinta-alaa ei tarvittaisi niin paljon. Lisäksi sekaviljelyllä voidaan harhauttaa tuholaisia, jotka etsivät kohdettaan hajun perusteella. Sekaviljely voidaan toteuttaa kaistoina, vuoroririviviljelynä tai aluskasvien käytöllä. Tästä tarvitaan lisää tutkimustietoa ja käytännön kokeiluja, jotta löydetään sopivat yhdistelmät ja viljelytekniikat.

Luonnonvarakeskuksen SUREVEG- ja FERDISVEG-hankkeissa on tutkittu kaalin ja härkäpavun sekä kaalin ja sipulin sekaviljelyä. (8 Kaali vaikutti hyötyvän sekaviljelystä härkäpavun kanssa, mutta härkäpapu kasvoi heikommin, jolloin kokonaissatohyötyä ei saavutettu. Kaalin ja sipulin sekaviljelykokeessa lannoitustapa vaikutti kaalin satoon enemmän kuin sekaviljely. Sipuli kasvoi hyvin kaikissa oloissa. Sekaviljelyn tekninen toteutus on kuitenkin haastavaa. (8

Maan kasvukunnon parantaminen ja multavuuden lisääminen ovat pitkäjänteisiä projekteja, jotka kannattaa suunnitella huolella huomioiden tuotannon reunaehdot ja tilan toiminta.

Maaperän rakenne marjakasvien viljelyssä

Marjakasvien viljelyssä peltolohkojen ei tarvitse olla erityisen ravinteikkaita, mutta maan rakenteen, vesitalouden ja ilmavuuden suhteen marjat ovat suhteellisen vaativia kasveja. Parhaita lohkoja marjojen viljelyyn ovat viettävät multavat moreeni- ja hietamaat. Viljelmä voidaan perustaa myös tasamaalle, kunhan pohjamaan vedenläpäisykyky on hyvä. Lisäksi esimerkiksi penkin riittävällä korkeudella voidaan varmistaa ylimääräisen veden johtuminen pois juuristoalueelta ja siten myös pienentää esimerkiksi mansikalle haitallisten juuristotautien esiintymisriskiä.

Korkeassa ja kuohkeassa penkissä marjakasvien juuristosta kehittyy vahva ja laaja, mikä auttaa parantamaan muun muassa kasvin talvenkestävyyttä sekä sadontuottoa. Tiiviillä mailla kasvin

juuristo jää helposti pieneksi ja matalaksi ja altistaa sen talvehtimisvaurioille. Talvivaurioista kärsivä kasvusto on altis myös juuristotaudeille.

Kuva 30. Hyvärakenteisessa maassa korotetussa penkissä mansikan juuristosta kehittyy laaja ja voimakas, mikä parantaa talvehtimista sekä sadontuottokykyä. Kuva: Minna Pohjola.

Esi- ja väliviljelykasvit

Perinteisillä viljelyalueilla marjoja on viljelty samoilla peltolohkoilla intensiivisesti, ja ennen seuraavaa marjakasvustoa välivuosia on ollut vähän. Esimerkiksi juurilaho, ankeroiset ja korvakärsäkkäät lisääntyvät yksipuolisen marjanviljelyn seurauksena ja vaikuttavat viljelmien kasvukuntoon. Yksipuolisen viljelyn seurauksena myös maaperän pieneliöstö yksipuolistuu ja taudinaiheuttajat, kuten sienet ja ankeroiset, runsastuvat. Maan väsymiseksi kutsuttu ilmiö heikentää maan kasvukuntoa ja vaikuttaa marjaviljelmien sadontuottokykyyn.

Kun Euroopassa otetaan mansikalla samoista taimista avomaan viljelyssä yksi tai korkeintaan kaksi satoa, kertyy mansikalle Suomessa satovuosia perinteisesti jopa 5-6. Nykyään meilläkin suositellaan mansikalle enintään kolmea satovuotta ja vähintään 4-5 vuotta väliviljelykasveja. Koska maan kasvukunnon parantamiseen tähtääviä toimenpiteitä voidaan tehdä vain väliviljelykasvien aikana, on selvää, että yhden tai kahden vuoden väliviljely ei välttämättä riitä palauttamaan useamman vuoden marjanviljelyn vaikutusta maahan.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Maan kasvukunto korostuu etenkin monivuotisilla pensasmarjoilla, joiden satoikä kestää jopa 10–15 vuotta.

Katso video herukoiden tuotannosta luomuna.

Viljelykierto sekä maan peruskunnostaminen ennen viljelmän perustamista ovat siten keskeisessä asemassa marjakasvien sadontuottokyvyn ylläpitämisessä. Esimerkiksi vadelmalla maan tiivistyminen sekä veden seisomisesta johtuva hapen puute vaurioittavat helposti juuristoa ja vaikuttavat selvästi kasvuston kuntoon.

Monivuotiset marja- ja hedelmäkasvit istutetaan usein katteeseen, kuten muovi, kangas tai orgaaninen kate, joka auttaa rikkakasvien hallinnassa sekä maan kosteuden säilyttämisessä. Muovi on katemateriaalina ongelmallinen, sillä siitä irtoaa kappaleita ja mikromuoveja ympäristöön ja vesistöihin. Valitettavasti hyviä korvaavia materiaaleja ei aina ole käytettävissä. Muokkauksia tarvitaan ennen perustamista, mutta esimerkiksi omena- tai herukkatarhaa ei ole tarpeen muokata perustamisen jälkeen moneen vuoteen, ja kasvuston ikä voi olla kymmeniä vuosia.

Pensasmarjojen ja hedelmäpuiden rivivälit kylvetään yleensä monivuotiselle nurmelle, jota niitetään muutamia kertoja kesässä. Tämä parantaa maan kantavuutta ja vähentää tiivistymistä, mutta koneilla ajetaan rivien ohjaamana usein samoista urista. Riviväleissä on mahdollista toteuttaa hiiliviljelyä.

Kuva 31. Mansikan rivivälit kylvetään usein lyhytkasvuiselle nurmelle, mutta marjoja suojaavana katteena voidaan käyttää myös olkea. Olki kuitenkin hajoaa parissa vuodessa, eikä suojaa rivivälin maanpintaa liettymiseltä nurmen tavoin. Kuva: Minna Pohjola.

Marjoille hyvin sopivia esi- ja väliviljelykasveja ovat muun muassa sinappi, kaalikasvit, lyhytaikainen nurmi ja samettikukka sekä viljoista erityisesti kaura. Kaalikasvien erittämät fytotoksiset yhdisteet hidastavat rikkakasvien itämistä. Tiettyjä sinappi- ja retikkalajeja käytetään esimerkiksi mansikanviljelyn välivuosina ankeroisten ja tautien torjuntaan murskaamalla ja muokkaamalla kasvusto kukinnan aikaan maahan. Maassa hajoava kasviaines vapauttaa maalevintäisiä kasvitauteja torjuvia haihtuvia yhdisteitä, jotka tehoavat esimerkiksi tiettyihin *Phytophthora* ja *Verticillium* -lajeihin. Samettikukan juuristo puolestaan erittää esimerkiksi ankeroisia karkottavia aineita.

Kuva 32. Maalevintäiset sienitaudit, kuten tyvimätä tai punamätä, vioittavat mansikan juurakkoa ja etenkin punamätä viihtyy tiiviissä ja märässä maassa. Terveen kasvin juurakko on vaalea (vas.) mutta eri sienitaudit (esim. tyvimätä tai juurilahoa aiheuttavat sienet) vioittavat juurakkoa ja vaikuttavat sadontuottokykyyn sekä talvehtimiseen (oik.) Kuvat: Minna Pohjola.

Nurmikasvustot kannattaa pitää marjanviljelyssä lyhytikäisinä, sillä erityisesti vanhat nurmet voivat aiheuttaa marjakasvien juuria tuhoavien sepäntoukkien runsastumista. Nurmiseoksiin kannattaa valita sekä syvä- että matalajuurisia lajeja. Eloperäisen aineksen lisäys monipuolistaa maaperän mikrobistoa ja vie taudinaiheuttajilta elintilaa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Avokesannointia kannattaa käyttää vain poikkeustapauksissa esimerkiksi ankeroisten, korvakärsäkkäiden tai juurilahoa aiheuttavien sienten torjunnassa. Apila ja peruna eivät ole mansikalle tai muille marjakasveille soveltuvia esikasveja, sillä ne toimivat esimerkiksi juurilahoa aiheuttavien taudinaiheuttajasienten isäntäkasveina. Aikaisemmin rivivälikatteena käytetty valkoapila toimii myös harmaahomeen isäntäkasvina.

Kastelu

Kasvualustan riittävä kosteus on edellytys laadukkaan marjasadon tuottamiselle. Oikein ajoitetulla kastelulla voidaan vaikuttaa sekä sadon laatuun että etenkin sadon määrään. Säännöllinen kastelu asettaa kuitenkin paljon vaatimuksia maan rakenteelle, etenkin jos viljelmä perustetaan savipitoiselle maalle. Jos maan rakenne ei ole kunnossa tai sen mururakenne on heikko, kastelu saattaa liettää maata ja tukkia maan huokosia. Painanteisiin kertyvä vesi vaurioittaa kasvien juuristoa ja altistaa kasvit talvituhoille. Marjakasveille valittavan lohkon maaperän pitää siten kestää useamman vuoden kastelu.

Hikevät maalajit nostavat vettä kasvin juuristoon, jolloin esimerkiksi hietamailla voi pärjätä ilman kastelua pidempään kuin savisilla mailla. Marjakasvien kastelumahdollisuus kannattaa kuitenkin varmistaa pitkien kuivuusjaksojen yleistyessä. Jos halutaan tähdätä huippusatoihin, säännöllinen kastelu ja kasvualustan kosteuden säilyttäminen on marjakasvien viljelyssä ensiarvoisen tärkeää.

Esimerkiksi herukoita viljellään yleensä hikevillä hietamoreenimailla jopa ilman kastelua, mutta etenkin istutusta seuraavien kahden ensimmäisen vuoden aikana taimien kasvuun lähtö kannattaa varmistaa riittävällä kastelulla. Hyvin matalajuurisilla mansikalla ja pensasmustikalla kasvualustan tasaisesta kosteudesta pitää huolehtia loppusyksyyn asti. Näillä marjoilla sadontuotto on harvoin mahdollista ilman säännöllistä kastelua. Esimerkiksi mansikalla kasvukauden aikainen vedentarve on noin 40 l, herukoilla 200 l ja pensasmustikalla noin 400 l per kasvi. Vaikka huomioidaan maan kapillaarinen vedennousu, kevään sulamisvedet sekä kasvukauden aikaiset usein epäsäännöllisesti ajoittuvat sateet, kastelun tarve on silti merkittävä.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 33. Perustamisvaiheessa herukan riviväleissä voi olla runsas ja monipuolinen kasvusto herukan siitä kärsimättä. Tässä monivuotiseen apilanurmiseokseen on lisätty hunajakukkaa ja persianapilaa monimuotoisuuden tuojiksi. Kuva: Tero Tolvanen.

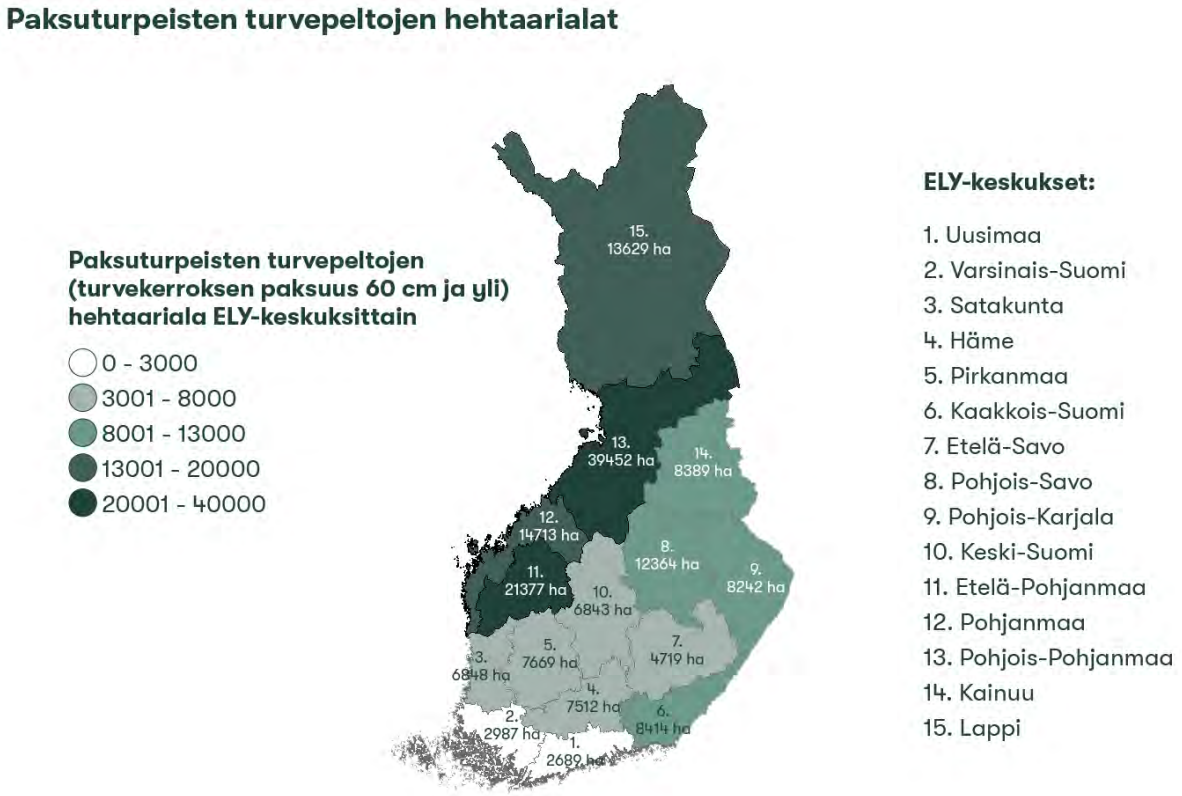
V. Uudistavaa viljelyä turvepelloilla

Perustietoa turvepelloista

Turvepelloksi määritellään pelto, jonka ruokamultakerroksen orgaanisen aineen pitoisuus on vähintään 40 prosenttia. Turvepelto-käsitteen alle mahtuu valtava määrä hyvin erilaisia viljelymaita ja yksi jaottelutapa on jako ohutturpeisiin (alle 60 cm) ja paksuturpeisiin maihin (yli 60 cm). Mitä paksumpi turvekerros on, sitä suuremmat määrät hiiltä maa on varastoinut. Turvekerroksen paksuutta ei voi päätellä pellon pintaa tarkastelemalla. Ainoa tapa selvittää asia on tutkia maata pintaa syvemmältä esimerkiksi kaivamalla tai kairaamalla.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 34. Samalla pellolla turvekerroksen paksuus voi vaihdella ollen välillä alle 60 cm ja välillä yli 60 cm. Kuvan mittakepissä valkoiset merkit ovat 10 cm välein. Kuvat: Markku Yli-Halla.



Kuva 35. Paksuturpeisia peltoja on hehtaarimäärältään eniten Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla, kun taas Varsinais-Suomessa ja Uudellamaalla niitä on hyvin vähän. Kartta muokattu lähteestä 1.

Turvepellot ovat kuivina kasvukausina osoittautuneet merkittäväksi tuotannon kantavaksi voimaksi ylivoimaisen vedenpidätyskykynsä ansiosta. Toisaalta tämä ominaisuus yhdistettynä pieneen vedenjohtokykyyn aiheuttaa usein haasteita turvepeltojen vesitaloudelle ja salaojitetuilla mailla pohjaveden pinnan säätelylle. Mikäli turvepellon pinta pääsee kuivumaan liikaa, se alkaa hylkiä vettä, jolloin sadevedet eivät pääse imeytymään maahan kunnolla. Mikäli taas turvepelto pääsee liian märäksi, sen kuivuminen tapahtuu hyvin hitaasti.

Turvepeltojen fysikaaliset ominaisuudet muuttuvat vähitellen viljelyvuosien aikana. Turvemaan käyttöä aloitettaessa painuminen on hyvin voimakasta. Viljelytoimet, kuten ojitus, kalkitus ja muokkaus kiihdyttävät maan mikrobitoimintaa, jolloin eloperäisen aineksen hajoamisnopeus kasvaa. Mitä hienommaksi turvemaa on hajonnut, sitä pienemmäksi maan huokoset käyvät. Pienemmät huokoset taas tarkoittavat vedenjohtokyvyn laskua ja vedenpidätyskyvyn nousua. Tämän takia on myös viljelijän etu hidastaa viljelytoimillaan turvepellon eloperäisen aineksen hajoamista.

Turvemaiden ympäristövaikutukset

Turvemaiden viljelystä syntyi vuonna 2018 laskennallisesti päästöjä noin 6,3 miljoonaa tonnia CO_2-ekv. Verrokkina Suomen kokonaiskasvihuonekaasupäästöt olivat samana vuonna yhteensä 56,4 miljoonaa tonnia CO_2-ekv. Jos kokonaispäästöstä vähennetään LULUCF-sektorin nettonielu, johon

lasketaan maankäyttö ja sen muutokset sekä metsätalous, lukema on 46,1 miljoonaa tonnia CO_2-ekv. Tästä voidaan laskea, että turvemaiden viljelykäytön osuus Suomen kasvihuonekaasupäästöistä on arviolta 13,6 prosenttia. (2

Turvepeltojen ilmastokuormitusta tilastoidaan vuosittain ja kansainvälisten kertoimien lisäksi laskennassa käytetään myös kansallisia kertoimia, mikäli niitä on saatavilla. Luonnonvarakeskuksen ylläpitämän Maannostietokannan mukaan vuonna 2011 turvemaiden osuus Suomen peltoalasta on ollut noin 10 prosenttia. (3 Suomesta löytyy kuitenkin hyvin erilaisia turvepeltoja, joten peltoalan ja päästöjen yhteismäärä ei vielä kerro paljonkaan peltojen välisistä eroista. Kasvihuonekaasupäästöjen määrä korreloituu turvekerroksen paksuuteen. Kestävämpien viljelytoimien käyttöönotto on erityisen tärkeää paksuturpeisilla mailla.

Yksi tehokkaimmista keinoista estää hiilen karkaaminen on välttää uusien turvepeltojen raivaamista.

Lisäksi voidaan harkita heikkotuottoisten turvepeltojen ennallistamista tai kosteikkoviljelyä.

Turvekerroksen paksuudella voi olla vaikutusta myös kasvihuonekaasupäästöihin. Täsmällisemmät arviot ja johtopäätökset vaativat kuitenkin tuekseen vielä lisää tutkimustuloksia ohutturpeisilta mailta. Välttämättömillä viljelytoimilla on vaikutusta turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöihin ja siksi ilmiötä myös tutkitaan. Lisäksi parhaillaan selvitetään viljelykasvin ja lannoituksen yhteisvaikutusta ilmastokuormitukseen.

Vesistökuormitus

Turvepeltojen aiheuttama vesistökuormitus riippuu suuresti turvekerroksen paksuudesta. Tähän mennessä tutkitun perusteella vaikuttaa siltä, että typpeä huuhtoutuu sitä enemmän, mitä paksumpi turvekerros on. Ohutturpeisilla mailla typen huuhtoutumismäärät voivat olla hyvin samansuuruiset kuin kivennäismailla. Liuenneen fosforin osuus on myös riippuvainen turvekerroksen paksuudesta, koska fosfori ei sitoudu kovin hyvin orgaaniseen ainekseen. Lisäksi fosforin huuhtoutumiseen vaikuttaa turvekerroksen alla oleva maalaji. Rautapitoinen kivennäismaa turvekerroksen alla pystyy sitomaan fosforia, jolloin vesistökuormitus on vähäisempi.

Turvepeltojen uudistavat viljelymenetelmät

Turvepellot kannattaa pitää mahdollisimman paljon kasvipeitteisinä, koska tällöin eloperäisen aineksen hajoamisen vapauttamat ravinteet saadaan tehokkaammin kasvien käyttöön sen sijaan että ne päätyisivät ilmaan tai vesistöön. Hyviä keinoja lisätä kasvipeitteisyyttä on ottaa viljelykiertoon mukaan monivuotisia nurmia sekä kerääjäkasveja.

Samalla kun kasvipeitteisyyttä lisätään, saadaan vähennettyä muokkaustarvetta. Muokkausten vähentäminen hidastaa eloperäisen aineksen hajoamista ja hillitsee näin hiilen vapautumista. Pohjaveden pintaa säätämällä voidaan vaikuttaa siihen, kuinka paljon turve hajoaa. Veden alla olevan turpeen eloperäinen aines ei hajoa, koska hajoaminen vaatii happea. Säätö onnistuu kuitenkin vain salaojitetuilla mailla. Samalla on muistettava, että pohjaveden pinnan nosto voi vähentää pellon kantavuutta, laskea maan lämpötilaa sekä heikentää juuriston kasvuolosuhteita.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Uudistavien viljelytoimien tarkoitus on ennen kaikkea muuttaa turvemaiden kokonaisvaikutuksia positiivisiksi vaikeuttamatta kuitenkaan viljeltävyyttä ja ruuantuotantoa. (4

Kuva 36. Tämän pellon ojitus on tapahtunut 20 vuotta ennen kuvan ottamista. Pellon vajuma johtuu enimmäkseen veden poistumisesta, mutta arviolta noin 20 cm turvettakin on hävinnyt. Kuva: Kristiina Regina.

Turvepelloille ehdotetut toimet ympäristövaikutusten vähentämiseksi

Suomen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi tulisi turvemaiden käyttöä lähitulevaisuudessa muuttaa. Etusijalla muutoksissa olisivat ruuantuotannon ulkopuolella olevat viljelyalat. Vajaatuottoisten turvemaiden viljelykäytön lopettaminen ja pohjaveden pinnan nosto eli vettäminen on esitetty yhdeksi vaihtoehdoksi. Käytännössä vettä tulisi tällöin olla luontaisesti saatavilla pellon lähellä.

Erityisen paljon pohjaveden pinnan nostolla olisi tutkimusten mukaan vaikutusta paksuturpeisten maiden päästöihin, koska niissä hiiltä on vielä paljon ja toisaalta korkeampi pohjavesi hidastaa turpeen hajoamista. Vettämisen jälkeen turvemaa voitaisiin tapauskohtaisesti myös ennallistaa. Ohutturpeisille vajaakäyttöisille turvemaille toimenpiteeksi on ehdotettu metsitystä.

Turvemaiden käyttö kosteikkoviljelyssä on myös tutkimuksen alla. Parhaimmillaan kosteikkoviljely voisi tarkoittaa myyntikelpoisen sadon mahdollisuutta, jos kosteikkoviljellylle tuotteelle (esimerkiksi marjat ja lääkekasvit) löytyy kysyntää ja tuotantoketjusta saadaan toimiva. Aihe sisältää vielä paljon kysymyksiä, joten lisätutkimusta ja kokeita tarvitaan.

Ruuantuotannon piirissä olevat turvemaat eivät ole ensimmäisenä muutoslistalla, mutta ympärivuotista kasvipeitteisyyttä on näilläkin tarpeen lisätä. Kasvipeitteisyyden vaikutuksia päästöihin tarkennetaan tällä hetkellä tutkimusten avulla, joten tietämys aiheesta kasvaa lähivuosina.

Kosteikkoviljely

Kosteikkoviljely (engl. paludiculture, lat. 'palus' = suo) tarkoittaa viljelyä märillä tai uudelleen vetetyillä turvemailla. Sen edellytyksenä on maan riittävä märkyys, joka säilyttää olemassa olevaa turvekerrosta, edistää turpeen kertymistä ja ylläpitää luonnontilaisille turvemaille tyypillisiä ekosysteemipalveluja.

Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen ohella kosteikkoviljelyllä voidaan vähentää turvemaiden ojitukseen liittyviä negatiivisia ympäristövaikutuksia ja edistää luonnon monimuotoisuutta. Kosteikkoviljelyyn soveltuvat kasvit menestyvät märissä oloissa ja tuottavat laadullisesti ja määrällisesti tarpeeksi hyödynnettävää biomassaa, vaarantamatta kuitenkaan turpeen säilymistä (6, 7, 8. Kosteikkoviljelyllä voidaan saavuttaa erityisen suuria hehtaarikohtaisia päästövähennyksiä (9.

Kosteikkoviljelykasveja voidaan hyödyntää muun muassa energiakasveina, teollisuuden raaka-aineena, eläinten rehuna, ihmisravintona ja lääkekasveina. Esimerkiksi järviruoko muodostaa laajalle levittäytyviä ruovikoita, jotka soveltuvat hyvin bioenergiaksi jalostettavan biomassan tuotantoon.

Kosteikkoviljelykasvien biomassaa voidaan hyödyntää myös rakennusmateriaalina. Erityisesti osmankäämi on tähän tarkoitukseen sopiva kasvi hyvien eristysominaisuuksiensa vuoksi. Pienimuotoisempaan kosteikkoviljelyyn lupaavia vaihtoehtoja löytyy lääkekasveista. (7 Myös erilaisten suomarjojen viljely tarjoaa tällaisia mahdollisuuksia.

Suomessa on noin 30 000 hehtaaria sellaista turvepeltoa, joka ei tuota ruokaa tai rehua. Laajaperäisesti viljeltyjä ja heikkotuottoisia turvepeltoja olisikin järkevää hyödyntää päästövähennystarkoitukseen, kuten vettämällä ne kosteikkoviljelyyn (9. Kosteikkoviljely sopii erityisesti paksuturpeisille pelloille, joilla voidaan saavuttaa tehokkaimmat ja pitkäkestoisimmat päästövähennykset.

Kosteikkoviljelyn edellytyksenä on myös riittävä veden saatavuus sekä se, ettei viereisille pelloille aiheudu haittaa viljelytavan muutoksesta (1. Kosteikkoviljelyn aloittaminen ei saisi myöskään johtaa uusien turvepeltojen raivaamiseen (9, 10. Tämä on syytä huomioida myös vuokramaiden kohdalla; peltoja vuokrannut tila ei saisi joutua hankkimaan lisäpeltoja raivaamalla, mikäli maanomistaja aloittaa kosteikkoviljelyn pellollaan.

Kosteikkoviljelyn päätuotteena voidaan pitää päästövähennystä, mutta arvoa voi saada tuotetulle sadollekin. Luonnonvarakeskuksen tutkijoiden laskujen mukaan esimerkiksi karpalon viljelyssä on kolmannesta vuodesta lähtien mahdollista saada suurempi katetuotto kuin rehukauralla, mikäli karpalon sato on 1000 kilogrammaa hehtaarilta. Tämä on karpalolle varsin matala ja saavutettavissa oleva satotaso. Joillekin tiloille karpalon kosteikkoviljely voikin muodostua taloudellisesti houkuttelevaksi vaihtoehdoksi (10.

Turvepeltojen hoitamisen päästöjä vähentävinä kosteikkoina ei tulisi vähentää viljelijän tuloja. Koska kosteikkoviljelykasveille ei ole vielä toimivia markkinoita, täytyisi kosteikkoviljelyn käyttöönottoa edistää tukien tai uudenlaisten hiilikompensaatiojärjestelmien avulla (9. Kosteikkoviljelykasveissa olisi niiden erilaisten käyttötarkoitusten myötä paljon mahdollisuuksia niiden nykyistä laajempaan hyödyntämiseen. Esimerkiksi lääkekasvina käytetty mesiangervo löytyy jo nyt noin kolmenkymmenen kotimaisen yrityksen tuotevalikoimasta. Pyöreälehtikihokkia ja suopursua taas on jo vuosikymmeniä viety Keski-Eurooppaan, jossa näille Suomessa hyvin kasvaville kosteikkokasveille on kysyntää (11.

Kosteikkoviljely on uusi viljelytapa Suomessa, mutta sillä on vahvat tulevaisuuden näkymät. Se on terminä kirjattu jopa tämänhetkiseen hallitusohjelmaan (12. Parhaillaan on käynnissä myös tutkimusta Suomen olosuhteisiin sopivista kosteikkoviljelykasveista (13. Kun tieto lisääntyy, voivat kosteikkoviljelykasvien markkinatkin olla tulevaisuudessa paljon nykyisiä vahvemmat.

Kosteikkoviljelyyn sopivia kasveja ovat esimerkiksi

- Järviruoko
- Osmankäämi
- Ruokohelpi
- Pajut
- Sarat
- Kihokki
- Suomyrtti
- Mesiangervo
- Raate
- Suopursu
- Erilaiset marjat

Lue lisää kasveista BSAG:n Kosteikkoviljelyn kasvioppaasta.

VI. Tehtävät

Nyt olet tutustunut kahteen valinnaiseen aihealueeseen. Pohdi miten voit hyödyntää oppimaasi kurssille valitsemillasi peltolohkoilla ja suunnittele, millaisia toimenpiteitä toteutat lohkoilla. Mikäli koet, etteivät valitsemasi aiheet sovi kyseisille lohkoille, voit pohtia asiaa joidenkin muiden lohkojen osalta tai koko tilan osalta yleisesti.

Esimerkkejä pohdinnan tueksi: Miten voisit lisätä monimuotoisuutta, millaisia siemenseoksia valitsisit monilajisille nurmille, millaisia agrometsätalouden toimenpiteitä voisit ottaa käyttöön, miten lisäät kasvipeitteisyyttä turvepelloillasi tai miten monipuolistaisit viljelykiertoja vihannes- tai marjanviljelytilalla?

Vastaa kummankin valitsemasi kappaleen osalta omaan vastauslaatikkoonsa. Kirjoita haluamassasi laajuudessa, mutta käytä vähintään 500 merkkiä per vastaus.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tehtävä 9.1

Vastaa ensimmäisen valitsemasi kappaleen perusteella

Tehtävä 9.2

Vastaa toisen valitsemasi kappaleen perusteella

Lukua 9 ovat olleet kirjoittamassa:

Iiris Mattila, Kilpiän tila
Eija Hagelberg, Veera Naukkarinen ja Sanna Söderlund BSAG
Jarkko Storberg, ProAgria Länsi-Suomi
Marika Sohlo, ProAgria Oulu
Tero Tolvanen, ProAgria Pohjois-Karjala
Minna Pohjola, ProAgria Länsi-Suomi
Marja Kallela, ProAgria Etelä-Suomi
Mirja Tiihonen, ProAgria Etelä-Savo

Luvun 9 asiantuntijatarkastus:

Johtaja Sari Iivonen, Luomuinstituutti
Erikoistutkija Mikko Kuussaari, Suomen ympäristökeskus
Tutkijat Arja Mustonen ja Sanna Kykkänen, Luonnonvarakeskus
Tutkija Timo Lötjönen, Luonnonvarakeskus
Vanhempi tutkija Terhi Suojala-Ahlfors, Luonnonvarakeskus

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Luku 10 Huomioi talous

Viljelijä joutuu usein pohtimaan, miten kehittää maatilaa; kannattaako laajentaa, erikoistua vai jatkaa nykyisellään. Uudistavan viljelyn vaikutukset näkyvät jo lyhyellä, mutta etenkin pitkällä aikavälillä koko maatilayrityksen kilpailukyvyssä.

I. Maatilan strateginen johtaminen

Uudistavan viljelyn toteuttaminen tarkoittaa aina kehittämistä, joissakin tapauksissa myös laajentamista sekä erikoistumista. Uudistavan viljelyn toteuttamisessa on muistettava tärkeimmän pääoman eli viljelymaan lisäksi, että maatalousyrittäjällä on kannettavanaan myös yrityksen toimintaan kohdistuvien muiden pääomien kustannukset sekä tuottovaatimukset. Jokaisella maatalousyrityksellä kokonaisuus muodostuu eri osa-alueista sekä eri resursseista.

Maan kasvukunto on kannattavan maatalouden perusta myös Verkatakkilan tilalla Vihdissä. Katso video ja kuuntele, miten maanviljelijä Sirkku Puumala pohtii maan kasvukunnon ja kannattavuuden suhdetta.

Video: Maan kasvukunnosta ja tilan kannattavuudesta huolehtiminen kulkevat käsi kädessä (00:39)

Maan kasvukunnon parantamiseen tähtäävät toimenpiteet sekä investoinnit ovat uudistavan viljelyn tärkeimpiä suunniteltavia sekä laskettavia asioita. Pellon hyvä peruskunto on lähtökohta tavoiteltavalle sadon määrälle ja laadulle. Pellon hyvää peruskuntoa voidaan myös ajatella eräänlaisena vakuutuksena kasvukauden ääri-ilmiöiden varalta. Kannattavuuden perusedellytys on, että tuotot ovat tuotantokustannuksia suuremmat. Tämä varmistaa myös järkevän takaisinmaksuajan investointien sekä eri toimenpiteiden toteuttamiselle. Uudistava viljely ei aina vaadi suuria investointeja, vaan jo pienillä ratkaisuilla päästään hyvään alkuun.

Sen sijaan, että kehitettäisiin yhden pääoman tehokkaampaa käyttöä, on aina huomioitava kokonaisuus.

Maatalouden toimintaympäristö rakennekehityksineen sekä ilmastonmuutoksen vaikutukset maailmanlaajuisesti ja paikallisesti edellyttävät maatalousyrittäjiltä muutokset huomioon ottavaa strategiaa ja johtamisosaamista. Muutokset yrityksen ympärillä vaativat nopeaa sopeutumiskykyä sekä taitoa hakea uusia ratkaisuja ja toimintatapoja. Niillä turvataan tuottavuus ja kannattavuus pitkällä aikavälillä. Pääomavaltainen maatalous asettaa omat vaateensa investoinneille ja kehityssuuntien valinnoille teknologian kehittyessä, joka taas mahdollistaa uudet ja tehokkaat toimintatavat. Kilpailukykyisessä maatalousyrityksessä yhdistyvät tuotanto, talous ja johtaminen. Tällaisessa yrityksessä myös resurssit hyödynnetään parhaalla mahdollisella tavalla ja kustannustehokkaasti.

Tulevaisuuden kehitystä on jatkossa arvioitava useasta näkökulmasta päätöksenteon tueksi. Maatalousyritykselle määritetään visio, strategia ja tavoitteet, sekä kuvataan, millainen yrityksen halutaan tulevaisuudessa olevan. Lisäksi arvioidaan yritystoimintaan liittyvät mahdollisuudet ja uhat, sekä riskien toteutumisen todennäköisyys.

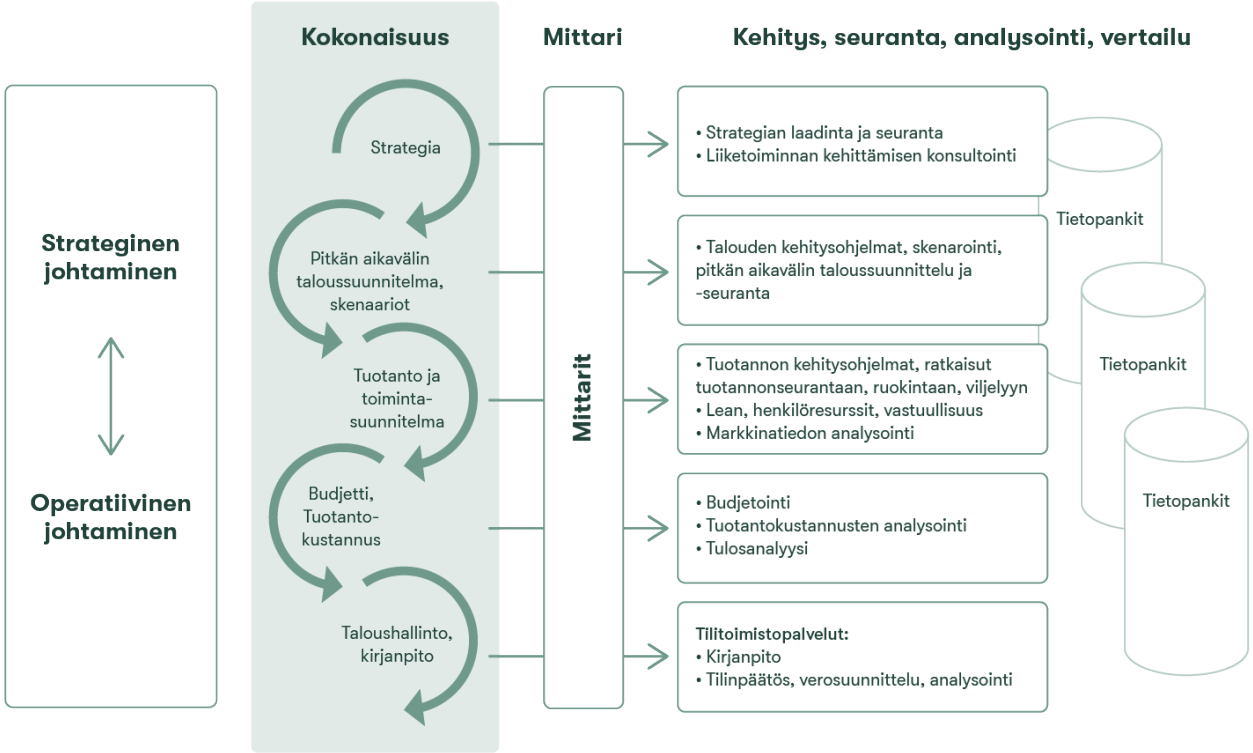
Yrittäjyys perustuu usein yrittäjän henkilökohtaisiin tavoitteisiin. Se voi olla esimerkiksi intohimoa saada aikaan merkityksellisiä asioita, tavoite saavuttaa taloudellista hyötyä ja voittoa, tai velvollisuudentunne jatkaa suvun yritystä. Monella nämä kaikki tai jotkut tavoitteet yhdistyvät.

Kuva 1. Menestyvän maatilayrityksen johtaminen vaatii jatkuvaa oppimista, parantamista ja kiinnostusta omaa toimialaa ja peltojen kasvukuntoa kohtaan. Maatilayrityksen johtaminen ja samaan aikaan työntekijän roolissa toimiminen vaatii myös joustavuutta, sitkeyttä ja erityisesti jaksamista. Yhdessä oppiminen tuo uutta voimaa ja ideoita yrityksen kehittämiseen. Kuva: Eliisa Malin.

Vaikka yrittäjän lähtökohdat ja motiivit vaihtelevat, kannattaa omalle yritykselle määrittää suunta, joka on yhteensopiva omien kiinnostuksen kohteiden ja toiveiden kanssa. Suunta on visio, joka ohjaa yrittäjää uuteen ja sytyttää yrittämisen palon.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Strategiasta tahtotila ja askelmerkit yrityskokonaisuuden johtamiseen



Kuva 2. Maatilakokonaisuuden hahmottaminen vaatii työkaluja ja napakkaa johtamista. On tärkeää hahmottaa, miten erilaiset työkalut, tunnusluvut ja mittarit suhteutuvat toisiinsa. Kuva: Ari Nopanen, ProAgria 2020.

Maatilayrityksen pitkän aikavälin tavoitteet ja eteneminen niitä kohti kirjataan yleensä strategiaan. Strategialle annetaan taloudellinen arvo pitkän aikavälin taloussuunnitelman sekä simulaatiolaskelmien kautta. Kokonaisuus johdetaan vuosi-, kuukausi-, viikko- ja päivätason tuotanto- sekä toimintasuunnitelmiksi ja ohjeistetaan henkilöstö toteuttamaan sitä. Strategian ja toimintasuunnitelman seuranta lähtee liikkeelle laadukkaasta kirjanpidosta ja taloushallinnosta. Tuotantoprosesseista saatava tieto kytketään kokonaisuuteen mukaan ja yhdistetään tuotannon- ja talouden seurantatiedoksi kate- ja tuotantokustannuslaskelmien kautta. Maksuvalmiuden tilannetta seurataan mahdollisimman reaaliaikaisesti budjetin avulla, johon kirjanpidon toteumatieto päivittyy säännöllisesti.

Yrityskokonaisuuden kilpailukykyä on mitattava kaikilla tasoilla. Mittarit valitaan yrityskohtaisesti siten, että ne parhaiten kuvaavat yrityksen toiminnan onnistumista ja niillä on yrittäjän helppo johtaa yritystään. Tietopankit antavat mahdollisuuden vertailutietoon sekä benchmarkkaukseen.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tehtävä 10.1

Tee oheinen kysely yrityskokonaisuuden johtamisen tasostasi. Miten hyvin väittämä kuvaa itseäsi ja/tai maatilayritystäsi? Mobiilikäyttäjät: interaktiivinen lomake ei tue mobiilikäyttöä, joten pisteet on kirjattava käsin ja laskettava itse.

Kysely yrityskokonaisuuden johtamisen tasosta

	Miten hyvin väittämä kuvaa itseäsi / ja tai yritystäsi?	ei lainkaan 1	vähän 2	joskus tiettyä 3	melko hyvin 4	täysin 5
1	Yritykseni toiminnalla on selkeät päämäärät ja niiden toteuttamiseen on pitkän aikavälin suunnitelmat					
2	Olen laatinut kirjallisen strategian					
3	Seuraan taloutta säännöllisesti eri tunnuslukujen avulla					
4	Laadin budjetin vuosittain ja seuraan sitä säännöllisesti, vähintään 3 kk väleln					
5	Tiedän omat tuotantokustannukseni eri viljelykasvien osalta					
6	Olen laatinut pitkän aikavälin taloussuunnitelman ja seuraan sen toteutumista					
7	Osaan analysoida yrityksen toimintaa tunnuslukujen perusteella sekä tehdä niistä johtopäätöksiä					
8	Osaan luoda edellytykset työntekijöiden toiminnalle sekä johtaa heidän työtään					
9	Osaan antaa ja vastaanottaa palautetta rakentavasti					
10	Tuotantomme onnistumisen seurantaan olemme asettaneet mittarit, joiden avulla on helppo löytää kehittämiskohteet					
11	Rakennukset, koneet, laitteet, pinta-ala ja työvoima ovat oikeassa suhteessa yritykseni tavoitteisiin sekä toimintaan					
12	Tiedän yritykseni pääoman tuottoprosentin					
13	Velat/liikevaihto suhteella mitattuna velkaisuus on hallinnassa (100 % tai alle)					
14	Yritykseni on mielestäni kilpailukykyinen					
15	Olen onnistunut investointien toteuttamisessa					
16	Peltoviljely tuottaa keskimäärin hyviä satoja					
17	Olen innovatiivinen uudistaja sekä kokeilija					
18	Käytän useln asiantuntijapalveluita					
19	Saan kirjanpitäjältä riittävästi reaaliaikaista informaatiota yrityksemme taloustilanteesta					
20	Osaan huolehtia omasta ajankäytöstä ja jaksamisesta					
	Pisteet yhteensä					

Jos sait vastauksien yhteissummaksi yli 60 pistettä, on yrityskokonaisuuden sekä itsesi johtaminen keskimääräistä paremmalla tasolla.

Jos vastauksien summa jäi alle 60, ei hätää. Sinulla on mahdollisuus kehittää toimintaa useilla eri osa-alueilla. Liikkeelle kannattaa lähteä siitä, missä vaikutusmahdollisuudet sekä vaikuttavuus ovat suurimmat. Todennäköisesti näistä aiheutuu myös suurin taloudellinen vaikuttavuus. Kehittämisessä kannattaa pyytää apua asiantuntijoilta.

Kyselyn lähde: Ari Nopanen, ProAgria 2021

Kysely yrityskokonaisuuden johtamisen tasosta

Jos sait vastauksien yhteissummaksi yli 60 pistettä, on yrityskokonaisuuden sekä itsesi johtaminen keskimääräistä paremmalla tasolla

Jos vastauksien summa jäi alle 60, ei hätää. Sinulla on mahdollisuus kehittää toimintaa useilla eri osa-alueilla. Liikkeelle kannattaa lähteä siitä, missä vaikutusmahdollisuudet sekä vaikuttavuus ovat suurimmat. Todennäköisesti näistä aiheutuu myös suurin taloudellinen vaikuttavuus. Kehittämisessä kannattaa pyytää apua asiantuntijoilta.

Kirjoita alla olevaan laatikkoon lyhyesti, millaiset pisteet sait. Vastasiko tulos omia odotuksiasi? Mihin seikkoihin sinun olisi hyvä kiinnittää erityistä huomiota jatkossa?

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Strategia auttaa päätöksenteossa

Strategia auttaa tekemään oikeita päätöksiä nopeasti. Kirjalliseen strategiaan on myöhemmin helppo palata ja se tuo paljon lisäarvoa esimerkiksi rahoitusneuvotteluihin pankin kanssa. Strategian laadinnassa analysoidaan yrityksen nykytilanne sekä toimintaympäristö mahdollisimman tarkasti. Tämän jälkeen määritetään tavoitteet 5–10 vuoden aikavälille ja voitettavat pelit, jotka ovat tavoitteiden toteutumisen esteinä tai hidasteina. Pelejä ei voiteta ilman yrittäjän tai yrityksen olemassa olevia tai hankittavia menestystekijöitä. Strategian laadinta tuo mukanaan yleensä 1–3 vaihtoehtoista toteutusmallia, joilla tulevaisuuden tavoitteet on mahdollisuus saavuttaa. Eri vaihtoehtojen toteuttamisen riskit ja kelpoisuudet arvioidaan laskelmien ja skenaarioanalyysien avulla. Parhaan vaihtoehdon valinnan jälkeen laaditaan liiketoimintasuunnitelma, joka sisältää riskianalyysin ja tarkemmat laskelmat.

Uudistava viljely lähtee strategiasta

Uudistavan viljelyn toteuttaminen on maatilayrityksen strateginen valinta, jonka taustalla on hyvä olla tarkkaan harkittu strategia. Näin vältytään virheellisiltä investoinneilta ja mahdolliselle riskinotolle saadaan riittävä taloudellinen korvaus.

Kuva 3. Uudistavan viljelyn toteuttaminen voi edellyttää laajoja investointeja, mutta sitä voidaan toteuttaa myös nykyisillä resursseilla tai tehostamalla resurssien käyttöä. Hyvän suunnitelman hedelmät poimitaan vähitellen kannattavan tuotannon kautta. Kuva: Emma-Maria Anttila.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Strategiaprosessin polku

1. Määritetään maatilayrityksen ja maatalousyrittäjän arvot. Mitkä ovat reunaehdot yrityksen tulevaisuuden ratkaisuille? Mistä emme ole valmiit neuvottelemaan?
2. Tunnistetaan tahtotila. Mitä haluan niin paljon, että se menee muiden yli? Tahtomieni asioiden saavuttamiseksi olen valmis tinkimään muista haluamistani asioista. Syntyy strateginen tahtotila.
3. Määritetään missio. Miksi yritys on olemassa? Mikä suurempi tehtävä sillä on?
4. Analysoidaan toimintaympäristö ja sen mikro- ja makromuuttujat. Luodaan kuva siitä, millaisen toimintaympäristön kanssa se rakennetaan yhteensopivaksi. Tulevaisuuden hahmotelmien avulla kuvataan vaihtoehtoisia näkymiä konkreettisesti.
5. Analysoidaan yrityksen nykytila. Missä olemme nyt? Miten etenemme eteenpäin ja millä resursseilla? Millainen on tuotannon kannattavuus, taloudellinen asema, osaaminen ja jaksaminen, työvoima ja johtamiskäytännöt? Tehdään syväluotaus yrityksen nykytilaan ja toimintatapoihin.
6. Luodaan visio. Mihin olemme matkalla? Millainen yrityksemme on 5–7 vuoden kuluttua?
7. Mietitään strategiset teemat. Ne ohjaavat yrittäjän työtä niiden asioiden tekemiseen, joihin jatkossa suunnataan omat ja työntekijöiden ponnistelut.
8. Laaditaan tiekartta ja valitaan seurattavat mittarit. Tiekartta kertoo, millaisten vaiheiden kautta maatilayritys saavuttaa visionsa ja strategiset tavoitteensa. Se vaiheistaa ja aikatauluttaa suuren linjan tekemiset ja ohjaa yrittäjää.
9. Toteutetaan toimeenpanosuunnitelmaa asiantuntijoiden tuella, ja varmistetaan strategian muuttuminen toiminnaksi ja toteutuneiksi tavoitteiksi.
10. Seurataan strategian toteutumista prosessissa laaditulla mittaristolla.

Onnistunut strategia muuttuu koko ajan toimintaympäristön muuttuessa. Strategian, tulosten ja toimintaympäristön seurannan on oltava jatkuvaa.

Strategia on johdettava käytännön tekemiseksi, muutettava investointiohjelmaksi ja asetettava karkeat tulostavoitteet tuleville vuosille. Näiden lisäksi etenkin laajentaminen vaatii usein henkilöstöjohtamisen kehittämistä sekä rahoituksen ja talouden osaamista riskien arviointia unohtamatta. Strategiset valinnat edellyttävät maatilayrittäjältä vankkaa muutoksen johtamisen osaamista.

II. Talouden johtaminen

Yritystoiminnan perusedellytyksenä on huolehtia kannattavuuden, maksuvalmiuden ja vakavaraisuuden toteutumisesta jatkuvasti. Maatilayrityksen taloudellinen menestyminen on

kannattavuuden varassa, mutta maksuvalmiuden ja vakavaraisuuden on oltava osaltaan tasapainossa, jotta yrityksen toiminta voi jatkua.

Maatalousyrittäjä joutuu itse vastaamaan useista rooleista yrityksessään. Yksi keskeisimmistä on talousjohtajan rooli, jossa vastuualueena on talouden johtamisen ja koko yrityksen kokonaisuuden hallinta.

Maatalousyrittäjällä pitää olla käytettävissä kaikki yritykseen kertyvä tieto, josta hänelle avautuvat tutkittaviksi talouden realiteetit, tuotannon tasot sekä tehokkuus, toimintaympäristön mahdollisuudet, uhat ja yritykseen vaikuttavat riskit. Yrittäjä ei pysty tukeutumaan päätöksenteossaan kerättyyn tietoon, jos tietoa ei ole, tai se on hajanaista. Yrityksessä dataa kerätään monesta eri lähteestä ja kilpailukyky määrittyy sen mukaan, miten datavirroista kyetään saamaan olennainen tieto irti. Kun tähän yhdistetään toimintaympäristön jatkuva muutos, tarvitaan yhä parempia keinoja sekä osaamista ennakoida tulevaa ja kykyä ohjata liiketoimintaa strategian edellyttämään suuntaan.

Mitä on kilpailukyky?

Kilpailukyky on taitoa tuottaa satoa pienemmillä kustannuksilla suhteessa muihin tuottajiin tai saavuttaa suurempi kokonaistuotto samoilla kustannuksilla. Se voi olla myös kyky reagoida muita paremmin markkinoiden muutoksiin. Uudistavan viljelyn näkökulmasta hyvä kilpailukyky pitää sisällään resilienssin eli kyvyn kestää muutoksia ja sopeutua niihin.

On ymmärrettävää, että kaikille maatalousyrittäjille numerot ja talousasiat ylipäätään eivät ole se mielekkäin osuus yritystoiminnassa. Tällöin taloushallinto kannattaa ulkoistaa ja pohtia muutoinkin ketterää talouden seurantaa sekä suunnittelua. Parhaiten se toteutuu yhdessä viljelijää tukevan asiantuntijatiimin kanssa, jonka muodostavat esimerkiksi kirjanpitäjä, talouden sekä tuotannon asiantuntija ja strategian johtamisen asiantuntija. Talous ja tuotanto sekä yrityksen kehittäminen eivät voi olla irrallaan toisistaan, niitä pitää ajatella kokonaisuutena ja hyödyntää siinä jokaiseen osa-alueeseen keskittynyttä asiantuntemusta. Yhdessä tiimin kanssa sparraten talouden ja yrityksen johtamisen osaaminen kehittyy ja innostuminen lisääntyy. Talouden johtamisesta on tehtävä mielekästä.

Usein pienet päätökset tilan jokapäiväisissä töissä voivat vaikuttaa huomattavasti taloudelliseen lopputulokseen. Katso video Tuomas Näppilän tilalta ja pellon muokkaustavan muutoksen vaikutuksesta viljelykustannuksiin.

Video: Nurmen päättäminen kevytmuokkauksella (02:33)

Yksi talouden johtamisen tavoitteista on elää yrityksen tulevaisuutta. Tällöin on pyrittävä näkemään, miltä yritykseni talous eri mittarein arvioituna näyttää huomenna, ensi viikolla, ensi kuussa, seuraavalla tilikaudella tai 5–10 vuoden päästä. Tulevaisuutta pitää lisäksi hahmottaa eri skenaarioiden kautta, koska epävarmuuden vallitessa ei voi tietää, mikä skenaarioista toteutuu tai

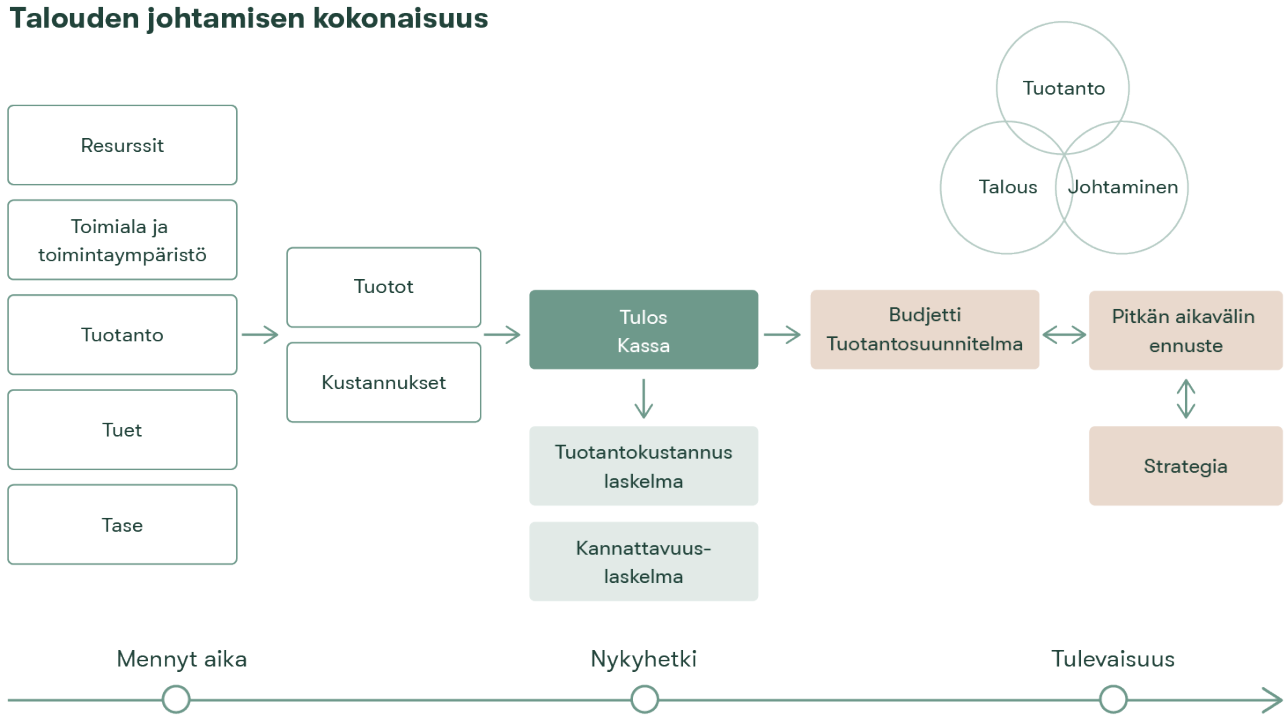
on edes todennäköisin. Liiketoiminnan strategia elää rinnakkain talouden analyysin kanssa, ja historiasta kertyvä yrityksen toteutunut tieto toimii kompassina ja antaa lähtöarvot simuloinneille.

On esimerkkejä yrityksistä, jotka tekevät jatkuvasti skenaariolaskentaa. Sen avulla yrittäjä pystyy tietyn olosuhteen toteutuessa tekemään oikeat liikkeet ja saamaan tästä taloudellista hyötyä. Skenaarioiden laatimiseen käytetty aika ja raha tulevat moninkertaisesti takaisin.

Maatalousyrittäjän työ on vaikeaa ilman mittareita. On tiedettävä, mitä tavoitellaan, millä keinoilla tavoitteeseen on mahdollisuus päästä sekä miten matkan toteutumista ja onnistumista on mahdollista seurata.

Pitkän aikavälin tavoite pohjautuu useimmiten strategiaan, josta johdetaan seurattavat mittarit. Kokonaisuutta seurataan mahdollisimman reaaliaikaisella kirjanpidolla ja budjetti tukee rinnalla tulevien aikajaksojen maksuvalmiuden ennustamisessa.

Talousjohtajan rooli on siis muutakin kuin pelkkää lukujen tarkastelua. Siinä korostuu yrityksen näkeminen kokonaisuutena, jossa talous- ja reaaliprosessit ovat kytkeytyneenä toisiinsa. Asioita tarkastellaan myös eri aikaväleillä. Toisaalta seuraamme menneen toiminnan tuloksellisuutta, tarkastelemme talouden nykytilaa ja skenarioimme tulevaisuutta. Kun ryhtyy katsomaan omaa maatilayritystään tämän tyyppisesti kokonaisvaltaisesta näkökulmasta, lisää merkittävästi todennäköisyyttä, että yritykselle asetetut tavoitteet toteutuvat. Lisäksi työ mielenkiintoisuudessaan on palkitsevaa ja opettaa paljon.



Kuva 4. Taloutta johdetaan kolmessa aikaulottuvuudessa: menneessä ajassa, nykyhetkessä ja tulevaisuudessa. Kuva: Ari Nopanen, ProAgria 2020.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Nykyhetkessä keskeistä on kassanhallinta sekä tuloksen kertyminen. Jokaisella yrityksellä kertyy kassaan rahaa erilaisten tuottojen kautta. Kassan suuruus riippuu valitusta tuotantosuunnasta, tehokkuudesta, resursseista, toimintaympäristön tilanteesta, tukikertymästä sekä taseesta. Näiden lisäksi kassan suuruuteen vaikuttaa myös se, miten tuotot ja kustannukset ajoittuvat. Ajoittuminen on oleellista kassanhallinnan kannalta. Jos tuotot ja kustannukset ajoittuvat eri aikaan, voi syntyä maksuvalmiuskriisi, vaikka toiminta olisi sinällään taloudellisesti kestävää.

Taseen osalta on merkityksellistä, kuinka paljon se sisältää omaa sekä vierasta pääomaa ja ovatko aiemmat tilikaudet tuottaneet voittoa vai tappiota. Tärkeää on tarkastella oman ja vieraan pääoman suhdetta esimerkiksi omavaraisuusasteen avulla.

Yrityksen toimintaan vaikuttavien kustannusten tunteminen on ratkaisevan tärkeää, koska ne muodostavat perustan taloudellisten päätösten tekemiselle. Tieto siitä, mikä osa toiminnasta on kannattavaa, mikä heikosti kannattavaa ja mikä tappiollista, auttaa yrityksen kehittämisessä sekä toiminnan suunnittelussa.

Kaikki vaiheet liittyvät kiinteästi toisiinsa

Tilikauden aikana ja sen päättyessä on mahdollisuus tarkastella taloutta esimerkiksi kannattavuuslaskelmilla sekä tuotantokustannuslaskelmilla. Tulevaa tilikautta suunnitellaan budjetoinnin avulla yhdistettynä toiminta- tai tuotantosuunnitelmaan. Pidemmän aikavälin suunnittelu yhdistetään strategiaan sekä eri skenaarioihin. Kyseessä on yrityskokonaisuus, jossa tuotanto, talous ja johtaminen kulkevat käsi kädessä.

Kannattavuus, maksuvalmius ja vakavaraisuus

Pitkällä aikavälillä taloudellisen menestymisen perusedellytys on tuotantotoiminnan kannattavuus, joka tuo tarvittavaa tulorahoitusta yrityksen toimintaan. Yrityksen kannattavuus vaikuttaa tulorahoitukseen, joka on maksuvalmiuden keskeinen tekijä.

Kannattavuus = yrityksen kyky tuottaa tuottoja enemmän kuin kuluja eli kaikilla aikaansaaduilla tuotoilla on kyettävä kattamaan kaikki tuotantokustannukset

Maksuvalmius = yrityksen tulojen riittävyys menojen hoitamiseen lyhyellä aikavälillä

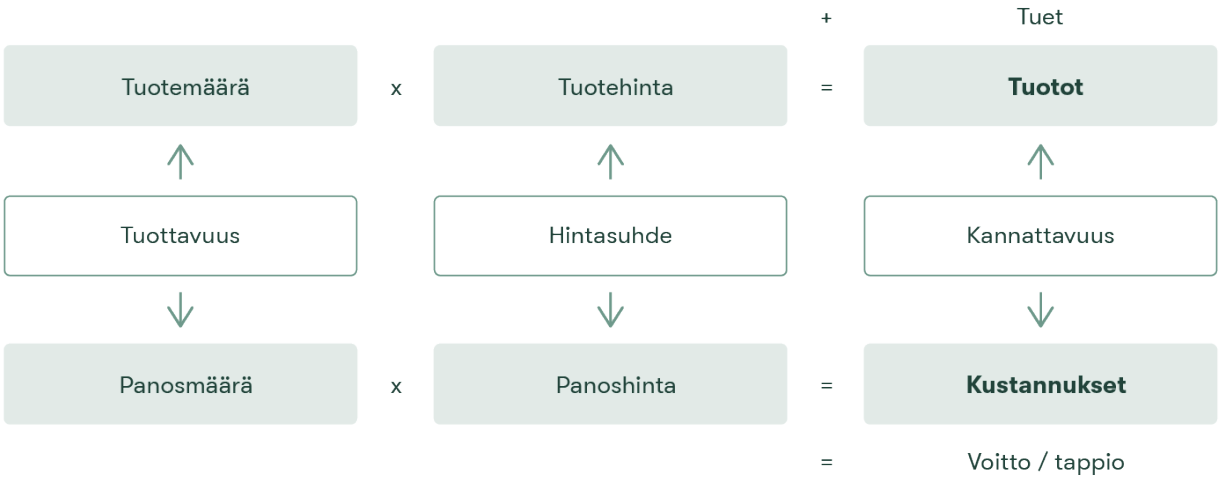
Vakavaraisuus = yrityksen taloudellinen asema pitkällä aikavälillä. Sillä tarkoitetaan oman ja vieraan pääoman suhdetta, joka kuvaa pitkän tähtäyksen maksuvalmiutta.

Tulorahoitus = tuloista vähennetään menot, korkomenot sekä verot

Omavaraisuusaste = oman ja vieraan pääoman suhde

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kannattavuus



Kuva 5. Kannattavuudella tarkoitetaan sitä, että kokonaistuotoilla kyetään kattamaan kaikki tuotantokustannukset. Kuva: Ari Nopanen, ProAgria 2020.

Kokonaistuotot saadaan kertomalla tuotemäärä tuotteesta saatavalla hinnalla. Näiden lisäksi tuotoissa otetaan huomioon muun muassa tuet. Kustannukset puolestaan saadaan kertomalla käytetty panosmäärä panoshinnalla. Kannattavuus rakentuu yrityksen tuottavuudesta sekä hintasuhteesta. Ne yritykset, jotka toimivat tehokkaasti, pystyvät tuottamaan saman tuotemäärän pienemmällä panosmäärällä tai samalla panosmäärällä suuremman tuotemäärän. Hyvä tuottavuuden taso on tärkeä edellytys kannattavalle toiminnalle. Yrittäjä pystyy omalla toiminnallaan vaikuttamaan paljon tuottavuuteen ja sitä kautta kannattavuuteen.

Hintasuhteessa on kyse siitä, ovatko tilalle ostetut tuotantopanokset kuten rehut tai lannoitteet edullisia tai kalliita suhteessa tuotteesta saatavaan hintaan. Jos hintasuhde on huono eli tuotantokustannukset nousevat, mutta tuotteiden hinnat eivät nouse, heikentää se suoraan kannattavuutta. Hintasuhteiden muutokset muuttavat myös panosten optimaalista käyttöä ja käyttömäärää. Yrittäjä voi vaikuttaa hintasuhteeseen muiden muassa neuvottelutaidoillaan eli millä hinnalla hän pystyy ostamaan tuotantopanoksia yritykseensä. Myös suurempi tilakoko vaikuttaa osaltaan hintasuhteeseen. Suuremmalla tuotantomäärällä ja tuotteiden laadulla on mahdollisuus saada parempaa tuotteen hintaa ja toisaalta suuret panosmäärien ostot laskevat yksikköhintaa. Yrittäjällä on kuitenkin vähemmän mahdollisuuksia vaikuttaa hintasuhteeseen kuin tuottavuuteen ja tuotannon tehokkuuteen.

Maksuvalmius

Maksuvalmiudessa on kysymys yrityksen tulojen riittävyydestä menojen hoitamiseen lyhyellä aikavälillä. Kun maksuvalmius on kunnossa, yrityksen rahat riittävät maksuvelvoitteiden

kattamiseen joka hetki. Lyhyellä aikavälillä hyvä maksuvalmius on kannattavuutta tärkeämpi tekijä. Hyvä maksuvalmius varmistaa ostopalveluiden hyödyntämisen.

Kuva 6. Maksuvalmius mahdollistaa ostopalveluiden käytön äkilliseenkin tarpeeseen. Kuva: Eliisa Malin.

Vakavaraisuus

Vakavaraisuus kuvaa yrityksen rahoitusta pitkällä aikavälillä. Sillä tarkoitetaan oman ja vieraan pääoman suhdetta, joka kuvaa pitkän aikavälin maksuvalmiutta. Omalla pääomalla tarkoitetaan omistajan yritykseensä sijoittamia varoja. Yrityksen ulkopuolisilta tahoilta saatavaa lainarahoitusta kutsutaan vieraaksi pääomaksi tai velaksi. Mitä vakavaraisempi yritys on, sitä enemmän sillä on omaa pääomaa suhteessa lainattuun. Vakavaraisuuden arvioinnissa on otettava huomioon, että heikko tai voimakkaasti vaihteleva kannattavuus edellyttää periaatteessa korkeampaa vakavaraisuutta kuin hyvä tai tasainen kannattavuus. Vakavaraisuutta voidaan parantaa lisäämällä kannattavaa toimintaa tai hidastamalla liian nopeaa yrityksen kasvattamista. Myös oman pääoman lisäys esimerkiksi yksityissijoituksen kautta lisää vakavaraisuutta.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tulorahoitus

Tulorahoituksella tulisi voida kattaa lainan lyhennysmenot, yksityistalouden kulutusmenot, sekä investoinnit ja arvonlisäveron tilitys. Mitä heikommin yritys kannattaa, sitä vähemmän se tuottaa tulorahoitusta ja sitä huonommaksi sen maksuvalmius jää. Tällöin yritys tarvitsee ulkopuolista rahoitusta ja velkaantuu, mikäli omistajilla ei ole varaa lisäsijoituksiin. Yrityksen velkaantuminen heikentää sen vakavaraisuutta, mutta vakavaraisuuttakin heikentävä investointi on joskus perusteltu.

Talouden suunnittelu

2-lomake	Tuloslaskelma	Budjetti
Maatalous **Verotuksen tulos**	**Kannattavuus**	**Maksuvalmius**
+ Tuotot	+ Tuotot	+ Tulot
+ Tas. var. tuloutus	- Kulut	+ Korkotulot
- Kulut	- Yrittäjäperheen palkkavaatimus	+ Omaisuuden myynti
- Veropoistot	-+ Varastojen muutos ym	+ Lainojen nosto
- Tehty tasausvaraus	= Käyttökate	+ Yksityissijoitukset
= Voitto / tappio	- Poistot	- Menot
+- Korjauserät	= Liiketulos	- Korkomenot
- Korkokulut	+ Korkotuotot	- Verot
= **Maatalouden tulos**	- Korkokulut	- Lainojen lyhennykset
	- Verot	- Investointimenot
	= Nettotulos	- Yksityisotot
	- Oman pääoman korkovaatimus	= **Yli / alijäämä**
	= **Yrittäjän voitto**	

Kuva 7. Talouden suunnittelua ja seurantaa on mahdollista tehdä usealla eri tavalla. Tutuin on varmasti maatalouden tilinpäätöksen yhteydessä laadittu verotuksen 2-lomake. Tuloslaskelma antaa näkemyksen yrityksen kannattavuudesta ja budjetti maksuvalmiudesta. Maatalouden verotuksessa on mahdollisuus hyödyntää eri keinoja maatalouden tuloksen muokkaamiseksi, kuten tasausvaraus ja poistot. Tuloslaskelmassa huomioidaan myös poistot, joita ei makseta kassasta ulos, sekä varastojen ym. muutos. Budjetissa ja yleisesti maksuvalmiuslaskelmassa seurataan rahan liikettä kassaan ja sieltä ulos. Budjetti on tärkein etenkin lyhyen aikavälin talouden suunnittelun sekä seurannan apuväline. Kuva: Ari Nopanen, ProAgria 2020.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tunnuslukujen laskeminen

Kannattavuuden, maksuvalmiuden sekä vakavaraisuuden tunnuslukuja saa helposti laskettua esimerkiksi kaikille tutun maatalouden verotuksen 2-lomakkeen tiedoista seuraavien laskukaavojen avulla:

2-lomakkeelta voidaan laskea

- **Kulusuhde** = (Oikaistut menot / Tulot yhteensä)*100 %
  Oikaistut menot = menot yhteensä – poistot - tasausvarauskorot
- **Käyttökate** = (Tulot yhteensä - oikaistut menot – oma palkkavaatimus)
  Oma palkkavaatimus = siirtotarve yksityistalouteen
- **Käyttökate %** = (Käyttökate / Tulot yhteensä)*100
- **Nettotulos** = (Käyttökate – poistot – korot – verot)
  Verot = ennakkoverot
- **Nettotulos %** = (Nettotulos / Tulot yhteensä)*100
- **Rahoitustulos** = (Nettotulos + poistot)
- **Rahoitustulos %** = (Rahoitustulos / Tulot yhteensä)*100
- **Kassajäämä** = (Rahoitustulos – lainan lyhennykset)
- **Kassajäämä %** = (Kassajäämä / Tulot yhteensä)*100 < 5 %* > 10 %**
- **Velat/käyttökate** > 6* < 3**
- **(Velat/Tulot yhteensä)*100** % > 200 %* < 100 %**

*heikko tulos, **hyvä tulos

Voit laskea oman maatilayrityksesi vastaavat tunnusluvut viimeisimmältä toteutuneelta tilikaudelta ja tämän jälkeen vielä kahdelta edeltävältä tilikaudelta. Näin saat näkymän 3 vuoden aikajaksolta siihen, miten yrityksesi talous on kehittynyt keskeisten tunnuslukujen osalta. Jatka talouden seurantaa aina tilikauden päättymisen jälkeen ja pyri tiivistämään tahtia siten, että teet jatkossa tarkastelun esimerkiksi kolmen kuukauden välein.

Investointien merkitys

Kehittäminen ja liiketoiminnan suuntaaminen tarkoittavat usein investointeja. Jos yrityksen talouden nykytila on hyvällä tasolla, on uuteen tuotantosuuntaan tai toimialaan suuntaaminen riskittömämpää kuin tilanteessa, jossa vakavaraisuus on heikko ja maksuvalmiutta ei ole. Hyvä taloudellinen asema antaa mahdollisuuden toteuttaa pieniä investointeja tulorahoituksella, ja rahoittajat suhtautuvat myötämielisesti isompiinkin investointeihin. Jos pitkän aikavälin investointisuunnitelmasta luovutaan tai pidättäydytään investoinneista, nousee investoitavien kohteiden määrä väistämättä jossain vaiheessa hallitsemattomalle tasolle. Maatalousyrittäjän kannattaakin suunnitella huolella jokainen investointi, laskea investoinnin vaikutukset maksuvalmiuteen ja kannattavuuteen, sekä budjetoida tulo- ja menovirrat investointihetkellä ja sen jälkeen.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 8. Jos investointi tai muu suurempi hankinta näyttää eri lähtökohdista ja laskelmilla tarkasteltuna järkevältä sekä pääsääntöisesti yrityksen kannattavuutta parantavalta, tehdään lopullinen investointipäätös. Muissa tapauksissa on järkevintä siirtää investointia myöhempään ajankohtaan tai luopua siitä kokonaan. Kotieläimet tuovat monta hyötyä maatilalle, mutta investoinnit täytyy harkita tarkkaan. Kuva: Eliisa Malin.

Investointien suunnitteluun on varattava riittävästi aikaa

Investoinnin tavoitteena pitää olla järkevä takaisinmaksuaika ja kaikkien investointien peruslähtökohtana on laaja suunnittelu, johon käytetään riittävästi aikaa. Riskianalyysit on laadittava kattaviksi ja etsittävä hinta- sekä tuotantomuuttujien rajat, joiden puitteissa maksuvalmius ja tulos voi liikkua taloudellisen tilanteen vaarantumatta. Ennen lopullista investointipäätöstä on yrittäjän pysähdyttävä pohtimaan omia tuntemuksiaan.

Myös rahoittajat ja muut yhteistyökumppanit arvioivat yrittäjän kykyjä laajenevan yksikön johtamisessa. Investointiprosessin läpivienti, toiminnan käynnistäminen ja sen jälkeinen yritystoiminnan johtaminen usein entiseen tuotantoon verrattuna moninkertaisessa tuotannossa ei ole aina helppoa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Investointilaskentamenetelmät

Investointien taloudellisen analyysin keskeisiä työkaluja ovat investointilaskelmat. Ne ovat laskelmia, joiden avulla vertaillaan investointivaihtoehtojen edullisuutta, toteuttamiskelpoisuutta ja riskiä. Laskelmien tavoitteena on tuottaa tietoa investointipäätösten tekemiseen. Laskelmia on olemassa monenlaisia, mutta tässä käsitellään kolmea yleisintä ja laskennallisesti helpointa. Investoinnin nykyarvon ja sisäisen korkokannan menetelmissä tarvitaan diskonttaustekijöitä, joita on valmiiksi taulukoitu eri korkokannoilla ja ajanjaksoilla. Asiantuntijoilla on käytettävissään erilaisia työkaluja sekä laskentaohjelmia, joilla eri investointien kannattavuutta voidaan vertailla sekä laatia toteutettavasta investoinnista liiketoimintasuunnitelma, jolla haetaan muun muassa investointiin liittyvää rahoitusta ELY-keskuksista ja edelleen pankeilta.

Investoinnin takaisinmaksuaika

Takaisinmaksuaika on konkreettinen laskentamenetelmä määritettäessä investoinnin rahoituksellisia seuraamuksia. Takaisinmaksuajalla tarkoitetaan sitä aikaa, jonka kuluessa investoinnin hankintameno saadaan investoinnin tuottamilla tuloilla katetuksi. Takaisinmaksumenetelmä vaatii, että yrittäjä asettaa takaisinmaksuvaatimuksen, jonka toteutettavan investoinnin on täytettävä. Investointikohde on hyväksyttävissä, jos takaisinmaksuaika on lyhyempi kuin asetettu takaisinmaksuvaatimus.

Esimerkki. Ostetaan uusi kone, jonka hankintameno on 40 000 €. Koneen taloudellinen käyttöaika on 10 vuotta, jonka lopussa koneen jäännösarvoksi arvioidaan muodostuvan 5 000 €. Takaisinmaksuvaatimukseksi koneelle asetetaan 8 vuotta. Hankitun koneen arvioidaan tuottavan vuosittain 5 000 € nettotulon.

Koneen takaisinmaksuaika

Vuosi	Investointimeno	Nettotulo
0	- 40 000	
1		+ 5000
2		+ 5000
3		+ 5000
4		+ 5000
5		+ 5000
6		+ 5000
7		+ 5000
8		+ 5000
9		+ 5000
10		+ 5000

Koneen takaisinmaksuaika muodostuu takaisinmaksuvaatimuksen mukaiseksi, sillä hankintameno ja nettotulojen summa ovat samansuuruisia 8 vuoden aikana (hankintameno 40 000 € =

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

nettotulojen summa 40 000 €). Investointia voidaan pitää toteuttamiskelpoisena. Jos takaisinmaksuvaatimus olisi kahdeksaa vuotta lyhyempi, investointikohde ei olisi asetettujen tavoitteiden mukaisesti hyväksyttävissä.

Investoinnin nykyarvo

Investoinnin nykyarvomenetelmä ottaa rahan aika-arvon huomioon, sillä nykyarvomenetelmässä perusajatuksena on muuttaa investoinnin aiheuttamat eriaikaiset tulot ja menot laskentakoron avulla yhteismitallisiksi samaan ajankohtaan. Tulot siirretään diskonttauksen avulla yleensä investointiajankohtaan, jotta niitä voidaan tarkastella menojen kanssa rinnakkain. Tällöin tulot ja menot ovat suoraan verrannollisia keskenään.

Esimerkki. Puimurin hankintameno on 100 000 €, nettotulot ensimmäisinä 5 vuotena vuosittain 25 000 € ja laskentakorkokantana käytetään 5 tai 10 %.

Vuosi	Hankintameno	Nettotulot	Diskonttaus-tekijä 5%	Nykyarvo	Diskonttaus-tekijä 10%	Nykyarvo
0	- 100 000					
1		+ 25 000	0,9524	+ 23 810	0,9091	+ 22 728
2		+ 25 000	0,9070	+ 22 675	0,8264	+ 20 660
3		+ 25 000	0,8638	+ 21 595	0,7513	+ 18 783
4		+ 25 000	0,8227	+ 20 568	0,6830	+ 17 075
5		+ 25 000	0,7835	+ 19 588	0,6209	+ 15 523
		Nettotulojen nykyarvo, T_0		**+ 108 235**		**+ 94 768**
		Hankintameno, h		**- 100 000**		**- 100 000**
		Investoinninnykyarvo, NPV		**+ 8 235**		**- 5 233**

Puimurin hankinta olisi kannattavaa 5 % laskentakorkokannalla, koska investoinnin nykyarvo on positiivinen noin 8 200 euroa. Mutta jo 10 % korkokannalla nykyarvo muuttuu negatiiviseksi noin 5 200 euroa, jolloin investointi muuttuu kannattamattomaksi.

Nykyarvomenetelmän mukaan investointikohteiden välinen edullisuusjärjestys määräytyy nykyarvon suuruuden perusteella. Eri investointikohteiden tuottamia nykyarvoja kannattaakin tarkastella rinnakkain ennen varsinaisen investointipäätöksen tekemistä. Investoinnin nykyarvo ilmaisee samalla suoraan investoinnilla saatavan lisän yrityksen arvoon (taseeseen).

Investoinnin sisäinen korkokanta

Investoinnin sisäistä korkokantaa laskettaessa etsitään sellaista korkoa, jolla diskontatun investoinnin nettotulojen nykyarvo on investoinnin hankintamenon suuruinen. Tällöin investoinnin nykyarvo on siis nolla. Sisäisen korkokannan menetelmän mukaan investointi on hyväksyttävä, jos

sisäinen korkokanta on vähintään tuottovaatimukseksi asetetun laskentakorkokannan suuruinen. Tämä investointilaskentamenetelmä tuottaa tulokseksi prosenttiluvun ja huomioi rahan aika-arvon.

Esimerkki. Sisäisen korkokannan laskeminen tuottaa manuaalisesti vaikeuksia, mutta tyydyttävään tarkkuuteen päästään kokeilemalla. Edellä nykyarvon yhteydessä käsitellystä puimurin hankinnan esimerkistä saamme suoraan sisäisen korkokannan laskentaan tarvittavat tiedot.

	5% korkokanta	10% korkokanta
Nettotulojen nykyarvo, T_0	+ 108 235	+ 94 768
Hankintameno, h	- 100 000	- 100 000
Investoinninnykyarvo, NPV	+ 8 235	- 5 233

Nykyarvo on 5 % korkokannalla positiivinen, jolloin voidaan päätellä, että sen sisäinen korkokanta on yli 5 %. Mutta 10 % korkokannalla nykyarvo on negatiivinen, jolloin sisäinen korkokanta sijoittuu 5–10 % välille. Jos investoinnille asetettu tuottovaatimus on likimain samansuuruinen, voidaan investointia pitää kannattavana.

Rahoituksen riskit hallintaan

Suuremmissa investoinneissa maksuvalmiuden suunnittelu ja budjetointitarve korostuvat. Keskeisiä kysymyksiä ovat esimerkiksi se, mihin kannattaa investoida ja mihin ei, kuinka kauan investointia voidaan hyödyntää, mitkä ovat investointikustannukset, kuinka paljon investointi vaikuttaa tuloihin ja menoihin investoinnin aikana sekä sen jälkeen, ja mitä rahoitusta kannattaa käyttää.

Rahoitusriskien hallinnassa on oleellista neuvotella investoinnin rahoitus hyvissä ajoin ennen investoinnin aloittamista. Yleensä rahoituksessa kannattaa ottaa hieman ylimääräistä puskuria ennalta arvaamattomien vastoinkäymisten varalle. Yrityksen kasvu ja tuotannon ylösajo investoinnin jälkeen maksavat aina, ja oppirahojakin joudutaan maksamaan.

Koneinvestoinneissa käytetään usein leasing-rahoitusta, eikä konetta välttämättä missään vaiheessa hankita tilan omistukseen. Tällöin konehankinta kasvattaa käyttömenoja, kun taas ostaminen vaikuttaa taseeseen.

Hyvä strategia kantaa notkahdusten ylitse

Maatilayrityksen kasvuun, investointeihin, tuotantosuunnan muutoksiin sekä uuteen liiketoiminta-alueeseen siirtyminen aiheuttaa usein ”kuoleman laakson vaiheen”. Se tarkoittaa noin 1–3 vuoden notkahdusta yrityksen tuotannossa, taloudessa sekä usein myös yrittäjän jaksamisessa. Moni yritys ajautuu notkoon tyypillisesti kiivaan kasvun tähden, investointivaiheen aikana tai muutostilanteissa. Myös siirtymä uudistavan viljelyn toimenpiteisiin voi aiheuttaa tilapäisen

notkahduksen, mutta maan kasvukuntoon panostaminen maksaa itsensä takaisin tulevina vuosina. Notkahdus on mahdollista välttää hyvällä strategialla ja suunnittelulla.

Epävarmuuden huomioiminen on talouden suunnittelussa tärkeä elementti, koska tuloja, joiden saavuttamiseksi tehdään mahdollisesti investointeja, ei voida ennustaa tarkasti. Riskienhallinta on tärkeää varsinkin laajentamisen jälkeistä ajanjaksoa silmällä pitäen.

Kuva 9. Hyvätkään suunnitelmat eivät aina auta, vaan ennakko-odotukset voivat olla liian korkealla, aikataulu pettää, tai hyvät ja motivoituneet työntekijät voivat jäädä löytymättä. Yllätyksiltä ei aina voi välttyä. Kuva: Eliisa Malin.

Taloussuunnittelussa tulee huomioida investointipäätösten pitkälle tulevaisuuteen ulottuva vaikutus, mikä aiheuttaa käytettävissä olevien tietojen ennustettavuuden heikkenemistä lyhyen tähtäyksen suunnitelmiin verrattuna. Epävarmoissa olosuhteissa yrittäjä ei voi toimia niin tehokkaasti kuin varmuuden vallitessa. Investointipäätökset sitovat yrityksen voimavaroja pitkäksi aikaa, ja virheellisestä päätöksestä saattaa aiheutua huomattavia tappioita.

Talouden kehitystä on mahdollisuus ennakoida budjetoinnin ja simuloinnin avulla, sekä tehdä varautumissuunnitelma, jolla notkahduksesta on mahdollisuus selvitä pienin kivuin. On myös niitä esimerkkejä yrityksistä, joissa notkahdusvaihe on jäänyt pysyväksi olotilaksi, ja yritys ei pääse koskaan suunnitellulle kehittymisen uralle ja strategisiin tavoitteisiin. Pahimmassa tapauksessa

maksuvalmius menee niin heikoksi ja taseen varat on kulutettu siten, että yritys ajautuu saneeraukseen tai konkurssiin.

Peilistä katsoi aamulla johtaja, huomasitko?

Viljelijä johtaa yritystään päivittäin, usein tätä asiaa tunnistamattaan. Jatkuva kiireen tuntu, vapaa-ajan puute, virhekustannukset ja henkilöstön tyytymättömyys ovat ensimmäisiä oireita johtamisen haasteista. Päätösten käytäntöön viemisen vaikeus, yrityksen kehittämisen suunnan puuttuminen, maatilaympäristön epäsiisteys sekä muutos- ja shokkitilanteisiin varautumattomuus ovat kauaskantoisempia oireita.

Järjestelmällisellä johtamisella on saatu huomattavasti parempia taloudellisia tuloksia aikaan: työn tehokkuus on noussut, henkilöstö on viihtynyt työssään sekä ponnistanut yhteisten tavoitteiden eteen ja myös riskienhallinta on kehittynyt.

Johtamistyölle on varattava aikaa mieluiten kello 8–16 väliltä. Talouden hallinnan välineeksi kannattaa myös ottaa kaksinkertainen kirjanpito. Yrittäjän tai yrittäjäpariskunnan työkyky ja ammattitaito ovat kuitenkin maatilan tärkeimmät resurssit. Hyvin tehty strategiatyö huomioi yrittäjien resurssit ja voimavarat tavoitteiden asettamisessa, sekä antaa mahdollisuuden optimoida onnellisuutta ja elämää.

Opi lisää kokonaisvaltaisesta tilanpidosta

Holistic Management® eli kokonaisvaltainen tilanpito on maatilojen johtamisjärjestelmä, joka tarjoaa konkreettisia välineitä maatilan toiminnan suunnitteluun ja kehittämiseen tilannetajuisesti. Sen avulla voi integroida kestävän kehityksen eri osa-alueet osaksi maatilan päivittäistä toimintaa. Kokonaisvaltaisen tilanpidon menetelmiä on hyödynnetty ympäri maailmaa jo yli 50 vuotta. Niitä kehitetään jatkuvasti vastaamaan viljelijöiden muuttuvia tarpeita. Kokonaisvaltainen tilanpito on joustava johtamisjärjestelmä, joka hyödyntää paikallisia resursseja ja luo hyvinvointia paikallisyhteisölle. Kyseessä on viljelijäjohtoinen ja viljelijän tarpeista lähtevä suunnitteluprosessi, joka nostaa ihmisen keskiöön.

Lue lisää kokonaisvaltaisesta tilanpidosta

Maan kasvukunnon parantamisen ja peltojen kunnostuksen taloudellinen merkitys

Maan kasvukunnon parantamiseen tähtäävät toimenpiteet sekä investoinnit ovat uudistavan viljelyn tärkeimpiä suunniteltavia sekä laskettavia asioita. Pellon hyvä peruskunto on lähtökohta tavoiteltavalle sadon määrälle ja laadulle. Maan kasvukuntoa pitää voida johtaa, kuten muutakin yritystoimintaa.

Tutustu maan kasvukunnon johtamiseen MAANEUVO muistikortin avulla.

Maan kasvukunnon parantamisen keskeisiä investointeja ovat muun muassa ojituksen kunnostus, johon voivat sisältyä piiriojat, salaojitus, säätö- tai altakastelusalaojitus, jonka kautta peltoa kuivatetaan tai kastellaan. Viljelyn tehostamisen ja tiivistämisen vähentämiseksi lohkojen

yhdistämisellä sekä muotoilulla on mahdollisuus saada viljelyn taloudellisuutta kehitettyä monestakin näkökulmasta. Viljavuusarvojen parantamisella sekä multavuuden nostamisella orgaanisen aineksen lisäyksen kautta, maan muokkaustavan valinnalla sekä tiivistymien korjaamisella vaikutetaan tuottavuuden kehittymiseen nopeasti. Eri toimenpiteiden toteutus tarkoittaa investointeja suurempiin ja pienempiin kohteisiin. Taloudelliset vaikutukset riippuvat myös siitä, käytetäänkö omaa konekantaa vai urakoitsijaa. Kaikki vaikutukset voidaan onneksi laskea ja arvioida niiden toteuttamisen taloudellinen hyöty sekä toteutusjärjestys.

Maan kasvukunnon parantamisen taloudellisia vaikutuksia on helpoin suunnitella sekä analysoida katetuottolaskelmaan pohjautuen, jonka peruskaava on alla olevan mukainen. Siinä taloutta voidaan arvioida yhtä hehtaaria kohden sekä koko peltoalaa kohden.

Katetuottolaskelma

Tuotot
- muuttuvat kustannukset

= Kate A
- työkustannukset

= Kate B
- kiinteät kustannukset

= Kate C

Esimerkkinä salaojitus

Esimerkiksi salaojituksen kannattavuutta ja takaisinmaksuaikaa määritettäessä lasketaan ensin valitun salaojituskohteen kokonaiskustannusarvio ja kustannus hehtaaria kohden. Usein salaojitukseen on mahdollisuus saada myös investointitukea, joka voidaan vähentää kokonaiskustannuksesta. Yleensä kannattaa kuitenkin laskea kustannukset ilman avustuksen osuutta sekä se huomioituna. Tällöin pystytään paremmin arvioimaan investoinnin riskiherkkyyttä.

Kun hehtaarikohtainen kustannus on selvillä, jaetaan se valitulla takaisinmaksuajalla. Salaojitus vaikuttaa parhaimmillaan useiden kymmenien vuosien ajan, mutta lähtökohtaisesti takaisinmaksua on tarpeen arvioida esimerkiksi sen mukaan, kuinka pitkän laina-ajan rahoittaja myöntää investointiin. Jos oletetaan, että salaojituksen kustannus on 3 500 euroa hehtaarilta ja sitä maksetaan takaisin 15 vuotta, rasittaa se tuotantokustannusta noin 270 euroa vuodessa hehtaaria kohden, kun huomioidaan lisäksi lainan korkokustannus.

Salaojitus vaikuttaa suuresti pellon tuottokykyyn maan rakenteen, vesitalouden, töiden ajoittamisen, päällekkäisajon ja tiivistymisriskin vähentymisen seurauksena. Lisäksi peltolohkon nettoviljelyala kasvaa salaojituksesta riippuen noin 5–10 prosenttia. Satopotentiaalin kasvu voidaan arvioida katelaskelman tuottoihin, ja potentiaali todennäköisesti kehittyy jakautuen useammalle vuodelle. Salaojitus vähentää myös kustannuksia, koska salaojituksella voidaan lohkokokoa ja -muotoa kehittää, ajosuuntia muuttaa ja tehostaa koneiden käyttöä. Usein salaojituksella voidaan vähentää myös muiden tuotantopanosten käyttöä. Kaikki kustannussäästövaikutukset arvioidaan ja sijoitetaan katelaskelmaan joko muuttuvien, työ- tai

kiinteiden kustannusten riville. Tämän jälkeen nähdään, maksaako salaojitus itsensä takaisin ja kuinka nopeasti. Sen jälkeen voidaan tehdä vielä lopullinen päätös investoinnista sekä kilpailuttaa tarvikkeet ja urakoitsijat.

Muita pellon kunnostukseen liittyviä investointeja

Vastaavalla tavalla kuin salaojitusinvestointi voidaan myös muiden maan kasvukuntoon vaikuttavien investointien tai toimenpiteiden kannattavuutta sekä takaisinmaksua laskea. Näitä ovat esimerkiksi jankkurointi, levikepyörien hankinta, maanmuokkauskaluston uusinta, peltolohkojen yhdistäminen, valtaojien putkitus, kasvinvuorotuksen lisääminen sekä peltoliikenteen ja logistiikan suunnittelu.

Ensin arvioidaan toimenpiteen kustannukset kokonaistasolla sekä jyvitettynä hehtaaria kohden. Tästä jatketaan arvioimaan tuottovaikutuksia ja vastaavasti mahdollisia kustannussäästöjä. Jos tuoton lisäykset ja kustannussäästövaikutukset ovat suuremmat kuin toimenpiteen tai investoinnin vuosikohtainen hehtaarikustannus, on hankinta järkevä. On tärkeää muistaa, että lähes kaikkien maan kasvukunnon parantamiseen tähtäävien toimenpiteiden toteutuksen ja vaikuttavuuden välillä on viivettä useampikin vuosi ja nopeita voittoja ei välttämättä saavuteta lyhyellä aikavälillä. Sen takia investointien ym. kustannukset ovat suuri rasite toteutuksesta 1–5 vuoden aikavälillä, josta eteenpäin saadaan merkittäviä pitkäkestoisia positiivisia taloudellisia vaikutuksia.

Purola ja Lehtonen(1 ovat tutkimuksessaan laskeneet maan tiivistymien korjaamisen taloudellista kannattavuutta. Tutkimuksessa toteutettujen laskelmien perusteella peltojen saneerauksen avulla maatilan vuosittainen katetuotto (30 vuoden ajanjaksolla keskimäärin) voi nousta 18 €/ha. Täten saneerausinvestoinnin nettonykyarvo on 2,7 prosenttia ja kokonaistuotanto 3 prosenttia korkeampi kuin ilman saneerausta. Maan tiivistymisen korjaaminen maksaa siis itsensä takaisin, mutta kasvintuotannon suhteellisen heikon kannattavuuden takia saneerausinvestoinnin takaisinmaksuajat ovat pitkiä. Keskimäärin ne vaihtelevat 8–11 vuoden välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että saneerauksen tehnyt viljelijä saa investointikustannukset ja alkuvaiheen tulonmenetykset kiinni vasta 8–11 vuoden kuluttua verrattuna tilanteeseen, jossa ei saneerata. Oletuksena oli 30 prosentin sadonalennus pellon tiivistymisen vuoksi.

Ylipäänsä suurien satojen tuottaminen ei onnistu ilman, että maan kasvukunto ja rakenne ovat kunnossa. Investoinnin kannattavuus määräytyy pitkälti siitä, miten peltoja viljellään maanparannustoimenpiteiden jälkeen ja kuinka hyvin parantunut tuotantopotentiaali hyödynnetään. Viljelyn monipuolistaminen voi pitää yllä tai parantaa maan kasvukuntoa ja olla toimiva riskien hajautuskeino, jos kasvit ovat riittävän erilaisia.

Tehtävä 10.2

Kurssilla on opittu paljon maan kasvukunnon hoidosta, sen menetelmistä ja työvaiheista. Työllä on aina hintansa. Tutustu alla olevasta linkistä Työtehoseuran Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat- taulukkoon vuodelta 2019.

Etsi taulukosta keskimääräinen vuoden 2018 urakointikulu (€, alv 0 %) seuraaville työvaiheille. Valitse oikea summa. Tutustu samalla oppaaseen.

Kuivalannan levitys

Vaihtoehdot: 50,6 €/h 79,8 €/h 92,9 €/h

Piensiementen kylvö

Vaihtoehdot: 35,7 €/ha 55,7 €/ha 76,2 €/ha

Heinän ja säilörehun niittomurskaus 300 - 599 cm

Vaihtoehdot: 48,0 €/h 67,8 €/h79,6 €/h

Salaojien huuhtelu

32,6 €/h 48,9 €/h 60,5 €/h

Vuokrapellot ja tilusjärjestelyt

Vuokramaat

Vuokrapeltojen osuus Suomen peltoalasta on suuri (noin kolmannes) ja maatalouden rakennemuutoksen myötä yhä kasvava. Lopettavien maatilojen maat eivät aina tule myyntiin, vaan pellot vuokrataan usein jopa tunnesyistä. Vuokranantajina voivat toimia yksityishenkilöiden lisäksi kuolinpesät, perikunnat, yhtymät tai yhtiöt.

Suomessa peltojen vuokrasopimusten pituus voi olla kaikkea vuoden mittaisesta sopimuksesta aina pidempiin, jopa 20 vuoden sopimuksiin saakka. Harmillisen yleiset lyhyet vuokrasopimukset ovat ongelma peltojen kasvukunnon näkökulmasta, sillä ne eivät motivoi viljelijää pellon kasvukunnon ylläpitoon tai peltojen perusparannukseen.

Ojitusten korjaaminen, kalkitukset ja muut perusparannustoimet jäävät vuokramailla omistettua peltoa useammin tekemättä. Viljelijä näkee, että lyhyiden vuokrasopimusten takia perusparannustoimista hyötyy maanomistaja. Peltoihin investoiminen satotason kasvattamiseksi ja pellon kasvukunnon parantamiseksi pelottaa, koska pellon hallinnan jatkumisesta ei ole takeita.

Peltolohkojen perusparannustoimet ovat kuitenkin pellon kasvukunnon ja sadontuottokyvyn kannalta avainasemassa. Siksi kannattaa pyrkiä mahdollisimman pitkiin vuokrasopimuksiin. Vuokraneuvotteluissa pitää nostaa esiin perusparannustöihin liittyvät kulut, mutta myös niiden hyödyt peltomaalle ja ympäristölle. Vuokraaja ja vuokranantaja voivat laatia yhteisiä pellon

kunnostukseen liittyviä tavoitteita. Vuokranantajan olisi hyvä huomioida vuokraajan tekemät parannustyöt vuokrasopimuksen pituudessa ja vuokran tasossa.

Tehtävä 10.3

Tutustu oheiseen vuokrasopimuksen lisäosaan ”Maan kasvukunnosta huolehtiminen”. Voisitko käyttää sitä omien vuokrasopimustesi liitteenä? Parantaisiko tarkempi sopiminen omien vuokrapeltojesi kasvukuntoa? Helpottaisiko se yhteistyötä vuokranantajien kanssa? Pohdi kysymyksiä alla olevassa laatikossa.

Lisälukemista vuokrapelloista: TEHO Plus -hankkeen julkaisu 4/2013: Huolehdi pellostasi – vinkkejä vuokranantajalle ja vuokralaiselle.

Tilusjärjestelyt

Peltojen hyvää hoitoa häiritsee usein niiden hankala sijainti tilakeskukseen nähden. Pirstoutunut, huono tilusrakenne ja maatalouden rakennemuutos hankaloittavat maatilojen kehittymistä ja pinta-alojen kasvattamista. Tätä kautta huonolla tilusrakenteella on vaikutus peltojen kasvukuntoon ja tuotannon kannattavuuteen.

Tilusjärjestely on edelleen harvoin käytetty keino, jolla voidaan kehittää nykyistä maatilojen tilusrakennetta ja kehittää maankäyttöä. Viljelyä voitaisiin helpottaa huomattavasti kokoamalla viljelijän hajallaan sijaitsevat lohkot yhtenäisemmiksi ja tuomalla ne lähemmäs tilan talouskeskusta. Lohkokoon kasvun ansiosta uutta teknologiaa pystytään hyödyntämään entistä paremmin. Se helpottaa muun muassa automaattiohjauksen ja täsmäviljelyn käyttöönottoa.

Tilusjärjestelytoiminta vaatii huolellista yhteistyötä maanomistajien, eri järjestöjen, alueen asukkaiden, urakoitsijoiden sekä viranomaisten kanssa. Järjestelystä saadut hyödyt näkyvät maatiloilla nopeasti.

Luonnon monimuotoisuus voi kärsiä, kun pientareiden ja sarkaojien määrä vähenee. Toisaalta tilusjärjestelyn yhteydessä voidaan perustaa esimerkiksi kosteikkoja tai muita suojelualueita. Omat vaikeutensa järjestelyyn tuovat myös kasvinsuojelun riskit, kuten hukkakauran esiintyminen. Omien puhtaiden peltojen vaihtaminen naapurin hukkakauraisiin peltoihin ei ole helppo päätös ja se voi pahimmillaan estää esimerkiksi siemenviljan tuotannon jatkamisen.

Ympäristöhyötyjä tulee näistä haasteista huolimatta joka tapauksessa esimerkiksi säästyneiden hiilidioksidipäästöjen ansiosta. Liikenneturvallisuus paranee, kun hitaita ajoneuvoja on tiellä vähemmän. Ympäristöhyödyt saavutetaan paremmin hoidettujen peltojen kohentuneen kasvukunnon kautta. Samalla viljelijä säästää kuluissa huomattavasti, kun lohkot ovat lähempänä talouskeskusta. Parhaimmillaan tilusjärjestelystä tulee pitkäaikainen hyöty luonnolle ja viljelijälle.

Tilusjärjestelyssä on syytä tutkia tarkkaan sen mahdolliset vaikutukset peltotukiin ennen kuin järjestely lyödään lukkoon.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Lohkojen vaihtaminen

Aina ei sopivaa lohkoa ole vuokrattavana tai ostettavana. Tilusjärjestelyt vaativat paljon sopimuksia ja suunnitelmia, eivätkä ne sovellu nopeaksi ratkaisuksi.

Monesti ratkaisuksi riittää lohkojen vaihto. Lohkojen vaihto on helppo ja nopea keino helpottaa tilusrakennetta. Sopimus syntyy yleensä hyvässä sovussa ja se voidaan tarvittaessa purkaa helposti. Lohkojen vaihto on hallinnollisesti kevyt tapa saada viljelykset oikean tyyppisille maille tai lähemmäksi talouskeskusta.

Kuva 10. Mika ja Eliisa Malin viljelevät kauraa, ruista ja palkokasveja Vihdissä. Tilalle on saatu laiduntavia eläimiä lainaamalla hiehoja naapurin lypsykarjatilalta. Kuva: Eliisa Malin.

Meillä Vierelän luomutilalla Vihdissä tuotettiin laajamittaisesti valkosipulia elintarvikkeeksi ja tarkastetuksi istukkaaksi aina vuoteen 2013 asti. Tilallamme ei tuolloin ollut riittävästi sopivia lohkoja erikoiskasvien tuotantoon. Onneksi saimme järjestymään lohkonvaihdon naapurimme kanssa. Naapurilla oli hieno hietamaa jokirannassa, jolloin valkosipulille tärkeä kastelukin järjestyi. Vaihdossa hän sai hyviä viljamaita kauempaa tilakeskuksestamme. Nykyisin kyseiset rantalohkot ovat meidän omistuksessamme naapurin lopetettua viljelyn. Uusi yhteistyön muoto lähitilojen kanssa on eläinten lainaaminen. Hiehot pääsevät laitumille ja me saamme tilallemme laidunnuksen hyödyt.

– Maanviljelijä Eliisa Malin, Vierelän luomutila, Vihti

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

III. Hiilimarkkinat

Korvausta hiilen varastoimisesta peltomaahan

Hiiliviljely voi tarjota rahallisia kannustimia viljelijöille kahdella tavalla: 1) satojen noustessa ja satovarmuuden parantuessa sekä 2) rahallisena korvauksena tuotetuista hiilihyödyistä. Taloustieteilijät ovat jo pitkään kehittäneet hiilimarkkinoita ja niiden maksujärjestelmiä. Sopimukset viljelijän kanssa voidaan tehdä joko hehtaariperusteisesti tai tulosperusteisesti, todellisen sidotun hiilimäärän mukaan.

Australiassa, Kaliforniassa ja Itävallassa on jo käytössä viljelijöille suunnattuja hiilensidonnan korvausjärjestelmiä, ja vastaavia ollaan kehittämässä useissa maissa. Korvausjärjestelmiä kehitetään tällä hetkellä aktiivisesti myös Suomessa, muun muassa keskeisenä osana Carbon Action -tutkimusta.

Siinä vaiheessa, kun hiilen varastointiin soveltuvat toimenpiteet voidaan nimetä, voidaan edetä myös taloudellisella puolella. Tällä hetkellä tiedetään jo paljon hiiltä varastoivista toimenpiteistä, mutta tutkimustyö jatkuu entistä tarkemman tiedon kartuttamiseksi.

Toimivan korvausjärjestelmän luominen vaatii paljon tietoa. Tutkimuksiin perustuvat, jatkuvasti kehittyvät mallinnukset toimivat korvausjärjestelmien kehittämistyön pohjatietona. Viljelijöiden kokemusperäinen tieto ja pelloilla tehtävät kokeilut ovat välttämätön osa järjestelmän kehittämistä.

Miten saada tuloa hiiliviljelystä?

Hiiliviljelyn korvausjärjestelmien suunnittelussa on runsaasti pohdittavia kysymyksiä. Ensimmäinen niistä on, että kuka toimii maksajana viljelijälle? Potentiaalisesti on olemassa kaksi tahoa, jotka voivat toimia maksajina:

1. Yhteiskunta. Sekä maailmanlaajuisesti että EU- ja kansallisella tasolla on välttämätöntä saavuttaa ilmastotavoitteet, ja hiiliviljelystä maksaminen on siksi kiinnostava vaihtoehto yhteiskunnalle. Keinona voi olla esimerkiksi EU:n yhteinen CAP-politiikka.
2. Yritykset. Yritykset haluavat joko osoittaa yhteiskuntavastuuta tai kilpailla toimintansa ympäristövaikutuksilla. Jälkimmäisessä tapauksessa yritykset vähentävät omia päästöjään niin paljon kuin pystyvät järkevillä kustannuksilla. Sen jälkeen niiden on ostettava päästövähennyksiä muilta toimijoilta. Lentoliikenne tulee olemaan lähivuosina suuri päästöjen ostaja, koska lentoliikenne on sitoutunut päästöjen pienentämiseen. Jos yritykset olisivat maksajina, tarkoittaisi se vapaaehtoista hiilipörssiä tai hiilimarkkinoita, joissa korvaus maksettaisiin kysynnän ja tarjonnan perusteella. Myyntikelpoinen päästövähennys tuotetaan vähentämällä päästöjä perustason alapuolelle. Perustaso on vallitsevan CAP-politiikan määrittämä vähennystilanne.

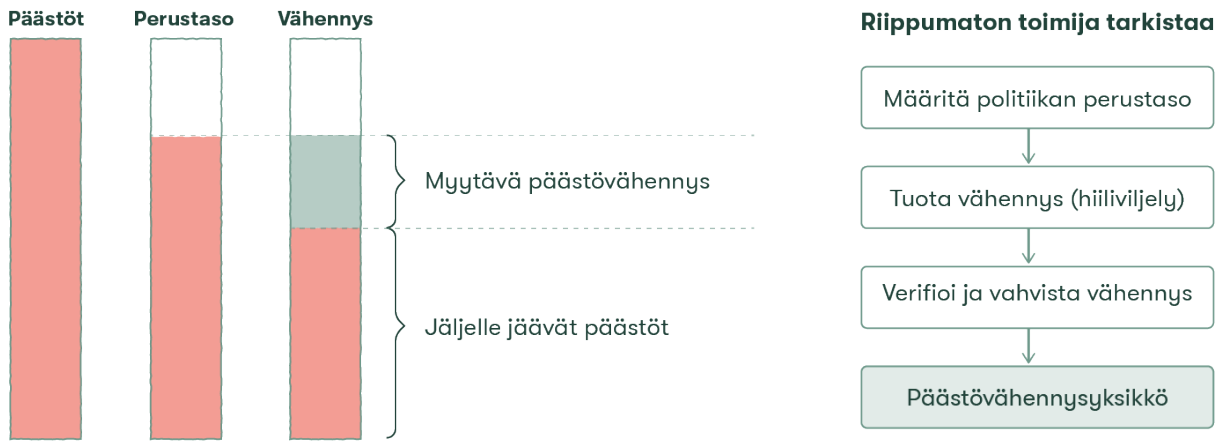
Hiilen varastoitumisen korvausjärjestelmiin liittyvät avainkäsitteet

Hiiliviljelyllä voidaan tuottaa joko päästövähennysyksiköitä tai hiilinieluyksiköitä. Kummassakin hiiltä sidotaan maahan viljelytoimenpiteillä. Näitä yksiköitä käsitellään markkinoilla eri tavoin.

Perusura= maatalouden hiilipäästöjen kehitys ilman kohdennettuja tai uusia päästövähennystoimenpiteitä

Päästövähennysyksikkö = yksikkö, joka edustaa 1 t CO_2 suuruista perusuran ylittävää, eli lisäistä päästövähennystä. Päästövähennys pitää olla vahvistettu tavalla tai toisella. Teollisuuden päästövähennykset voi vahvistaa esimerkiksi jokin verifioiva eli todentava yritys. Maataloudessa todentaminen voi tulla tutkimuksesta, jossa on osoitettu, millä toimilla hiiltä saadaan varastoitua maaperään.

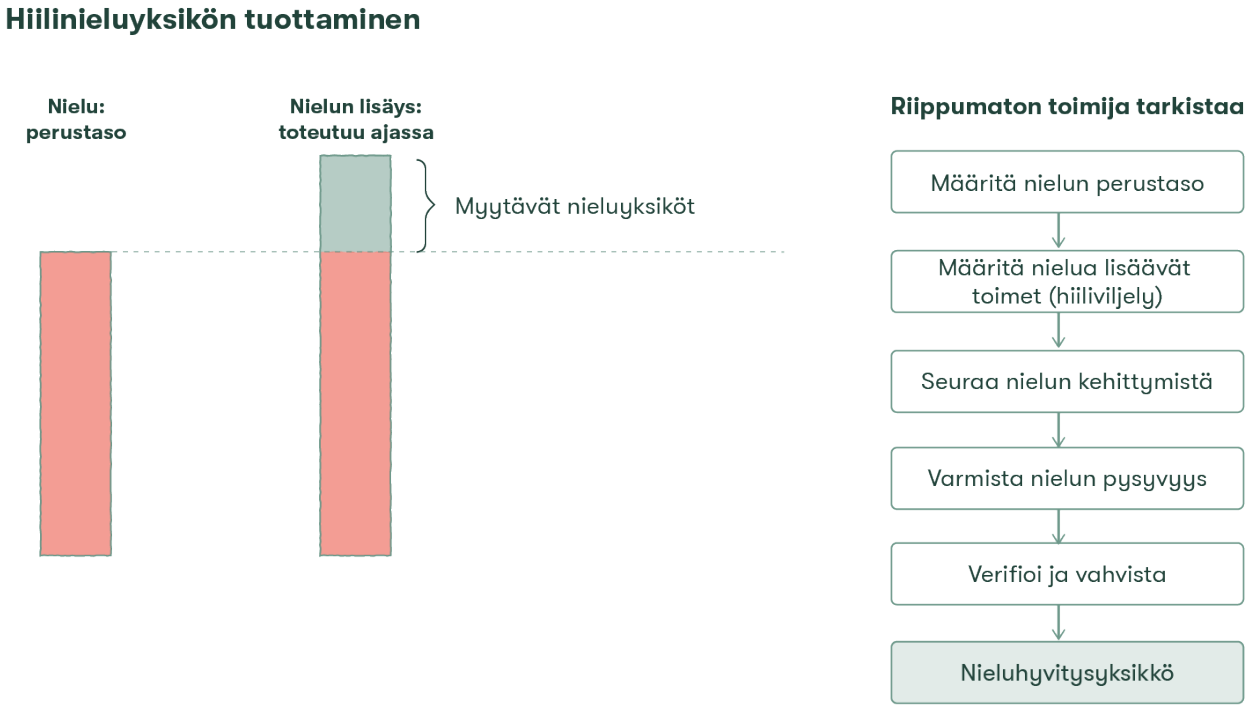
Päästövähennysyksikön tuottaminen



Kuva 11. Myyntikelpoinen päästövähennys tuotetaan vähentämällä päästöjä perustason alapuolelle. Perustaso on vallitsevan CAP-politiikan määrittämä vähennystilanne. Kuva lähteestä 2.

Hiilinieluyksikkö = yksikkö, joka edustaa 1 t CO_2 suuruista pysyvää ja perusuran ylittävää, eli lisäistä hiilensidontaa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.



Kuva 12. Nieluhyvitysyksikkö tuotetaan kasvattamalla nielua perustason yläpuolelle. Nieluhyvityksen haasteita: aikaviive, lisäisyys ja pysyvyys, epävarmuus läsnä. Yhden nieluyksikön tuottaminen edellyttää enemmän kuin yhden tonnin hiilen sidonnan. Kuva lähteestä 2.

Hiilidioksidiekvivalentti = Eri kasvihuonekaasuilla on erilainen *lämmitysvaikutus* (GWP, Global Warming Potential). *Hiilidioksidiekvivalenttia (CO_2-ekv.)* käytetään laskemaan eri kasvihuonekaasupäästöjen yhteenlaskettua vaikutusta ilmaston lämpenemiselle. Päästöjä laskettaessa hiilidioksidiekvivalentit ilmaistaan massana niin, että muiden kasvihuonekaasujen vaikutus on muunnettu vastaamaan hiilidioksidin lämmitysvaikutusta sadan vuoden tarkastelujaksolla. Hiilidioksidin GWP on siis 1, kun taas esimerkiksi metaanipäästöt kerrotaan kertoimella 28–34 ja dityppioksidipäästöt kertoimella 265–298.(3

Hiili, hiilidioksidi vai eloperäinen aines?

Hiiliviljelyyn, hiilensidontaan ja hiilimarkkinoihin liittyy paljon vaikeaa terminologiaa, joka on hallittava, jotta asian voisi kokonaisvaltaisesti ymmärtää. Perehdy yksiköihin ja käsitteisiin tarkemmin hiilitermistössä.

Mitä markkinat vaativat: kuinka kauan hiilen on pysyttävä maassa?

Kun hiiliviljelystä aletaan maksaa korvauksia, on keskeistä määritellä se, kuinka kauan hiilen tulee korvauksen saamiseksi pysyä maaperässä. Alustavien tietojen mukaan hiiltä voidaan varastoida maahan hyvinkin pitkiksi ajoiksi, kunhan sen säilymisestä maassa pidetään huolta.

Kaikki hiilimarkkinat perustuvat suhteellisen pitkäaikaisiin sopimuksiin. Muutaman vuoden sopimukset eivät ole riittäviä. Kalifornian päästökaupassa vaatimuksena on, että hiilen pitää pysyä maassa sata vuotta. Järjestelmät voidaan kehittää myös niin, että otetaan huomioon se aika,

minkä hiili säilyy ja katsotaan, miten se otetaan laskennassa huomioon. Lyhytaikaisissa sopimuksissa korvaus on alhaisempi kuin pitkäaikaisissa.

USA:ssa on osoittautunut tärkeäksi niin sanottu hiilivuotoilmiö: hiiltä ei saa karata muualta, jos tietylle pellolle on tehty toimenpiteitä. Jos esimerkiksi viljelijän satotaso pienenee hiiliviljelytoimenpiteiden takia, ei ole soveliasta raivata muualle lisää peltoja aikaisemman satotason saavuttamiseksi, koska pellon raivaus synnyttää aina hiilidioksidipäästöjä. Jos viljelijä siis raivaa uutta peltoa samaan aikaan kun saa korvausta hiilensidonnasta, integriteetti ei täyty eikä korvaus ole oikeutettu. Toisessa esimerkissä aiemmin viljan viljelyssä olleet pellot muutetaan nurmiksi, tavoitteena hiilimarkkinoille osallistuminen. Silloin viljan hinta nousee, jota varten raivataan uusia peltoja viljan tuottamiseksi. Kun järjestetään hiilinieluhyvityksiä, esitetyn kaltaisia hiilivuotoja ei voi tapahtua. Korvausjärjestelmien rakentaminen vaatiikin paljon tarkkuutta.

Ilmastollisesti kestävät hiilinieluhyvitykset

- Lisäisyys: hiilinieluhyvityksiä myönnetään vain lisäisestä hiilensidonnasta suhteessa määritettyyn vertailutasoon.
- Mitattavuus: ilmakehästä sidotun hiilen määrä on pystyttävä mittaamaan tarkasti ja luotettavasti.
- Pysyvyys: hiilen tulee säilyä pitkään maaperään sidottuna; hiili pyrkii ajan myötä vapautumaan nieluista. Mukaan pitää ottaa sellaisia viljelytoimia, joiden avulla hiili säilyy pitkään.
- Verifioitavuus eli todennettavuus: hiilen sidonnan tulee olla laskennallisesti läpinäkyvää ja ulkopuolisen toimijan verifioimaa.
- Ilmastollinen integriteetti (eli loukkaamattomuus): sidotun hiilinieluyksikön ei tule vähentää hiilinieluja muualla.

Korvaus pinta-alan vai tulosten mukaan?

1) Tonnikohtainen sopimus

Korvaus €/t C lisätystä maaperähiilestä ja sen ylläpidosta sopimuksen ajan

Tietovaatimukset:

- hiilivarasto/hiilensidonnan vertailutaso
- hiilensidonta ja sen aikaura
- vertailutason ja hiilensidonnan määrittelytapa

Tässä tulosperusteisessa sopimusmallissa mitataan ensiksi hiilen määrä maassa. Tämän jälkeen muutetaan viljelytapaa hiiltä sitovammaksi. Hiilivaraston annetaan kasvaa tietty aika, jonka jälkeen mitataan hiilivaraston koko uudelleen. Mikäli tehdään merkittäviä muutoksia viljelymenetelmissä, ja pellon hiilipitoisuus on lähtötilanteessa alhainen, voidaan hiilivarastoa kasvattaa huomattavasti. Tonnikohtaisessa sopimuksessa korvauksen määrä perustuu todelliseen muutokseen. Alkuvaiheessa hiilen lisäys voi olla voimakasta, mutta jossain vaiheessa lisäys taittuu. Hiilen määrä maaperässä saavuttaa 20–50 vuodessa pitkä aikavälin tasapainon. Sopimusta rakennettaessa on

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

hyvä katsoa keskimääräistä vuotuista lisäystä sopimusaikana, sillä yksittäisten vuosien väliset vaihtelut voivat olla suuria.

2) Hehtaarikohtainen sopimus

Viljelijälle maksetaan vakiokorvaus jokaisesta hehtaarista, jolla omaksutaan hiiltä sitova viljelytapa, riippumatta todellisuudessa sidotusta hiilen määrästä. Tässä vaihtoehdossa korvaus perustuu rakennettuihin malleihin, joiden perusteella on arvioitu eri toimenpiteiden hiilensidonnan potentiaali.

Tietovaatimukset:

- aiempi viljelytapa
- vaadittu viljelytapa
- sopimuksen pituus
- korvauksen suuruus
- yleinen tieto sidotusta määrästä (esim. tutkimuksesta)

Hehtaarikohtainen sopimus on viljelijöille tuttu muun muassa ympäristökorvausohjelmasta: tukea ei makseta tulosten perusteella vaan pinta-alaperusteisesti. Tämä sopimusmalli perustuu siihen, että tiedetään tiettyjen toimenpiteiden varastoivan tehokkaasti hiiltä maaperään. Tieto perustuu tutkimuksissa rakennettuihin malleihin. Viljelytoimenpiteisiin sekä hiilen prosesseihin liittyvää tutkimusta tehdään aktiivisesti sekä laboratorioissa että peltotutkimuksissa. Tutkimusten yhtenä tavoitteena on löytää tehokkaat hiiliviljelyn toimenpiteet. Eri tutkimusten tiedot yhdistetään malleissa suureksi kokonaisuudeksi, jolla voidaan päästä lähelle todellista tilannetta. Tällaista mallinnustutkimusta tehdään parhaillaan Suomessa esimerkiksi Carbon Action -tutkimuksessa. Tieto tarkentuu hetki hetkeltä, mutta jo nykyisellä tutkimustiedolla voidaan rakentaa perustat toimintamalleille. Kaikki uusi tieto kasvattaa olemassa olevaa tietoa, joten mallit kehittyvät sitä mukaa kun niihin syötetään lisää tietoa.

Hiilensidonnan todentamisen tutkimusta Carbon Action -alustalla

Kuva 13. Pyörrekovarianssi-laitteistolla mitataan hiilidioksidin määrää ja liikettä pellon pinnan tuntumassa. Kuva: Marjo Aspegren.

Katso miten väitöskirjatutkija, viljelijä Laura Heimsch kertoo pyörrekovarianssi-laitteiston toiminnasta ja hiilidioksidin vaihdon mittauksista Qvidjan kartanolla Paraisilla.

Video: Hiilidioksidivuon pyörrekovarianssimittaukset nurmelta (03:25)

Hiilen tai hiilidioksidin sitoutuminen maaperään, sen lisäisyyden, pysyvyyden ja vuotojen määrittäminen pitää tehdä tieteellisesti hyväksytyin keinoin.

Maatalousmaan hiilensidontaa voidaan tutkia esimerkiksi maanäytteitä analysoimalla, reaaliaikaisilla lämpötila- ja kosteusmittauksilla, kaasunvaihtomittauksilla ja kaukokartoituksella. Carbon Action -tutkimuksen seurauksena syntyvät ratkaisut eivät kuitenkaan perustu pelkästään konkreettiseen mittaamiseen ja tulosten analysointiin. Tavoitteena on luoda kokonaisvaltainen todentamismenetelmä, jolla voidaan mallintaa ja ennustaa hiilensidontaa myös sellaisilla alueilla, joilta konkreettista mittausaineistoa on saatavilla vain vähän.

Tavoitteena on luoda ja testata yleisesti päteviä käytäntöjä ensin Suomen mittakaavassa ja sen jälkeen skaalata käytännöt muualla toimiviksi. Laskelmien ja mallinnuksen tulee perustua kansainvälisesti hyväksyttyyn ja varmistettuun tutkimustietoon. Carbon Action -alustalla edelleen

kehitettävät mittaus- ja mallinnusmenetelmät ovat laajasti käytössä ilmastotyötä johtavissa yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa.

Erityisesti maaperän hiilensidontaa todentamaan on Ilmatieteen laitoksella kehitetty laskenta- ja mallinnusmenetelmää yhteistyössä johtavien kansainvälisten huippuasiantuntijoiden kanssa. Työn tavoitteena on luoda täysin uudenlainen alusta, jolla voidaan yhdistää useita käytössä olevia mallinnusmenetelmiä reaaliaikaisesti päivittyvään laskuriin. Näin tuotettavat tulokset voidaan arvioida usean mallin avulla, eikä syöttöaineistoa tarvitse erikseen räätälöidä kaikille malleille sopivaksi. Ensimmäinen vertaisarvioitu avoin tieteellinen julkaisu tietoinfrastruktuurista on jo saatavilla. Lue julkaisu tästä.

Hiilensidonnan todentamisessa on hyödynnetty Ilmatieteen laitoksella kehitettävää Yasso-mallia ja muita peltojen hiilensidonnan laskemiseen soveltuvia laskentamalleja (mm. BASGRA ja STICS-malleja). Yasso on dynaaminen malli maaperän hiilimäärän, hiilimäärän muutosten ja heterotrofisen maahengityksen laskemiseen. Sitä on sovellettu muun muassa maankäytön ja ilmastonmuutoksen vaikutusten arviointiin sekä kasvihuonekaasujen inventaarioihin (UNFCCC).

Uudistavaa viljelyä tutkittaessa Yassoon on lisätty hiiliviljelyn vaikutusten laskemisen erityispiirteitä. Yassoon on onnistuttu menestyksekkäästi lisäämään typenkierto ja satelliittiaineistoa hyödyntävä pintakasvillisuuden määritysparametri. Yassoa voi myös käyttää maaperän keräsieniaineiston analysoimiseen, sillä hankkeessa tapahtuneen kehitystyön ansiosta malli ymmärtää nyt myös maaperän lämpö- ja kosteusmittauksia. Kehitystyö jatkuu edelleen ja Yassolla voidaan jo melko tarkasti analysoida muun muassa maahengityksen ja typen vaikutuksia ja linkkejä hiilensidontaan paikallisesti, sekä ennustaa tuloksia yli eripituisten ajanjaksojen.

Todentamismenetelmän ja siitä saatavien tulosten viestinnän tehostamiseen on kehitetty Pelto-observatorio, joka on verkossa vapaasti käytettävissä oleva alusta, jossa visualisoidaan kerättyä mittausaineistoa tutkimuspelloilta. Kaasunvaihtomittausten lisäksi alustalle kootaan reaaliaikaista aineistoa hyödyntäen satelliittiaineistoa, peltosensoreita, sääennustuksia ja maaperäanalyysien tietoja.

Viljelijät voivat näillä tiloilla itse seurata hiiliviljelytoimenpiteiden vaikuttavuutta lohkotasolla. Lisäksi tulokset julkaistaan vuosittain Zenodo-palvelimella (hakusana ’Carbon Action’). Tulosten avulla nähdään, miten eri lohkot käyttäytyvät kuivuuden ja rankkasateiden aikana, miten kasvit kasvavat eri lohkoilla ja miten viljelijä voi kehittää kasvien ja maaperän kykyä sopeutua muuttuvaan ilmastoon.

Tutkimuksen tuloksia pääsee tarkastelemaan reaaliaikaisesti Pelto-observatorion kautta, ja tulevaisuudessa oman pellon hiilensidontaa ja hiiliviljelytoimenpiteiden vaikutuksia voi konkreettisesti havaita. Todentamismenetelmän kautta on myös pian mahdollista määrittää todellinen peltoon sitoutunut hiilen määrä ja hyödyntää tätä tietoa esimerkiksi hiilikrediittien laskentaan.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 14. Ilmatieteen laitoksen väitöskirjatutkija, viljelijä Laura Heimsch peittää kammiomittauslaitetta Qvidjassa. Kuva Marjo Aspegren.

Katso videolta, kun Laura Heimsch kertoo kammiomittauksen toiminnasta käytännössä.

Video: Hiilidioksidivuon kammiomittaus nurmelta (04:38)

Hiiliviljelyn kannattavuus markkinoilla

Hiilihyötyjen tuottamisen kannattavuus riippuu monista tekijöistä, kuten sopimuksen pituudesta, korvauksen suuruudesta sekä sidottavan hiilen määrästä tai saavutettavista päästövähennysten määrästä.

Mitä suurempi hiilihyöty on saatavissa yli ajan, sen suurempi tuotto hiiliviljelystä voidaan saada. Kattavat viljelykokeilut auttavat löytämään lisää tehokkaita tapoja. Maankäytön muutos, kuten esimerkiksi huonosti tuottavien turvepeltojen poistaminen tuotannosta, on usein suuri hiilihyötyjen tuottaja.

Mitä suurempi hinta hiiliyksiköstä saadaan, sen suurempi on hiiliviljelyn kannattavuus. Hiiliyksikön markkinahinta riippuu monista seikoista ja sen ennustaminen on hankalaa. Hiilihyödyn määrä ja yksikköhinta eivät yksinään ratkaise hiiliviljelyn kannattavuutta, vaan sen ratkaisee lopulta sopimuksen pituus.

Kun sopimus hiilihyötyjen tuottamisesta päättyy, viljelytapaa voidaan muuttaa ja hiili voi vapautua takaisin ilmakehään. Lyhyen sopimuksen tuoma ilmastohyöty on pienempi kuin pitkän sopimuksen, joka on huomioitava markkinan laskentasäännöissä ja korvausta maksettaessa.

Vapaaehtoisten hiilimarkkinoiden luonteesta

Kysyntä hiilihyödyille syntyy päästöjen hyvityksestä eli kompensaatiosta, kun jokin toimija korvaa aiheuttamansa päästön hankkimalla vastaavan päästövähennyksen toiselta toimijalta. Kompensaatiossa hankittu päästövähennysyksikkö neutraloi aiheutetun päästöyksikön. Kompensaatio on mahdollinen, jos saatavilla on siihen soveltuvia päästövähennysyksiköitä.

Hiilimarkkinoiden hinta määräytyy kysynnän ja tarjonnan pohjalta: paljonko tarjontaa on, ja kuinka paljon hyvityksiin on tarvetta. Toiminnan epävarmuutta lisää syntyvä suuri kilpailu.

Tärkeitä kestävien järjestelmien syntymiseksi ovat myös hiilimarkkinan status ja luottamus lisäisyyteen. Statuksella kuvataan sitä, onko hiilimarkkina aidosti lisäinen suhteessa valtion velvoitteisiin. Ostajien täytyy voida lisäksi luottaa siihen, että hiilihyöty (päästövähennys tai hiilensidonta) on aidosti lisäistä eikä systeemissä ole hiilivuotoa (tilan sisällä eikä maan tasolla).

Maatalousmailla on potentiaalia toimia hiilinieluina ja hiilinieluyksiköiden tuottaminen markkinoille voi tulevaisuudessa olla osa maatalouselinkeinon tulovirtaa. Mittausjärjestelmien kehittäminen on kuitenkin vaikeaa, ja vaatii pitkäjänteistä sitoutumista tutkimukselta, tuottajilta ja potentiaalisilta ostajilta.

Tällä hetkellä viljelijöiden kannattaa seurata tutkimuksen ja julkisen keskustelun kehittymistä. Keskusteluun kannattaa osallistua aktiivisesti, jotta viljelijän näkökulma järjestelmiä kehitettäessä osattaisiin huomioida oikein. Vaihtoehtoisia toimintamalleja on useita ja niiden kehittämiseen kannattaa panostaa.

Vaikka hiilimarkkinat kehittyvät hitaasti ja kehitystyö on vaikeaa, voi maan kasvukuntoon ja hiilensidontaan panostava viljelijä nauttia työnsä hyödyistä heti. Vaikka pelloilta ei vielä voi myydä hiilihyötyjä, voidaan nauttia välittömästi hiiliviljelyn muista eduista; parantuneesta maan kasvukunnosta, kohenevista satotasoista ja positiivisista ympäristövaikutuksista.

Lukua 10 ovat olleet kirjoittamassa:

Ari Nopanen, ProAgria Etelä-Suomi
Eliisa Malin ja Eija Hagelberg, BSAG
Layla Höckerstedt, Ilmatieteen laitos

Luvun 10 asiantuntijatarkastus:

Kyösti Arovuori, REINU econ

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Luku 11 Mittaa ja havainnoi

Pellon tilaa voi seurata nykyaikaisen mittausteknologian avulla, mutta keskeistä on oppia tekemään havaintoja maan kasvukunnosta myös aistinvaraisesti. Tässä luvussa perehdytään sekä mittausteknologiaan että erilaisiin peltohavaintoihin käytännössä.

I. Mittaa

Peltomaan lohkonsisäisen vaihtelun monitorointi teknologian avulla

Pellon tilaa voidaan seurata nykyaikaisen mittausteknologian avulla. Teknologia ei kuitenkaan ole lähitulevaisuudessa poistamassa viljelijän oman viljelytaidon merkitystä. Mittausten ansiosta viljelijä saa paremman ymmärryksen vallitsevasta tilanteesta pellolla, ja näin on helpompi tehdä oikeita päätöksiä. Mittaukset myös mahdollistavat sen, että viljelijä voi nähdä tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksen. Aluksi yksi tärkeimmistä tehtävistä on ratkaista, mihin kohtiin peltolohkoa mittaukset pitää kohdistaa. Tässä kappaleessa esitellään maanpäällisiä ja maanalaisia mittausmenetelmiä sekä sitä, miten ne yhdistetään viljelyn kehittämiseksi. Kappaleessa mainitaan esimerkinomaisesti yrityksiä sekä laitteiden merkkejä. Viljelijän kannattaa kuitenkin itse tutustua kaikkiin saatavilla oleviin palveluiden ja tuotteiden tarjoajiin, jotta kokonaiskuva tarjonnasta muodostuu kattavaksi.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 1. Kun viljelijät keskustelevat täsmäviljelystä, smart farmingista tai digitekniikoista, on melko todennäköistä, etteivät he puhu aivan samasta asiasta. Pahin keskustelua sekoittava seikka on se, ettei kaikki digi suinkaan liity peltomaan tai kasvuston paikkakohtaiseen tarkkailuun ja hoitoon - ovathan puhelutkin nykyään digitaalisia. Kuva: Sanna Söderlund.

Sekaannuksia aiheuttaa myös se, että termit ovat suomennoksia alun perinkin epämääräisistä englanninkielisistä ilmaisuista. Suurin osa maatalouselektroniikasta on digin sijaan paremminkin *automaatiota*, joka on tavalla tai toisella ollut keskeinen osa maataloustyötä jo satoja vuosia ja korvaamatonta sinänsä. Esimerkiksi automaattiohjaus ei itsessään ole paikkakohtaista viljelyä, eikä täsmäviljely myöskään edellytä sitä, vaikka harva automaattiohjauksen makuun päässyt viljelijä suostuisi siitä enää luopumaan. Digitaalinen tai mekaaninen kuivurivaaka sen sijaan tuottaa havaintoja, jotka voidaan kohdistaa tiettyyn kohtaan peltolohkoa ja tätä kautta kehittää paikkakohtaisia viljelytoimia.

Vanhojakin menetelmiä voidaan helposti muuttaa täsmäviljelyksi. Viljavuustutkimus on tästä hyvä esimerkki. Ympäri lohkoa koostettu maanäyte häivyttää vaihtelun, mutta tietoisesti eri kohdista kerätyt näytteet voivat paljastaa jotain olennaista lohkon tilasta.

Näistä syistä on ennen erilaisten mittaustekniikoiden ja menetelmien esittelyä syytä määritellä käsiteltävä aihe tarkemmin.

Miksi mitataan?

Ensimmäinen syy mitata on viljelyn kehittäminen. Jokainen tuotantoaan kehittävä viljelijä pyrkii viljelemään entistäkin paremmin ja ympäristön kannalta kestävämmin. Paremmuus voi liittyä satotasoon, sadon laatuun tai viljelyn kannattavuuteen.

Jokaista peltoa voidaan pitää tavallaan ongelmana. Vaikka huippulohko tuottaisi toistuvasti seitsemän tonnin viljasatoja, on kahdeksannen tonnin puuttuminen ongelma. Toisaalta lohkon ongelma voi olla, ettei varmuutta kunkin toimenpiteen tarpeellisuudesta ole, joten kenties saman sadon voisi tuottaa kustannustehokkaammin.

Moni viljelijä on asettanut tavoitteekseen kasvun ja sadon maksimoimisen. Kun mahdollisimman suuri sato tuotetaan uudistavia viljelymenetelmiä hyödyntäen, samalla maksimoidaan myös hiilen sidonta. Tämä edellyttää sitä, ettei hiiltä samalla kadoteta pellolta enemmän kuin sitä sidotaan. Samalla orgaaninen hiili parantaa maan rakennetta, vedenpidätystä ja ravinnevarastoja. Laajemmassa katsannossa hyvän sadon tuottaminen nykyisillä pelloilla voi vähentää tarvetta raivata uutta viljelysmaata kaukaisissa maissa.

Mittaamalla saadaan esille jotain sellaista, mitä ei muuten voi nähdä. Peltokasvintuotanto on täynnä tällaisia vaikeasti havaittavia asioita, kuten pellon ravinnetila tai maan kosteus.

Toinen syy mitata on pyrkimys seurata kehitystä ajan oloon. Viljavuusfosfori alenee tai kohoaa vähitellen ja maan kosteus muuttuu jatkuvasti haihdunnan, sadannan, valunnan ja kasvien vedenoton tuloksena. Kummallekin mainitulle asialle voidaan tehdä yhtä ja toista, mutta ilman

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

mittauksia on vaikea ratkaista, ovatko toimenpiteet tarpeellisia, puhumattakaan tehtyjen toimenpiteiden vaikutusten todentamisesta.

Kasvuston lohkonsisäinen vaihtelu on yleensä suurta, mutta sitä on erittäin vaikea havaita. Pääsääntö on, että erittäin huono kohta kasvustosta näkyy silminkin, mutta erinomainen näyttää samalta kuin keskimääräinen. Tästä syystä pellon satoisuudeltaan eritasoisten alueiden onnistunut tunnistaminen vaatii käytännössä aina teknologisia menetelmiä.

Vain sitä mitä mittaa, voi hallita.

Peter Druckerin lausuma motto mittaamisen ja hallinnan yhteydestä sopii erinomaisesti ohjenuoraksi peltoviljelyyn mututuntuman sijaan. Jos esimerkiksi pyrkii parantamaan satoa eri lohkoilla, ei voi tietää mikä toimii ja mikä ei, ellei näiden lohkojen satotasoja mitata.

Druckerin motolla on toinenkin sanoma: pelkkä mittaaminen ei vielä itsessään paranna mitään, ellei se johda parempiin toimenpiteisiin. Vielä jyrkemmin voi sanoa, ettei kannata mitata mitään sellaista, jolle ei aio myöskään tehdä mitään, sillä mittauksiin liittyy aina kustannuksia. Itse mittaustekniikka on yksi investointi, mutta näiden mittaustulosten käsittely ja johtopäätösten tekeminen on toinen vähintäänkin yhtä suuri panos. Jos siihen ei löydy resursseja, kannattaa mittalaitteetkin jättää hankkimatta.

Minne mittaukset pitäisi kohdistaa?

Satotason lohkonsisäinen vaihtelu on avain, jolla mittaukset on helppo kääntää käytännön toimenpiteiksi. Mittausten kohdentaminen niihin lohkonosiin, jotka valmiiksi tiedetään erinomaisiksi, keskimääräisiksi ja ongelmallisiksi, luo tilanteen, jossa mittauksen tuloksia voidaan heti vertailla.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 2. Mittauksen kohteena voi olla esimerkiksi traktorin tai sen perässä kulkevan laitteen aiheuttama paine maahan. Kuva: Sanna Söderlund.

Jos esimerkiksi on epäilys, että pellon tiiviys haittaa kasvua, yksittäisen mittauksen tulosta on hankala verrata oppaista löytyviin ohjearvoihin. Jos mittauksia tehdään lisää, huomataan että tulokset vaihtelevat ympäri peltoa, ja tilanne mutkistuu entisestään. Seuraavaksi johtuu mieleen, että mittauksia pitäisi tehdä valtava määrä tasaisin välimatkoin, mutta miten näin muodostuvaa karttaa pitäisi tulkita?

Parempi metodi on tunnistaa lohkolta hyvin, keskimääräisesti ja huonosti kasvavia alueita ja mitata niiden tiiviydet erikseen. Jos osoittautuu, että ongelmakohdat ovat tiiviimpiä kuin hyvät kohdat, on kipukohta tunnistettu kerralla. On myös mahdollista, että hyvät ja huonot lohkonosat ovat tasaväkisen tiiviit, joka puolestaan osoittaa, ettei tiiviys ole ongelmakohtien ensisijainen murhe. Tämäkin on hyödyllinen tulos, joka ohjaa keskittymään olennaisiin asioihin.

Lohkonsisäinen satovaihtelu johtuu maanalaisista tekijöistä

Kasvit tarvitsevat neljä tekijää kasvaakseen, minkä lisäksi tautien ja tuholaisten poissaolo on tietenkin eduksi. Maan yläpuolelta kasvit ottavat 1) auringon säteilyä ja 2) kaasuja (hiilidioksidi ja happi). Maasta juuret ottavat 3) vettä ja 4) ravinteita. Koko peltolohko saa saman annoksen auringon säteilyä (maaston varjostus pois lukien) eivätkä maanpäälliset kaasupitoisuudet merkittävästi vaihtele, joten satovaihtelun syiden on löydyttävä maan alta.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Seuraava päättelyketju tiivistää edellä esitetyt alkuoletukset:

1. Kasvustossa on satovaihteluja, jotka eivät näy aistinvaraisesti
2. Erot hyvien ja huonojen kohtien välillä johtuvat maanalaisista tekijöistä
3. Teknologian avulla voidaan tunnistaa kasvuston hyviä, keskimääräisiä ja heikkoja alueita
4. Kohdistamalla maanalaiset mittaukset näihin kohtiin voidaan selvittää, mikä niitä vaivaa

Lohkon sisäisen satovaihtelun perusteella voidaan selvittää, mitä huonoille kohdille pitäisi tehdä, jotta ne saataisiin parhaiden veroisiksi tai voitaisiin lopettaa ylimääräisten tuotantopanosten kohdentaminen niihin. Vaihtelu johtuu maanalaisista tekijöistä. Tekemällä maanpäällisiä havaintoja kasvustosta saadaan selville, missä kohdissa peltoa maanalaisia mittauksia pitäisi tehdä. Tästä syystä kasvustoa havainnoivat ja maan ominaisuuksia mittaavat teknologiat ovat toisiaan täydentäviä, eivät keskenään kilpailevia.

Kasvuston havainnointi alueiden tunnistamiseksi

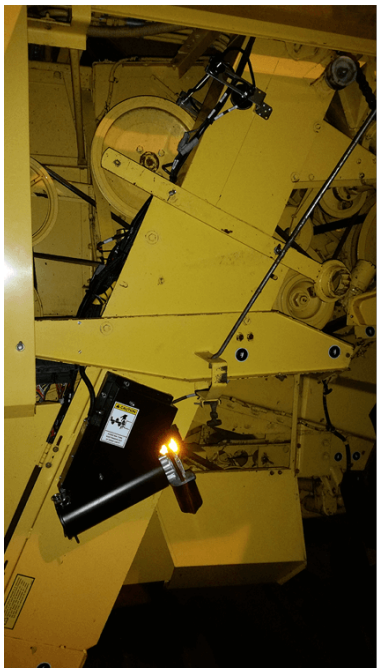
Selvittämällä, miksi pellon yksi osa-alue tuottaa merkittävästi enemmän satoa kuin toinen, voidaan siis selvittää miten heikkoa kohtaa pitäisi parantaa. Siksi ensimmäinen askel on selvittää hyvien ja huonojen kohtien sijainnit, ja kukaan ei tiedä sitä paremmin kuin viljeltävä kasvusto itse.

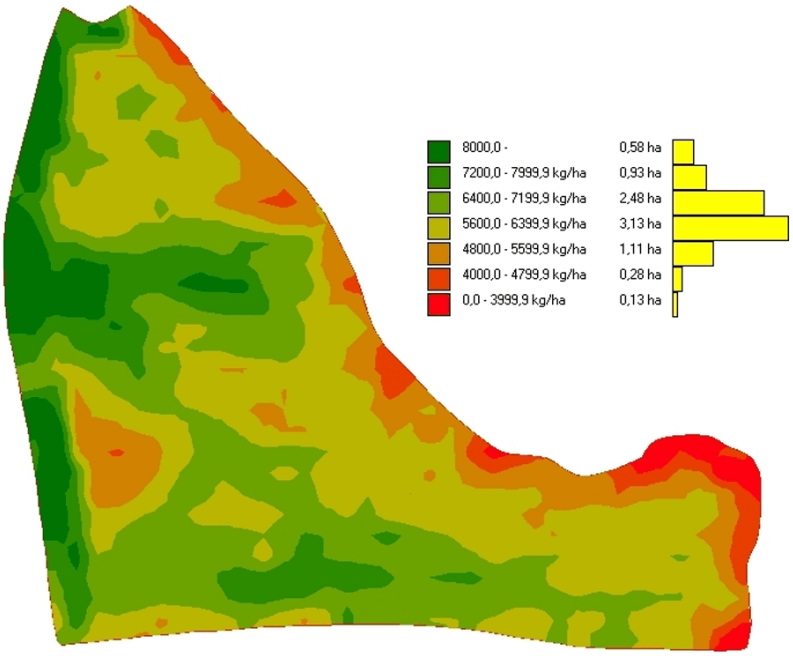
Kuten sanottu, parhaiden kohtien tunnistamiseen tarvitaan mittausteknologiaa. Eri menetelmillä on keskinäisiä eroja, vaikka viime kädessä kaikki tekniikat kasvuston vaihtelun tunnistamiseksi ovat käyttökelpoisia.

Satokartoitus

Satokartoitus on ylivoimainen menetelmä lohkon sisäisen vaihtelun mittaamiseen sadonkorjuun yhteydessä; onhan juuri korjattu sato se, jota on tarkoitus tuottaa. Suhteutettuna uuden leikkuupuimurin hintaan ei satotasomittarin 3000–8000 euron kustannus ole kohtuuton. On kuitenkin muistettava, että mittauksen hoitaminen sadonkorjuun yhteydessä on ylimääräinen tehtävä, jonka lisäksi aineisto on käsiteltävä ja analysoitava.

Viljelijällä on oltava todellinen halu testata ja kokeilla käsittelyjä, lajikkeita ja asetuksia pelloillaan, jotta satokartoitukseen kannattaa ryhtyä. Se on kuitenkin nopeasti yleistyvä täsmäviljelyn perusta, jonka kehitystä johtavat yhdysvaltalaiset maissinviljelijät. Heistä jo 80 prosenttia käyttää satokarttoja viljelysuunnittelunsa pohjana.





Kuva 3. Satoa puintityön aikana mittaavat anturit tuottavat laadultaan ja tarkkuudeltaan parhaan satokartan, mutta aloituskustannuksen lisäksi tulee varautua myös mittaamisen ja aineiston käsittelyn työvaiheeseen. Kuvat: Johannes Tiusanen.

Satelliittikuvat

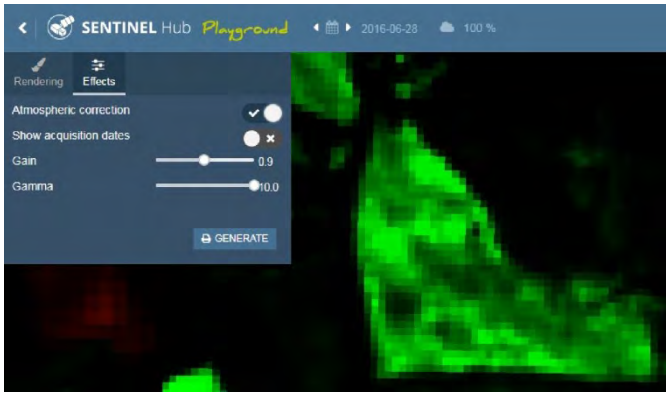
Satelliitit tuottavat kasvustoindeksin (NDVI) sen perusteella, miten tietyt auringonvalon aallonpituudet imeytyvät ja heijastuvat kasvustosta. Klorofylli eli lehtivihreä imee voimakkaasti näkyvää valoa. Sen sijaan lehtien solurakenne heijastaa pois lähi-infrapunavaloa (NIR). On huomattava, että vain terveet kasvinosat heijastavat infrapunavaloa, kun taas kuiva tai sairas kasvi lakkaa käyttämästä näkyvää valoa ja alkaa imeä infrapunavaloa iseensä. Tämän takia vertailemalla kasvustosta heijastuvan infrapunan ja näkyvän punaisen valon määrää toisiinsa, saadaan hyvä arvio terveen klorofyllin määrästä, joka kuvaa samanaikaisesti sekä kasvuston määrää että sen terveyttä.

Euroopan avaruusjärjestön Sentinel-2 satelliittien aineistot ovat hinnaltaan täysin lyömättömiä, sillä lähdeaineisto verovaroin kustannetuilta satelliiteilta on ilmaista. *Satelliittikuvia* ja niistä infrapuna-alueen informaation perusteella laadittuja biomassakarttoja voi selailla ilmaisissa palveluissa, esimerkiksi Sentinel Playgroundissa. Tarjolla on myös monia maksullisia ja asiakkuuteen perustuvia palveluita, jotka perustuvat samaan aineistoon, mutta ovat jalostettuja helpommin käytettävään muotoon.

Tämän tietolähteen etuna on, että aineistoa on kertynyt jo yli viiden vuoden ajalta. Näin ollen tutkittavan lohkon historiaa voi selata monta kasvukautta taaksepäin ja tarkastella, ovatko huonot ja hyvät kohdat pysyviä, vai vaihtelevatko ne kasvukauden olosuhteiden myötä.

Toimivin keino tunnistaa laadultaan poikkeavat lohkon osat on hakea sen päivän satelliittikuva, joka on pilvetön ja lähimpänä biomassan huippukohtaa. Viljoilla tämä on tyypillisesti

lippulehtivaihe, nurmella juuri rehuntekoa edeltäneet päivät. Kasvuston alkaessa tuleentua infrapuna-alueen kuvat haalistuvat nopeasti ja epätasaisesti. Turvallisesti vehreään aikaan otettu kuva on parempi vaihtoehto kuin tähkälletulon jo käynnistyessä.



Kuva 4. Verovaroin kustannettujen Sentinel-2 satelliittien biomassakartat ovat ilmainen keino tunnistaa lohkon sisäistä vaihtelua. Ilmaisuuden lisäksi aineistoa on jo monelta menneeltä kasvukaudelta. Kuva: apps.sentinel-hub.com.

Satelliittikuvilla on tiettyjä puutteita verrattuna satokartoitukseen sadonkorjuun yhteydessä. Ensiksikin vakava rikkakasvusto parantaa biomassaa, mutta alentaa satoa. Rikkakasvustoa ei satelliittikuvista voi erottaa. Toiseksi joinakin vuosina keskikesä saattaa olla hyvin pilvistä, jolloin käyttökelpoiset kuvat rajoittuvat kasvukauden alkupuoleen. Vaikka kasvusto näyttäisi hyvältä lippulehden tultua esiin, moni asia voi vielä pilata sadon. Jos taas esimerkiksi kasvitaudit pilaavat jyväsadon muodostumisen kasvukauden lopulla, se ei johdu maanalaisista viljavuustekijöistä.

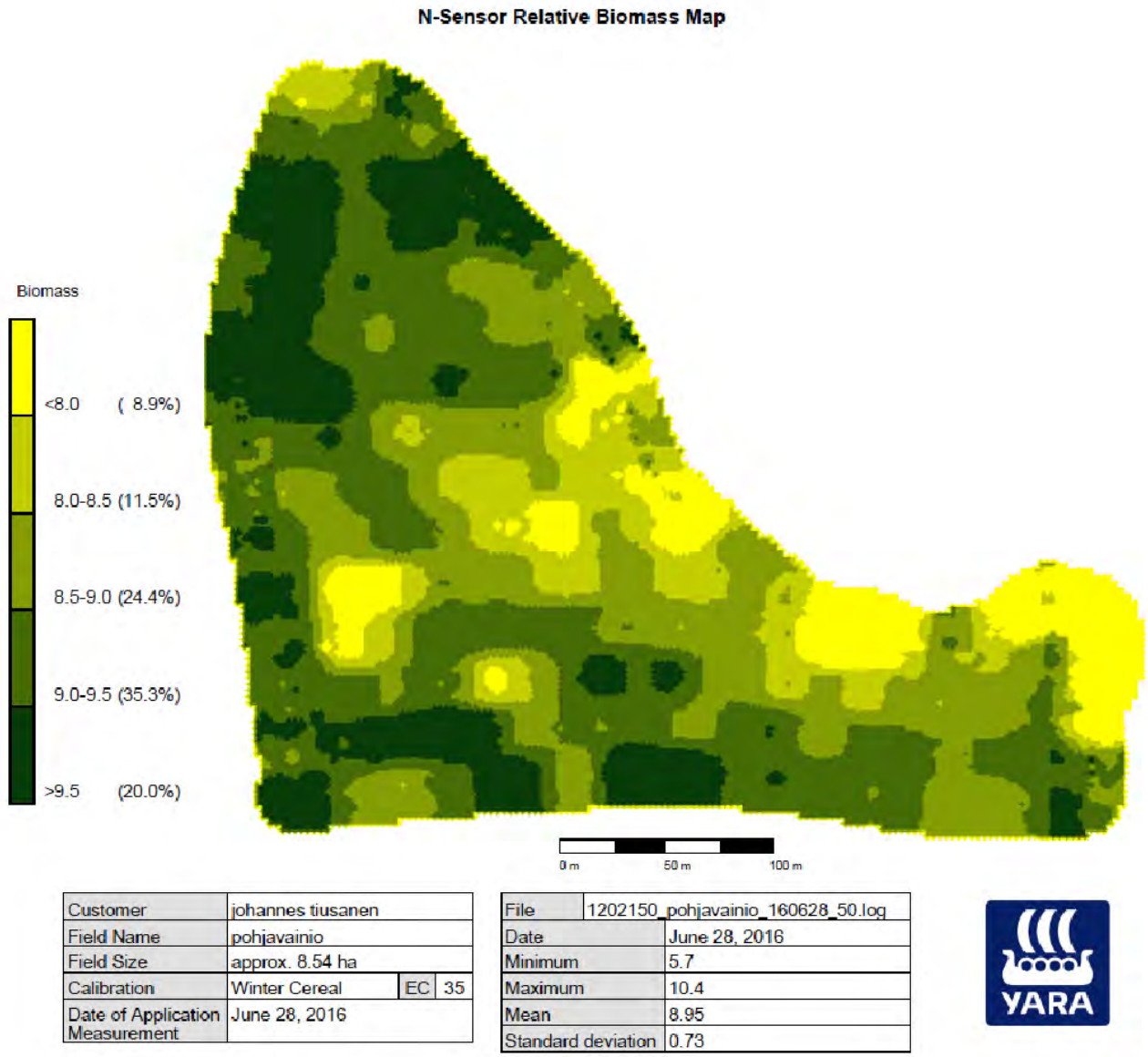
Viljat tarvitsevat vettä merkittävästi vielä jyvien täyttymisen aikana, joten loppukesään osuva kuivuus rankaisee sadonmuodostusta hyvin epätasaisesti. Tätäkään ei voi havaita biomassakuvista, mutta yhdistämällä satelliittihavaintoja satokartoituksen tuottamaan karttaan voidaan tunnistaa lohkonosia, joissa keskikesän potentiaali jää toteutumatta sadossa. Tämä havainto on joka tapauksessa hyödyllinen. Satelliittikuvat ovat ajallisen jatkuvuutensa ja satokartat lahjomattoman tarkkuutensa ansiosta toisiaan täydentäviä tekniikoita.

Kasvustoanturit

Optiset laitteet asettuvat satelliittikuvien ja satokartoituksen välimaastoon. Pääosa peltotyökoneeseen asennetuista *kasvustoantureista* perustuu samankaltaiseen infrapunakuvantamiseen kuin satelliititkin, mutta pystyvät tuottamaan kasvustokartan tarkemmalla resoluutiolla. Ne toimivat silloinkin, kun taivas on pilvinen.

Tunnetuin kasvustoanturi on lannoitteen pintalevitykseen yhdistetty N-sensor, joka säätää lannoitteen levitysmäärää ajon aikana paikkakohtaisen kasvuston mukaisesti. Vaikka toisinaan tuntuu, että N-sensoria pidetään jopa täsmäviljelyn synonyyminä, on siinä paremminkin kyse automaatiosta kuin pellon ongelmien paikkakohtaisesta tunnistamisesta. Jos esimerkiksi viljelijä käyttää urakoitsijaa täydennyslannoituksen toteuttamiseen, muttei vaivaudu pyytämään ja

tutkimaan työn ohessa syntyneitä karttoja, eivät kasvustoanturit edesauta ongelmakohtien tutkimista millään tavalla.



Kuva 5. Paikkakohtaisesti säätyvä täydennyslannoitus tuottaa myös biomassakartan levityshetken kasvustosta. Se on yhtä pätevä kartta hyvien ja huonojen alueiden tunnistamiseen kuin muutkin kasvuston optisen havainnoinnin tekniikat. Tämä kartta on lähes identtinen ylempänä esitetyn, samana päivänä otetun Sentinel-2 satelliittikuvan kanssa. Kuva: Martti Yli-Kleemola ja Johannes Tiusanen.

Lennokit

Kauko-ohjattavat lennokit muodostavat kasvuston kuvantamisessa kirjavan ja epäyhtenäisen ryhmän. Autonomiset robottilennokit eivät vielä ole sallittuja Euroopassa. Edullisilla, muutaman satasen kuvauskoptereilla saa karkean yleiskäsityksen lintuperspektiivistä, kun taas raskaimmat isojen alueiden multispektrikartoitukseen tarkoitetut laitteet maksavat kymmeniä tuhansia euroja.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Yleinen käsitys on kuitenkin, että näkyvän valon alueen valokuvista voidaan tunnistaa vain ongelmakohdat, mutta erityisen hyvien kasvustojen tunnistamiseen tarvitaan havaintoja lähi-infrapuna-alueelta (NIR), joka onnistuu vain erikoisvalmisteisilla kameroilla.

Tällä hetkellä on käynnissä hankkeita, joissa kerätään tarkkoja kuvia kasvustosta lennättämällä kuvauskopteria matalalla ja sovelletaan koneoppimista yksittäisten kasvien ulkonäön ja satopotentiaalin yhteyden tunnistamiseksi, mutta tällaisia kaupallisesti tarjolla olevia palveluja saadaan vielä odottaa.

Lohkon huonot kohdat voi tunnistaa silmämääräisesti, mutta parhaat näyttävät samalta kuin keskimääräiset. Puimurin satokartoittimella saadaan paras kartta lohkon sisäisestä vaihtelusta, mutta biomassan huipun tai lippulehtivaiheen aikana otetut infrapuna-alueen satelliitti-, kasvustosensori- tai lennokkikuvat antavat yhtä hyvän kuvan alkukesän kasvuolosuhteista. Käyttämällä satokartoitinta yhdessä kuvausten kanssa saadaan lisäksi tietoa siitä, millä lohkon osilla sadon loppukehityksellä on tapana epäonnistua.

Peltomaahan kohdistuvat mittaukset

Mittausmenetelmät voidaan jakaa karkeasti neljään erilaiseen ryhmään: 1) Näytteenotto, 2) Käsikäyttöiset mittarit, 3) Peltoskannaus ja 4) Jatkuvatoimiset mittalaitteet eli monitorointi.

Näytteenotto

Näytteenottoa, viljavuusnäytteitä ja maan kasvukunnon aistinvaraista arviointia käsitellään Luvun 5 Kunnosta pelto -kappaleessa I Ongelmien tunnistaminen sekä seuraavassa kappaleessa Havainnointi. Näytteenotto ja peltomaan aistinvarainen arviointi muodostuvat osaksi paikkakohtaista havainnointia silloin, kun koko lohkon sijaan teetetään ympäristökorvauksen vaatimusta suurempi määrä viljavuustutkimuksia, jotka kohdistetaan edellä käsitellyn kasvuston havainnoinnin perusteella hyviin, keskimääräisiin ja huonoihin kasvukohtiin. Viljavuustutkimuksen tuloksista voi havaita, esiintyykö huonojen kasvukohtien näytteissä multavuuden tai sellaisten ravinteiden puutosta, jota hyvissä kohdissa ei havaita.

Jos esimerkiksi havaitaan, että parempi sato saadaan korkeamman fosforiluokan kohdista, se ei ole ainoastaan merkki siitä, että heikkojen kohtien fosforitilaa pitäisi kohentaa. Sen sijaan se voi myös osoittaa, että kyseisellä lohkolla on hyvä satovaste fosforille, jolloin hyvätkin kohdat saisivat hyötyä vielä paremmasta fosforitilasta. Tulkinnassa tulee olla varovainen ja johtopäätöksiä kannattaa käsitellä kollegojen ja asiantuntijoiden kanssa.

Käsikäyttöiset mittarit

Yksi hyödyllinen pellolla käytettävä mittalaite on *penetrometri*. Se on tietynmuotoinen piikki, jolla mitataan maan *cone-indeksiä* eli tunkeumavastusta, kun piikin kärjen kartiota työnnetään maahan. Yksinkertaisimmissa penetrometreissä on vain viisari, joka näyttää suurimman vastuksen. Yleinen ohjearvo on, että jos kostean maan cone-indeksi ylittää 2 MPa, on maa niin kovaa, että se vaikeuttaa juuriston kasvua. Suorakylvöpellolla tämä ei päde, sillä pitkään muokkaamattomana olleessa maassa on kovan kerroksen läpäiseviä suuria huokosia, lierokäytäviä ja juurikanavia.

Kuva 6. Mekaaninen Imants penetrometri ja elektroninen Fieldscout EC-900. Kuvat: NH-Koneet Oy ja Ammeenmäki Oy.

Elektroninen penetrometri tallentaa vastuksen automaattisesti eri syvyyksiltä ja tallentaa mittauksen koordinaatit satelliittipaikannuksen avulla. Vierailemalla tunnistetuissa lohkonosissa voidaan helposti tuottaa aineisto, joka näyttää, onko hyvässä ja huonossa lohkonosassa eroja tiiviysasteessa, ja millä syvyydellä tiivistymät ovat. Jos tiivistymiä havaitaan yhtä paljon eri kohdissa, ne saattavat olla ongelma sinänsä, mutta eivät kuitenkaan selitä eroja satoisuudessa.

Käsikäyttöiset maan *kosteusanturit* kuten TDR-laitteet ovat yleisiä puutarhatuotannon ja urheilunurmikoiden hoidon piirissä, mutta varsin vähän käytettyjä avomaaviljelyssä. Osassa tällaisia mittareita on myös satelliittipaikannus. Mittarin hinta ei ole estänyt yleistymistä, mutta laajan alueen mittaaminen käsityönä on suuri ponnistus, minkä lisäksi näin saadaan vain yksi tilannekuva lohkonsisäisestä kosteusvaihtelusta. Kosteustila ennen tai jälkeen mittauksen jää pimentoon ja olennaisen juuristovyöhykkeen saavuttaminen käsikäyttöisellä laitteella on vaikeaa. Käsikäyttöinen kosteusmittari voi silti olla käyttökelpoinen esimerkiksi pellon kuivumisen tasaisuuden toteamiseen keväällä, jos salaojaston toimivuudesta on epäilyksiä.

Kuva 7. Käsikäyttöinen Fieldscout TDR 150 maankosteuden mittari. Kuva: Ammeenmäki Oy.

Liikuteltavat analyysitekniikat maan viljavuuden mittaamiseen pellolla tekevät tuloaan. Osa on niin sanottuja liikuteltavia laboratorioita eli laitteita, joilla voidaan analysoida maanäyte heti pellolla

ilman näytteen postittamista. Tällaisia ovat esimerkiksi Agrocares.com ja Nordetect.com. Toiset toimivat siten, että mittauspää työnnetään maahan ja analyysi tapahtuu ilman näytteen poimimista pellosta, esimerkiksi Chrysalabs.com. Teknologioita on kehitetty lähinnä teollisiin puutarhoihin, joissa analyysejä tehdään päivittäin, sekä toisaalta kehitysmaihin, missä näytteiden analysointi paikan päällä on ainoa käytännöllinen vaihtoehto.

Satunnaisessa käytössä nämä laitteet eivät toistaiseksi ole kustannustehokkaita verrattuna muutaman maanäytteen postittamiseen kerran vuodessa, mutta saattavat lähitulevaisuudessa ilmestyä esimerkiksi viljelyneuvojien työkalupakkiin, jolloin pellon osa-alueiden ravinnetilan ja multavuuden kartoittaminen yhden kävelyn aikana tulee mahdolliseksi. Parasta tässä menetelmässä tulee olemaan mahdollisuus valita lisää mittauskohtia jo työn aikana, kun mittaukset alkavat paljastaa pellon paikkakohtaisia ominaisuuksia.

Peltoskannaus

Ajonaikainen maan ominaisuuksien mittaaminen on kokoelma tutkimusmaailmassa pitkään kehitettyjä tekniikoita, jotka vasta nyt ovat siirtymässä käytännön viljelmille. Erotuksena *telemetriasta*, joka käsittää satelliitit ja ilmakuvat, *peltoskannerit* ovat laitteita, joita on ajettava järjestelmällisesti pitkin peltoa.

Kolmenlaisia skannereita

Maanpäällisiä: maatutka tai spektrometri

Maakontaktia vaativia: sähkönjohtavuus- tai impedanssimittaukset

Maata muokkaavia: kiekko- tai mittausvannas

Mittaamalla pelto järjestelmällisesti maatutkalla saadaan esiin se, miten sähkönjohtavuudeltaan poikkeavat maakerrokset sijoittuvat eri puolilla peltoa. *Gammasädespektrometri* kartoittaa maan luonnollisen gammasäteilyn absorptiota 20–30 sentin pintakerroksessa. Molempien aineistojen analysointiin liittyy aina näytteenotto sopivaksi havaituista kohdista, jotta mittaamalla havaitut piirteet voidaan kalibroida täsmällisiksi tiedoiksi ravinteista, multavuudesta, maalajista tai pH:sta. Tuloksena syntyy kartta mitattavan tekijän vaihtelusta tai eroista ruokamultakerroksen vahvuudessa tai peruskallion syvyydessä.

Impedanssimittaus on hieman vastaava mittausmenetelmä. Se voidaan toteuttaa vetämällä pellolla mittauskelkkaa, jossa on metallipiikkipyörät. Mittaamalla eri etäisyyksillä olevien piikkiparien sähkönjohtavuutta saadaan maatutkaa vastaavaa tietoa sekä pintamaan että pohjamaan sähköisistä ominaisuuksista.

Kuva 8. Geocartan impedanssimittaus käynnissä sänkipellolla. Kuva: Johannes Tiusanen.

Mittausvannasta käyttävissä peltoskannereissa voi olla sekä maan sähköisiä että optisia ominaisuuksia mittaavia toimintoja. Kiekkojen tai luistien väliltä mitataan impedanssia kuten edellä kuvattiin, mutta maan alla liukuva optinen linssi voi mitata myös maan viljavuutta vastaavia kemiallisia muuttujia UV-, VIS- ja/tai NIR-spektrien kautta. Osassa laitteita on myös järjestelmä, joka ottaa ajoittain maanäytteen ja analysoi sen ajon aikana.

Kuva 9. Veristech peltoskanneri vauhdissa sänkipellolla. Kuva: Johannes Tiusanen.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

On hyvä muistaa, että oli tekniikka mikä tahansa, peltoskannaus tuottaa vain kartan, joka ei yksinään ole kovin hyödyllinen. Jos esimerkiksi osoittautuu, että jollain pellon osa-alueella on korkeampi sähkönjohtavuus, onko se hyvä vai huono asia? Haittaako, jos jokin osa on savisempi? Peltoskannauskarttojen varsinainen hyödyllisyys tuleekin vasta siitä, kun karttaa vertaillaan kasvustosta saatuihin kuviin ja niiden yhteydet tunnistetaan.

Monitorointi

Jatkuvatoimiset mittarit tuovat mittaukseen täysin uuden tason, dynamiikan. Tämä tarkoittaa sitä, että mittaus ei tuota yhtä pistettä vaan käyrän, jonka käyttäytyminen ajan oloon antaa paljon laajemman ymmärryksen peltomaan tilasta ja maanalaisista tapahtumista.

Tilakohtaisiin sääasemiin on jo pitkään voinut liittää myös maan kosteus- tai lämpötila-anturin. Esimerkkejä tällaisista ovat muun muassa Datasensen edustamat Meter Groupin anturit. Kosteuskäyrästä näkyy selvästi pellon lämpeneminen keväällä, kuivuminen muokkauskuntoon sekä se, rajoittaako veden saanti kasvua. Yksi tila- tai lohkokohtainen mittauspiste ei kuitenkaan pysty tuottamaan kuvaa lohkon sisäisestä vaihtelusta.

Lohkon sisäiseen vaihteluun voi päästä kiinni niin sanotuilla *loggereilla*, eli kytkemällä maa-anturi tallentavaan rasiaan. Osa edellyttää mittausten purkamista käsityönä esimerkiksi Spectrum WatchDogilla, mutta osassa laitteita on mittauksia jatkuvasti lähettävä radio. Tällainen on esimerkiksi Onset HOBOnet. Näihin liittyy joka tapauksessa vähintään kaksi kertaa kasvukaudessa toistuva asennus ja poistaminen peltotöiden mahdollistamiseksi, sillä monitorointi on kohdistettava lohkon keskelle kasvuston perusteella tunnistettuihin kohtiin.

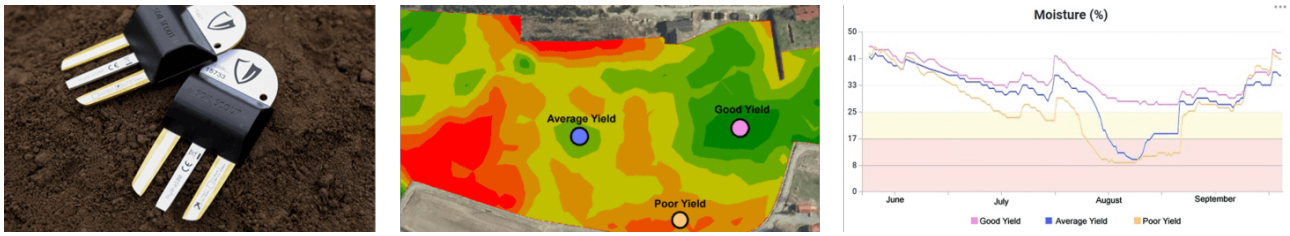
Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 10. Spectrum WatchDog 1000 loggeri. Kuva: Ammeenmäki Oy.

Hautaamalla maan alle langattomia antureita kasvustohavaintojen perusteella valittuihin kohtiin voidaan yhdistää jatkuvatoimisten mittareiden ja pysäytyskuvan kaltaisten skannausten hyvät puolet: reaaliaikainen näkymä eroihin pellon eri osien käyttäytymisessä. Lisäksi anturit voidaan jättää maahan vuosikymmeniksi ja toteuttaa normaalit peltotyöt laitteistoon puuttumatta, mikä poistaa mittauksiin liittyvät työkustannukset. Peltoja on jopa jankkuroitu antureita poistamatta automaattiohjauksen avulla. Tällaisia langattomia antureita edustaa esimerkiksi Soil Scout.

Eri syvyyksille asennetut anturit paljastavat muun muassa erot veden imeytymisnopeudessa, ojituksen toimivuuden, sulamisvesien kerääntymisen sekä märkyydestä johtuvan tiivistymisriskin. Kasvukauden aikana lisälannoituksen suunnitelmaa on helppo tarkentaa, jos mittaukset osoittavat osan satopotentiaalia jo menetetyn kuivuuden takia. Lämpötilatiedon perusteella voidaan ajoittaa peltotöitä kuten kylvöä ja kevätlannoitusta. Keinokastelun toteuttaminen optimaalisesti säähavaintojen perusteella ilman todellista näkymää maan alle on lähes mahdoton tehtävä.

Verkkoselaimella käytettävän palvelun kautta mittaukset voi myös ohjata edelleen muihin tietojärjestelmiin, sikäli kuin ne osaavat ottaa vastaan maalaisia mittauksia ja yhdistää niitä toisiin aineistoihin.



Kuva 11. Satokartan perusteella keskimääräiseen, hyvään ja huonoon kasvukohtaan asennettujen maankosteusanturien käyrät osoittavat kasvukauden aikana, rajoittaako kosteus kasvua, toimiiko kuivatus ja pidättääkö maaprofiili sadevettä. Tällä lohkolla huonojen osa-alueiden kosteuden puute heinä- ja elokuussa selitti puutteellisen sadonmuodostuksen. Kuvat: Soil Scout Oy.

On arvioitu, että vuonna 2021 noin 200 yritystä ympäri maailmaa kehittää maatiladatan hallintajärjestelmiä, ja niistäkin noin puolet työskentelee *variable rate application* (VRA) eli lohkonsisäisen vaihtelun parissa. On selvää, että ennen kuin lohkon sisäisen vaihtelun käsitteleminen voi muodostua sellaiseksi rutiininomaiseksi osaksi maanviljelyä kuin lohkokohtainen viljavuustutkimus jo on, täytyy näiden yritysten onnistua tuotteistamaan yksinkertainen palvelu, joka automaattisesti vertailee kaikkia viljelijän hankkimia aineistoja ja karttoja keskenään tuottaen niistä konkreettisia tuloksia pellon kunnostamisen ja tuotantopanosten määränsäädön tueksi.

Tämä ei silti tarkoita, etteikö tätä työtä voisi jo nyt tehdä käsityönä. Päin vastoin, tässä kuvatut tekniikat ovat kaupallisesti saatavilla ja sikäli kypsiä käyttöönotettaviksi, että vertaamalla niiden tuloksia kasvustohavaintoihin tai satokarttoihin voi päästä kiinni tärkeimpien peltojen ongelmakohtiin ja näin itse selvittää sopivimmat korjaustoimet. Tähän työskentelytapaan kannattaa ryhtyä mahdollisimman pian, vaikka lähitulevaisuus tuleekin kehittämään paikkakohtaista analyysiä yhä helpommaksi.

Osaa esitellyistä teknologioista voi kokeilla käyttämällä urakoitsijaa, toiset vaativat laiteinvestointeja. Kaikkiin liittyy tulosten analysoinnin työvaihe. Mitään yhtä kustannustehokkainta menetelmää on vaikea tunnistaa etukäteen. Tulevaisuuteen tähtäävän viljelijän olisikin paras aina miettiä, mitä uutta teknologiaa kokeilisi *seuraavaksi*.

II. Havainnoi

Keskeinen osa maan kasvukunnon parantamistoimenpiteitä on havainnoida peltomaata säännöllisesti. Kaikkein parhaiten pellon kasvukuntoa pystyy tarkastelemaan menemällä pellolle, tarkastelemalla ja havainnoimalla sitä aistinvaraisesti, sekä tekemällä erilaisia pieniä viljelymenetelmäkokeiluja. Hyviä tuloksia saa tekemällä kokeiluja yhdessä muiden viljelijöiden kanssa ja vertailemalla kokemuksia.

Tässä kappaleessa tehdään tehtäviä pääosin pellolla, joten suorittamisen ajankohta osuu kasvukaudelle. Pellolle mennessä on syytä ottaa mukaan muistiinpanovälineet ja dokumentoida asioita itselleen parhaaksi näkemällään tavalla. Myös kuvia kannattaa ottaa itselleen muistiin ja tallentaa ne tietokoneelle esimerkiksi omiin viljelymuistiinpanoihinsa. Tehtävät on helpointa tehdä

muistiinpanojensa perusteella tietokoneella, mutta mikäli kännykällä tai tabletilla kirjoittaminen on luontevaa, onnistuu se myös mobiilisti.

Tärkeintä on tutustua tehtäviin kokonaisuutena huolellisesti, ja sitten suunnitella, mitkä niistä voisi yhdistää samalle peltokäynnille. Tämä kappale on viljelijän työn kannalta erittäin keskeinen, ja siksi sen suorittamiseen kannattaa varata aikaa.

Kaikki tehtävät liittyvät alussa valitsemiisi kolmeen kurssilohkoon, ellei toisin mainita. Jokaisen tehtävän alussa annetaan ohje tehtävän käytännön suorittamiseen, ja sen jälkeen annetaan lyhyt ohje tehtävään vastaamiseen. Tehtävät voi suorittaa haluamassaan järjestyksessä.

Nyt päästään upottamaan lapiot peltomaahan ja ihmettelemään kurssilohkojen kuntoa käytännössä!

Viljelykokeilu

Tämä tehtävä ei ole sidoksissa valitsemiisi kurssilohkoihin.

Suunnittele ja toteuta pienen tai suuren mittakaavan viljelykokeilu. Kuvaile sekä suunnitelma että toteutus alla oleviin tehtävälaatikoihin. Täytä ensin suunnitelma (11.1) ja raportoi myöhemmin viljelykokeesta ja sen tuloksista (11.2).

Viljelykokeen toteuttaminen:

Voit kasvattaa lasipurkissa valitsemiasi viljelykasveja ja tarkastella niiden juurten kehittymistä, tai toteuttaa kokeen pellolla. Pellolla tehtävä kokeilu voi olla esimerkiksi pienellä alalla toteutettava kerääjäkasviseoksen ja viljelykasvin yhdistelmä, muokkaustavan muuttaminen tai seosviljelykoe. Kokeen mittakaavan ei tarvitse olla hehtaareita, vaan jo neliömetreistä voi aloittaa.

Lisävinkkejä saat katsomalla maanviljelijä Juuso Joonan videon tästä linkistä.

Tehtävä 11.1

Kuvaile viljelykokeilusi suunnitelma. Kerro, mitä haluat havainnoida ja millaisia tuloksia odotat saavasi.

Tehtävä 11.2

Kuvaile viljelykoettasi ja sen lopputulosta. Kerro mitä näit ja koit, millaisia tuloksia sait.

Kasvuston kunnon havainnointi

Kasvusto kertoo paljon maan kasvukunnosta. Havainnoitavia asioita ovat muun muassa kasvuston tiheys ja peittävyys, sen väri ja kasvun tasaisuus sekä korkeuserot ja kasvuston terveys.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 12. Tällä lohkolla kasvusto on epätasainen. Osalta lohkoa apila on hävinnyt seosnurmesta. Kuva: Jukka Rajala.

Käy kurssilohkoilla valitsemanasi ajankohtana ja havainnoi niillä kasvuston kuntoa. Alkukesällä havainnointi on hyödyllistä kuluvan kasvukauden kannalta, sillä silloin on vielä mahdollista tehdä korjauksia, kun taas keskikesän havainnointi on hyödyllistä seuraavaa kasvukautta ajatellen.

Tarkkaile peltokäynneillä erityisesti seuraavia tekijöitä:

Onko kasvustossa värimuutoksia tai heikkoa kasvua?

Onko kasvuston tiheydessä ja peittävyydessä eroja?

Onko kasvustossa korkeuseroja?

Onko talvehtivilla kasveilla eroja talvehtimisessa?

Onko eri kasvilajien kasvu seoskasvustoissa tasaista koko lohkolla?

Onko kasvuston terveydessä eroja eri kohdissa lohkoa?

Vertaile kasvustoista tekemiäsi havaintoja. Jos käytettävissäsi on satokartta, voit halutessasi verrata havaintojasi myös siihen. Kirjaa havaintosi muistiin.

Lisälukemista: Peltohavaintoja – aistinvarainen tarkastelu maan kasvukunnon mittarina, sivut 14–15

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

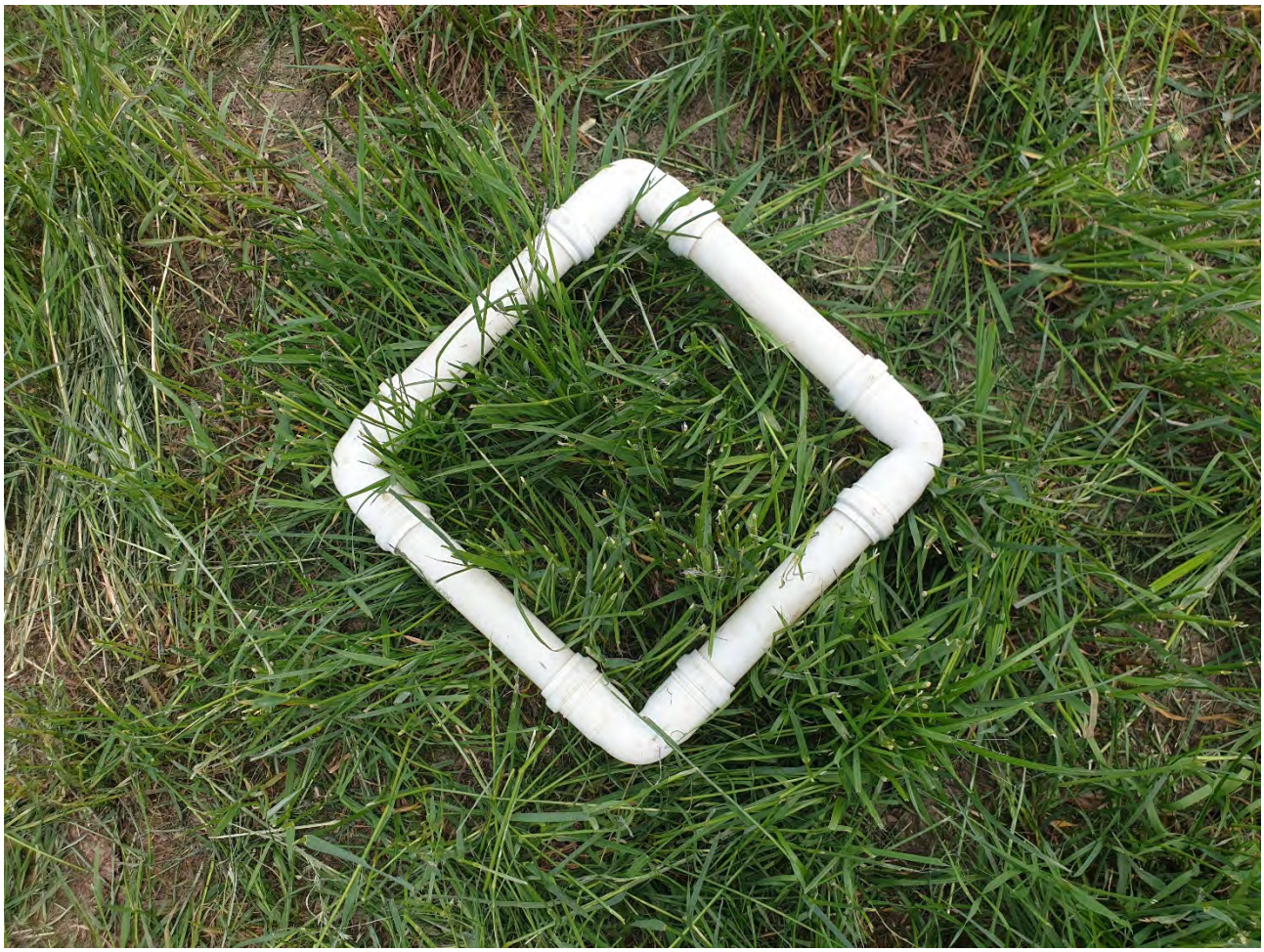
Tehtävä 11.3

Kirjoita muistiinpanojesi pohjalta kuvaus kurssilohkoilla tekemistäsi havainnoista. Huomasitko eroja eri lohkojen välillä ja niiden sisällä? Pohdi, mistä mahdolliset vaihtelut lohkojen sisällä ja lohkojen välillä voisivat johtua.

Kasvuston tiheyden arviointi

Tässä tehtävässä arvioidaan kasvuston tiheyttä sekä kehikon että Canopeo-appin avulla. Tee kehikon avulla tapahtuva arviointi yhdellä kurssilohkoistasi, mutta kuvaa Canopeon avulla kaikkia kurssilohkojasi.

Tee kasvuston tiheyden arvioiminen seuraavan ohjeen mukaan: Hyvä väline on neliön muotoinen kehikko, joka on mitoiltaan 50 x 50 cm. Kehikko asetellaan kasvuston juurelle, ja kasvusto leikataan saksilla tarkasti kehikon sisäpuoliselta alueelta. Halutessasi voit myös punnita kasvuston.



Kuva 13. Kehikko voi olla esimerkiksi tällainen. Kuvassa pieni, 25 x 25 cm muovikehikko, joka on näppärän kokoinen. Jotta saa saman verran kasviyksilöitä kuin 50 x 50 cm kehikolla, on tällä kehikolla leikattava neljä aluetta. Kuva: Sanna Söderlund.

Määritä tiheys laskemalla kasviyksilöiden määrä kehikon sisäpuolelta ja kertomalla tulos neljällä. Näin saat tietää kasvien lukumäärän neliöllä. Kasviyksilöiden määrää tulee verrata kylvömäärään. Optimaalisessa tilanteessa siemenistä itää yli 90 prosenttia, mutta itävyys voi vaihdella paljon käytetyn kylvösiemenen laadun mukaan. Huom! Mikäli kyseessä on pelto, jolle on kylvetty kerääjäkasvi, lasketaan kerääjäkasvi ja satokasvi erikseen.

Kehikon lisäksi kasvuston peittävyyttä arvioidaan Canopeon avulla. Lataa sovellus puhelimeesi ja ota sillä kuvia samoista paikoista, joista lasket kasvuston tiheyden kehikkomenetelmän avulla. Muista ottaa kuvat ennen kehikon käyttöä. Ota kuvia myös muilta lohkoiltasi ja merkitse saamasi prosenttiluvut muistiin. Vertaa kehikkomenetelmällä saamaasi tulosta Canopeon tulokseen.

Katso ohjeeksi video Kehikon käyttö kasvuston havainnoinnissa.

Viljelijän vinkki

Kasvuston tiheyttä riviinkylvetyssä kasvustossa voi myös mitata oman vaaksan avulla. Kun tiedetään kylvökoneen riviväli ja oman vaaksan mitta, saadaan kasvitiheys neliöllä seuraavalla kaavalla:

((1/kylvökoneen riviväli) x (1/vaaksan mitta)) x oraiden määrä = kasvuston tiheys/m^2

Esimerkki: Jos kylvökoneen riviväli on 12,5 cm, vaaksan mitta 20 cm ja oraita vaaksan mitalla 12 kpl, saadaan kaavalla

((1/0,125) x (1/0,2)) x 12 = 480 kpl/m^2

Mittauksia kannattaa tehdä useampia ja laskea oraiden määrän keskiarvo.

Tehtävä 11.4

Vastaa seuraaviin kysymyksiin:

Mikä viljelykasvi kehikkotestisi lohkolla on?

Montako kasviyksilöä sait ja miten se vertautuu kylvömäärään?

Miten kasviyksilöiden määrä kehikkotehtävässä vertautui ottamaasi Canopeo-kuvaan?

Millaisia prosenttilukuja sait muilta lohkolta Canopeon avulla?

Lierotesti

Tässä tehtävässä havainnoidaan lierojen lukumäärää pellolla. Tutki jokaisen kurssilohkosi lierotilannetta esimerkiksi samalla kun teet muita kuopan kaivamisen vaativia tehtäviä, ja tee jokaiselle lohkolle ainakin kaksi kuoppaa. Jos haluat hyvän käsityksen koko lohkon lierotilanteesta,

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

on kuoppia tehtävä useampia per lohko. Kuopat kannattaa kaivaa silloin, kun peltomaa on kosteaa ja lierot ovat aktiivisina lähellä maan pintaa. Kuivaan aikaan lierot voivat kaivautua syvälle maahan ja mennä lepotilaan. Lierohavaintoja on hyödyllistä tehdä myös hyväkasvuisilla pientareilla. Voit tehdä havainnot eri lohkoilla eri aikaan, kunhan kirjoitat ylös havaintosi ja yhdistät ne lopuksi vastaukseksi.

Aloita lierojen havainnointi kaivamalla nopeasti 20 cm x 20 cm x 20 cm lapiokuoppa, ja laske siinä olevat lierot ohjeen mukaan HUOM! Nopeus on tärkeää, jotta kastelierot eivät ehdi karata käytäviään pitkin pohjamaahan.

Kun olet kaivanut kuopan, laske näyte lapiossa jonkin alustan, esimerkiksi vanerin päälle. Murenna näytettä käsin murtaen niin, että löydät kaikki siinä olevat lierot ja laske lapiollisesta löytyvien lierojen määrä. Keskiarvo suomalaisilla pelloilla on 111 lieroa neliömetrillä, eli noin neljä lieroa lapiollisessa.

Kuva 14. Lapiollisessa maata on hyvä olla vähintään neljä lieroa. Mikäli lieroja ei ole lainkaan, on tilanne erittäin huono. Silloin tulee ottaa useampi näyte, jotta saa kattava kuva koko lohkon tilanteesta. Jos lieroja ei edelleenkään löydy, kannattaa pohtia, mistä lierojen puute johtuu, ja kuinka niiden määrää voisi lisätä. Kuva: Jukka Rajala.

Tutki erikseen lapiokuopan pohjaa, montako isoa kastelieron reikää sieltä löytyy. Huomioi, että myös paalujuuristen kasvien, kuten mailasen jälkeen, maassa on isoja pystysuuntaisia kanavia, jotka eivät kuitenkaan ole lieron reikiä.

Tämä testi kannattaa uusia samalla paikalla vuosittain tai muutaman vuoden välein, jotta havaitset, ovatko tekemäsi toimenpiteet lisänneet lierojen määrää.

Tehtävä 11.5

Havainnoi lieroja kaikilla kurssilohkoillasi tekemällä vähintään kaksi kuoppaa lohkojen eri osiin. Kirjoita havainnoistasi lyhyt yhteenveto. Millaista vaihtelua lierojen määrissä on lohkojen sisällä ja lohkojen välillä?

Luokittele kurssilohkojesi havainnot seuraavan asteikon mukaan:

Hyvä = 4 tai enemmän lieroa lapiollisessa

Tyydyttävä = 2–3 lieroa lapiollisessa

Huono = 0–1 lieroa lapiollisessa

Oliko joku lohko toista selvästi parempi tai huonompi? Osaatko arvioida miksi?

Maan rakenteen määritys aistinvaraisesti (MARA)

Tässä tehtävässä arvioidaan maan rakennetta aistinvaraisesti MARA-kortin avulla. MARAssa kaivetaan tietyn kokoinen lapiokuoppa ja havainnoidaan sekä pisteytetään kuopasta nostetun maapaakun kerroksellisuutta. Kerroksellisuus kertoo maan eri kerrosten tiiviydestä ja muruisuudesta.

Tämä on yksi kurssin tärkeimmistä tehtävistä. Tee tehtävä yksi lohko kerrallaan, jotta jaksat keskittyä maanäytteen huolelliseen arvioimiseen.

Vertaile maan rakennetta kurssilohkoillasi lohkojen eri osissa ja kaiva vähintään kaksi kuoppaa per lohko. Halutessasi voit vertailun vuoksi tarkastella pitkään levossa olleen hyväkasvuisen pientareen rakennetta ja verrata sitä pellolta ottamiisi näytteisiin. Seuraavassa ohjeistetaan näytteen ottoon ja MARA-kortin käyttöön.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Mitä tarvitset MARA-testin tekemiseen?

Lapion ja halutessasi koetinkepin

Vanerin tai muovinpalan

Kameran

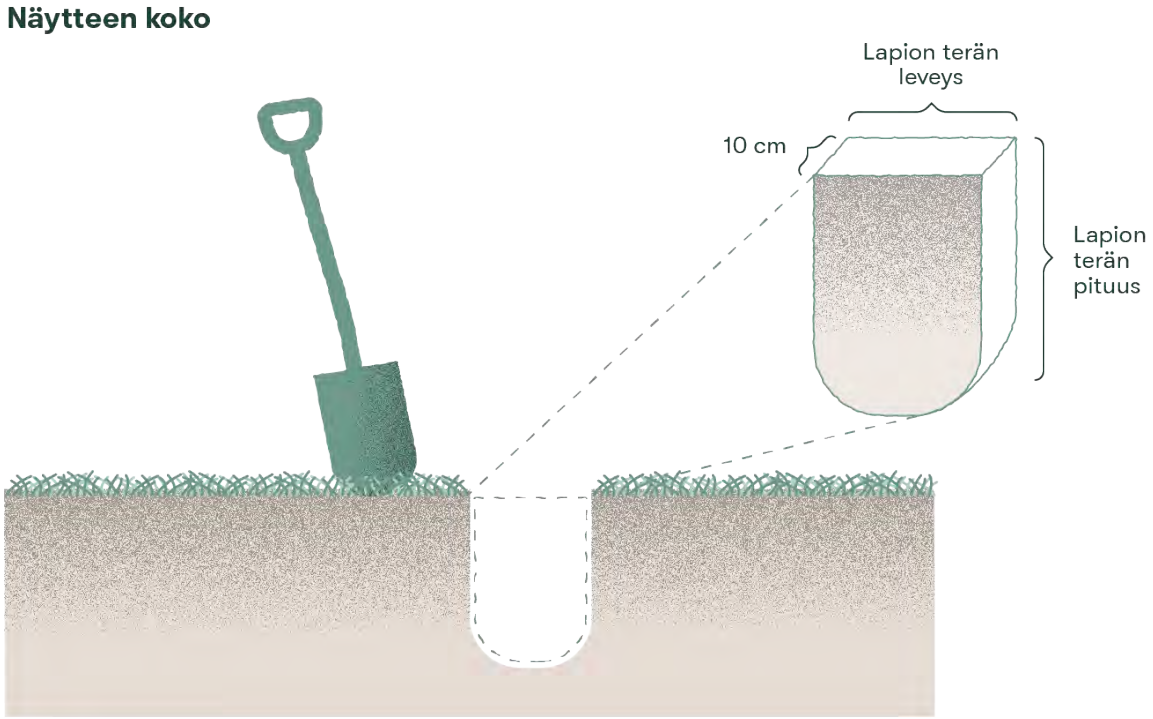
Muistiinpanovälineet

Rullamitan

MARA-kortin, jonka voit ladata tästä ja tulostaa sen itsellesi valmiiksi ennen pellolle lähtöä.

Ohje MARA-näytteen ottamiseen ja tarkasteluun:

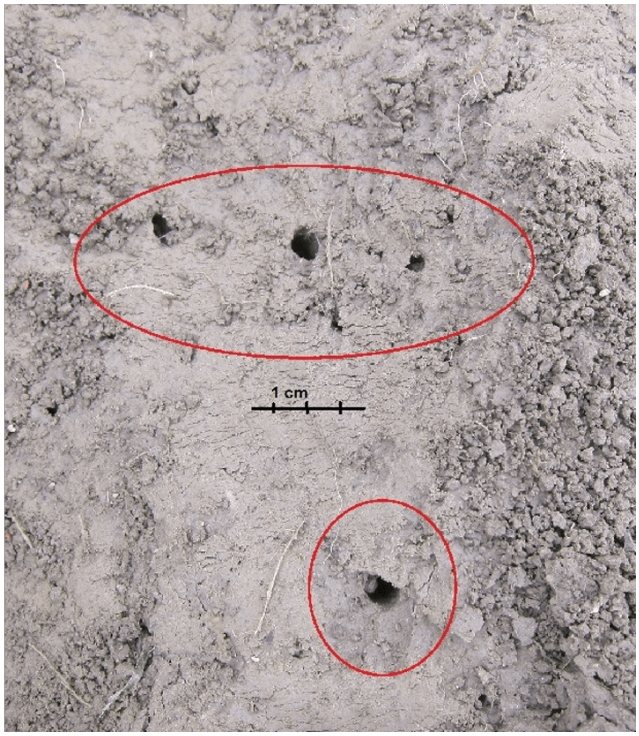
Valitse kuopalle sopiva kohta kartoittamalla pellon tiiviyttä seuraavasti: Painele lapiota maahan 3–4 metrin matkalla. Tarkastele, onko havaittavissa tiiviimpiä ja löyhempiä kohtia. Rakenteeltaan erilaisten kohtien etsimiseen sopii hyvin myös salaojapiikki eli koetinkeppi. Kuoppia kannattaa kaivaa sekä tiiviimpiin että löyhempiin kohtiin, jotta oppii tarkastelemaan erilaisia näytteitä mahdollisimman kattavasti.



Kuva 15. Kuopan tulee olla vähintään lapion terän syvyinen ja levyinen.

- Ota maasta lapion syvyinen ja levyinen maanäyte, jonka paksuus on noin 10 cm. Mikäli haluat seurata muutoksia, dokumentoi maanäytteitä itsellesi valokuvien avulla.
- Laita lapiossa oleva maanäyte vanerin tai muovin päälle.

- Tarkastele näytettä lähemmin. Näkyykö siinä kerroksellisuutta?
- Murra näytettä varovasti kädellä. Miten näyte murtuu? Missä kohdassa rakenne muuttuu? Miltä näyte tuoksuu? Hyväkuntoinen maa tuoksuu perunakellarilta.
- Tunnustele kädellä painelemalla paakkujen ja kokkareiden murenemisen herkkyyttä. Tarkastele myös juurten kasvutapaa ja lierojen esiintymistä. Voit tunnustella maan tiiviyden vaihteluita myös vetämällä kuopan reunaa puukolla pystysuoraan.
- Mittaa kerrosten paksuus. Arvioi maanäytteen rakenne syvyyssuunnassa kerroksittain hyödyntäen MARA-kortin valokuvia ja rakennekuvauksia.
- Pisteytä eri kerrokset kortin ohjeen mukaisesti: 5 = erittäin hyvä, 4 = hyvä, 3 = tyydyttävä, 2= huononlainen, 1= huono.
- Kirjoita tulokset muistiin. Ota halutessasi valokuvia, joissa kerrosten rakenne-erot näkyvät selvästi.
- Lopuksi pudota maanäyte vyötärön korkeudelta vanerille tai maahan, ja katso millaisiksi muruiksi, kokkareiksi ja paakuiksi näyte hajoaa. Pudota vielä yksittäisiä paakkuja ja kokkareita uudelleen. Täsmennä tämän perusteella pisteytystä tarvittaessa.
- Puhdista kuopan pohja. Onko kuopan pohjassa lieron käytäviä?
- Kaiva kuoppaa vielä syvemmäksi ja ota kuopan reunasta pohjamaanäyte. Millainen on pohjamaan rakenne? Käytä pisteytystä.



Kuva 16. Vasemmalla kerroksellinen maaprofiili, jossa ylin kerros on hyvärakenteinen, keskikerros ja alin kerros ovat liian tiiviitä. Oikealla kastelieronreikiä pohjamaassa. Kuvat: Jukka Rajala (vas.) ja Veera Manka (oik.).

Muruista laadukkaimpia ovat pienet, pyöreät ja huokoiset murut (MARA-kortin luokka 5). Nämä murut syntyvät biologisen, eli juuriston ja maaperäeliöiden toiminnan seurauksena. Huonolaatuista maata edustavat sileäpintaiset, särmikkäät ja tiiviit murut, jotka ovat kooltaan suuria (MARA-kortin luokka 1). Näiden luokkien väliin mahtuu runsaasti eri kokoisia ja -muotoisia sekä huokoisuudeltaan erilaisia puolimuruja.

Kuva 17. Muruhavaintoja. Vasemmanpuoleisessa kuvassa murut ovat pieniä, pyöreitä ja huokoisia. Oikeanpuoleisessa kuvassa murut ovat sileäpintaisia, särmikkäitä ja tiiviitä. Kuvat: Jukka Rajala.

Kun olet kaivanut kaksi kuoppaa per lohko ja arvioinut ne MARA-testin mukaisesti, laadi yhteenveto havainnoistasi lohkoittain ja vastaa jokaisen kohdalta erikseen alle. Pohdi seuraavia kysymyksiä:

Mitä opit kunkin lohkon kasvukunnosta? Kerro, millaisia eroja havaitsit maan rakenteessa eri lohkon osissa.

Oliko maassa tiiviitä, juuriston kasvua haittaavia kerroksia? Jos tiivistymiä löytyi, mikä niitä on voinut aiheuttaa? Pohdi olosuhteita, koneketjuja ja viljelyhistoriaa.

Muista, että voit käyttää apunasi viittä miksi-kysymystä, joita voit hyödyntää ongelmien ratkaisussa. Voit katsoa kysymykset luvun 5 Kunnosta pelto kappaleesta I. Ongelmien tunnistaminen.

Kuvia vertailtavaksi löytyy: Peltohavaintoja – aistinvarainen tarkastelu maan kasvukunnon mittarina, katso kuvat sivuilta 17–33

Tehtävä 11.6

Kirjoita tähän ohjeen mukaan yhteenveto lohkosta 1

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tehtävä 11.7

Kirjoita tähän ohjeen mukaan yhteenveto lohkosta 2

Tehtävä 11.8

Kirjoita tähän ohjeen mukaan yhteenveto lohkosta 3

Maan murujen kestävyyden arviointi

Murujen kestävyyttä on hyvä arvioida MARA-testin yhteydessä. Tässä tehtävässä voit valita kahdesta erilaisesta testistä, kumman haluat tehdä. Vaihtoehtoina ovat helppo pullotesti sekä kuoppalevytesti.

Kun teet maan murujen kestävyyden arviointia, pyri erottelemaan tiiviit ja teräväsärmäiset sepelimäiset murut huokoisista, pyöreähköistä muruista. Teräväsärmäisiä muruja syntyy esimerkiksi roudan murustaessa savimaata. Huokoisia muruja syntyy kasvien juurten ja pieneliötoiminnan tuloksena.

Helppo pullotesti

Ota pellolle mukaan vettä pienissä pulloissa. Valitse maan pintakerroksesta neljä maamurua kooltaan noin 3–5 milliä ja pudota murut vesipulloon. Odota minuutti ja sekoita sitten hetki, ja odota vielä toinen minuutti. Tarkastele hajoavatko murut vedessä, vai pysyvätkö ne ehjinä. Arvioi murujen kestävyys seuraavalla asteikolla: kestävä = 2 pistettä, puoliksi kestävä = 1 piste, hajonnut = 0 pistettä. Toista testi luotettavuuden parantamiseksi.

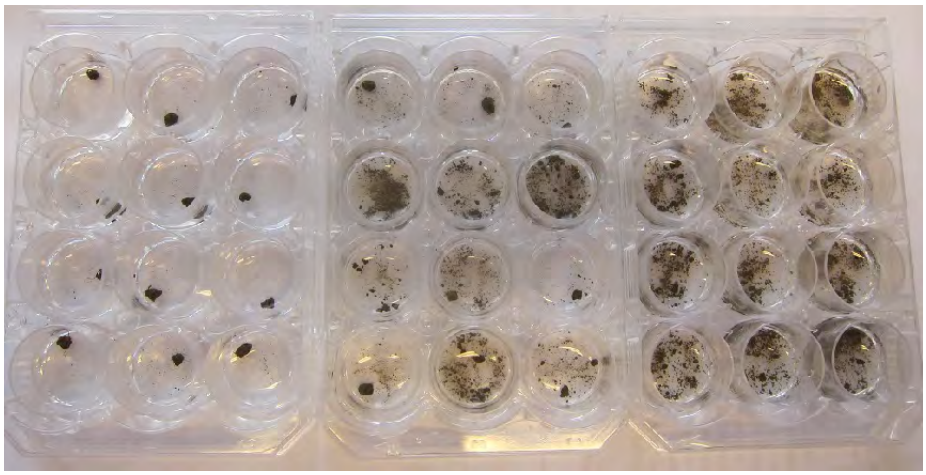
Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 18. Murujen kestävyyden arviointia pullotestillä. Kuva: Jukka Rajala.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuoppalevytesti

Hanki käyttöösi jokin pieniä lokeroita sisältävä astia, esimerkiksi jääpalalokerikko tai pieniä läpinäkyviä astioita, jotka laitat samalle alustalle. Määritä pellon pintakerroksesta keräämiesi murujen vedenkestävyyttä laittamalla yksi muru kuhunkin lokeroon. Kaada sitten varovasti vettä pullosta lokeroihin niin, että murut peittyvät reilusti vedellä. Odota minuutti, kopauta lokerikkoa kaksi kertaa, ja odota vielä minuutti.



Kuva 19. Vasemmalla murujen vedenkestävyys on hyvä, keskellä keskinkertainen ja oikealla heikko. Kuva: Jaana Ravander.

Arvioi murujen vedenkestävyys asteikolla: kestävä = 2 pistettä, puoliksi kestävä = 1 piste, hajonnut = 0 pistettä. Toista testi luotettavuuden parantamiseksi.

Tulosten tulkinta riippuu maalajista. Tulkintaohje maalajeittain löytyy oheisesta tietokortista Murukestävyyden määritys kuoppalevytestillä.

Tehtävä 11.9

Kirjoita murujen kestävyyden tarkkailun tuloksista lyhyt yhteenveto sekä kerro, kumpaa testiä käytit.

Juuriston kasvutapa ja tiheys

Tässä tehtävässä harjoitellaan juuristotarkastelua. Tee sitä jokaisella kurssilohkollasi yhdellä kuopalla esimerkiksi MARA-testin yhteydessä, mutta voit tehdä sitä myös erikseen. Jos haluat, voit ottaa näytteen useammasta kohdasta lohkolla. Pyri tällöin valitsemaan hyvin ja huonommin kasvavia kohtia. Jos tiedät salaojien paikat, tee tarkastelua vertaillen juuristoja salaojien kohdalla ja salaojien puolivälissä.

Kaiva peltoon lapion terän syvyinen kuoppa kasvukaudella, kun kasvit ovat hyvin kehittyneet tai tuleentumassa. Irrota kuopan reunasta lapiollinen maata. Tarkastele kasvien juuristoja ja sitä, miten ne kasvavat ruokamultakerroksesta pohjamaahan.

Pääjuurten kasvu suoraan alaspäin ilmaisee maan rakenteen olevan kasville riittävän hyvä. Mutkitteleva, vaakasuora tai paksuuntunut kasvutapa kertoo maan olevan kyseisen kasvin juurille liian tiivistä.

Havainnoi seuraavia asioita ja kirjaa ne muistiin tehtävän vastausta varten:

Kuinka tiheä juuristo on? Kasvaako juuria tasaisesti joka kohdassa maata, vai vain joissakin kohdissa?

Ovatko juuret levinneet laajalle, ovatko pääjuuret joutuneet väistelemään tiivistymiä? Peittääkö juuria maa-aines vai ovatko ne paljaita?

Halkaise paakkuja ja isoja kokkareita. Kasvaako juuria myös paakkujen ja kokkareiden sisällä, vai vain niiden väleissä?

Typensitojakasvien juuristoista kannattaa tarkastella juurinystyröiden runsautta ja jakautumista juuristossa syvyys- ja leveyssuunnassa. Nystyröiden aktiivisuutta voi tarkastella halkaisemalla niitä puukolla. Aktiivinen nystyrä on sisältä punertava.

Pohdi juuristoa tarkastellessasi myös, miten juuriston kasvutapa ja runsaus vaikuttavat kasvien ravinteiden hyväksikäyttöön ja hiilensidontaan. Mikäli havaitset eroja juuristojen kasvussa lohkon sisällä ja välillä, pohdi mistä erot voisivat johtua.

Katso lisää kuvia Peltohavaintoja – aistinvarainen tarkastelu maan kasvukunnon mittarina, sivut 29–32

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Kuva 20. Vasemmanpuoleisen kuvan maassa juuria kasvaa vain kokkareiden välisissä halkeamissa. Oikean puolen kuvassa juuristo tavoittaa koko maatilavuuden. Kuvat: Jukka Rajala.

Tehtävä 11.10

Kirjoita tekemistäsi juuristohavainnoista lyhyt kuvaus. Vertaile juuristojen kasvua eri lohkojen välillä.

Veden imeytyminen ja sen käyttäytyminen maassa

Sadeveden liikkeiden ja haihdunnan tarkastelu on tärkeä osa pellon vesitalouden havainnointia. Tässä tehtävässä havainnoidaan veden imeytymistä yhdellä kurssilohkolla pullotestin avulla. Tarvitset tehtävän suorittamiseksi pienen pullollisen (0,3–0,5 l) vettä sekä lapion. Ohje löytyy ennen tehtävälaatikkoa.

Yleistä veden imeytymisestä ja haihdunnasta

Veden haihduntaa kannattaa havainnoida yleisesti seuraamalla maan kuivumista sateen jälkeen sekä lumen sulamisen jälkeen keväällä. Vettä ei voi varastoitua peltoon, jos vesivarasto on jo täynnä. Kasvavat kasvit voivat haihduttaa noin 20–25 millimetriä vettä viikossa, kun paljas maa haihduttaa vain noin viisi milliä viikossa.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Talvehtivat kasvit haihduttavat keväällä vettä tehokkaasti ja suojaavat maata liettymiseltä. Tämä varmistaa sen, että pelto ei vety kevätsateiden yhteydessä. Haihduttava kasvusto keväällä varmistaa myös pellon aikaisemman ja syvyyssuunnassa tasaisemman kuivumisen kylvökuntoon. Haihdutus lakkaa, kun kasvusto tuleentuu.

Maan murukestävyys vaikuttaa suoraan veden imeytymisnopeuteen. Liettyneessä tai kuorettuneessa maassa huokosto on tukossa eikä vesi imeydy maahan. Runsaamman sateen yhteydessä suuri osa vedestä valuu pintavaluntana pois pellolta ja vain pieni osa imeytyy maahan kasvien käyttöön.

Sateen määrään ei voi vaikuttaa, mutta maaperään imeytyvän veden määrään voi. Pääseekö sadevesi imeytymään maahan, vai vettyykö vain pintakerros ja syvemmät maakerrokset jäävät kuiviksi? Tätä voi selvittää esimerkiksi kaivamalla lapiolla kuoppia heti sateen jälkeen.

Kuva 21. Vasemmanpuoleisessa kuvassa maahan kaadettu vesi imeytyy hyvin alaspäin. Oikeanpuoleisessa kuvassa taas maahan kaadetun veden imeytyminen on heikkoa ja vesi virtaa pintavirtailuna. Kuvat: Jukka Rajala.

Ohje pullotestiin

Tee tehtävä kuivaan aikaan. Kaada pieni pullollinen (0,3–0,5 l) vettä matalalta pellon pintaan ja katso kuinka laajalle vesi leviää. Kaiva lapiolla kuoppa ja tarkkaile, kuinka syvälle vesi imeytyi. Veden pitäisi levitä noin 10 senttimetrin laajuudelle pellon pinnalla, ja imeytyä ruokamultakerroksen pohjaan (n. 25 cm) saakka. Kannattaa myös tarkistaa huolella, mitä reittejä vesi maahan imeytyi. Oikovirtaus halkeamia pitkin voi kuljettaa vettä syvälle nopeasti, mutta ruokamultakerroksen vesivarasto jää silloin täyttymättä. Kirjaa havaintosi muistiin.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Tehtävä 11.11

Kirjoita lyhyt kuvaus pullotestistä. Mitä havaitsit? Vastasiko tulos odotuksiasi kyseisellä lohkolla tai sen osalla?

Pohjaveden korkeuden havainnointi

Riittämätön kuivatus rajoittaa pellon kasvukunnon parantamista sekä satotason nousua. Kuivatusongelmat voivat johtua puutteellisesta ojituksesta, heikosta maan rakenteesta tai ojituksen toimintahäiriöistä. Tässä seurantatehtävässä selvitetään, jääkö tai nouseeko vesi toisinaan pelloilla ruokamultakerrokseen tai lähelle sitä. Pohjaveden korkeutta voi havainnoida myös pikatestillä, ja voit valita kumman testin teet. Seurantatehtävä on kuitenkin pikatestiä hyödyllisempi.

Kuva 22. Vasemmanpuoleisesta kuopasta sadevesi häviää nopeasti, joten kuivatus on riittävä. Oikeanpuoleisessa kuopassa vesi taas pysyy pitkään, eli kuivatus on riittämätön. Kuvat: Jukka Rajala.

Valitse yksi kurssilohkoistasi tähän seurantatehtävään ja havainnoi pohjaveden korkeutta sillä. Kaiva lapiolla vähintään kaksi noin 40 sentin syvyisiä kuoppaa lohkon erilaisiin kohtiin. Suositeltavaa on kaivaa useampiakin kuoppia sekä huonosti että hyvin kasvaviin kohtiin, sekä salaojien kohdalle ja salaojien puoliväliin.

Jätä kuopat pellolle ja seuraa vedenpinnan korkeutta niissä märkään aikaan kesällä, syyskaudella ja sulan maan aikaan talvikaudella. Käy katsomassa kuoppia säännöllisesti. Tarkkaile erityisesti muutama päivä sateen jälkeen, miten vesi kuopassa käyttäytyy. Jos vesi pysyy kuopassa useita päiviä sateen jälkeen, ei kuivatus ole riittävä. Jos veden pinta ulottuu useiden päivien ajan ruokamultakerrokseen, on kuivatus jo varsin huono.

Pohjamaan läpäisykykyä voi mitata myös pikatestillä. Sen voi tehdä kaatamalla noin 40 sentin syvyiseen kuoppaan vettä. Mahdollisten halkeamien tulisi olla sulkeutuneita testiä tehdessä, jotta se kertoisi pohjamaan vedenläpäisykyvystä oikein. Pitkäaikaisseuranta antaa luotettavamman käsityksen pellon kuivatuksen tilasta kuin pikatesti.

Lue lisää aiheesta:

Ojaston kunnon havainnointi: Pohjaveden korkeus ja laskuaukosta tuleva vesimäärä

Kuivatus kuntoon peltolohko kerrallaan, sivut 12–19

Tehtävä 11.12

Kerro, kumman testin valitsit.

Jos teit pitkäaikaisseurannan, kuvaile havaintojasi jonkun peltokäynnin jälkeen. Montako päivää sateen jälkeen kävit pellolla, mikä oli sademäärä ja miltä kuoppien pohjalla näytti?

Jos teit pikatestin, kerro kuinka nopeasti vesi imeytyi. Vastasiko tulos odotuksiasi kyseisellä lohkolla tai sen osalla?

Lukua 11 ovat olleet kirjoittamassa:

Dosentti Johannes Tiusanen, Helsingin yliopisto
Erikoissuunnittelija Jukka Rajala, Ruralia instituutti, Helsingin yliopisto
Sanna Söderlund, BSAG

Onneksi olkoon! Olet nyt suorittanut Uudistavan viljelyn e-opiston kaikki tehtävät ja osaat havainnoida peltojen kasvukuntoa monipuolisesti sekä etsiä ratkaisuja ongelmiin.

Asiakirjassa olevat valokuvat, kuvituskuvat ja graafit eivät kuulu avoimesti julkaistavaan aineistoon, koska ne ovat kolmansien oikeuksien suojaamia.

Lähteet ja kirjallisuus

Luku 1: Uudistava viljely

1. FAO, ITPS, GSBI, SCBD & EC. 2020. State of knowledge of soil biodiversity – Status, challenges and potentialities, Summary for policy makers. Rome: FAO. 40 s. https://doi.org/10.4060/cb1929en
2. Hagelberg, E., Wikström, U., Mattila, T. & Joona, J. 2020. Regeneratiivinen eli uudistava maatalous: ruuantuotannon uusi suunta. Baltic Sea Action Group. Verkkojulkaisu. https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/06/BSAG-Regeneratiivinen-maatalous_FINAL.pdf
3. Ollikainen, M. 2020. Hiiliviljelyn talous. Esitys Carbon Action -hiiliviljelijöille. 8.12.2020.
4. Heinonsalo, J., Heimsch, L., Helenius, J., Huusko, K., Höijer, L., Joona, J., Kanerva, S., Karhu, K., Kekkonen, H., Koppelmäki, K., Kulmala, L., Lötjönen, S., Mattila, T., Ollikainen, M., Peltokangas, K., Regina, K., Soinne, H., Wikström, U. & Viskari, T. 2020. Hiiliopas – katsaus maaperän hiileen ja hiiliviljelyn perusteisiin. Baltic Sea Action Group. 60 s. https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/01/BSAG-hiiliopas-1.-painos-2020.pdf
5. Kolbe, H. 2010. Site-adjusted organic matter–balance method for use in arable farming systems. J. Plant Nutr. Soil Sci. 173: 678–691. http://dx.doi.org/10.1002/jpln.200900175
6. Steffen W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M., Biggs, R., Carpenter, S.R., De Vries, W., De Wit, C.A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G.M., Persson, L.M., Ramanathan, V., Reyers, B. & Sörlin, S. 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science 347(6223): 1259855 http://dx.doi.org/10.1126/science.1259855
7. BSAG. 2017. Eloisa pelto. Ruokopelto-hankkeen opas muhevampaan maaperään. https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2019/05/Eloisa-pelto-Ruokopelto-hankkeen-opas.pdf Baltic Sea Action Group. Julkaistu 2017.
8. General Mills 2021. Regenerative Agriculture. https://www.generalmills.com/en/Responsibility/Sustainability/Regenerative-agriculture General Mills. Tallennettu 21.2.2021.
9. SML 2021. Pölytyksen merkitys ja pölytyspalvelusta sopiminen. https://www.polytys.fi/polytyksen-merkitys-ja-polytyspa/ Suomen Mehiläishoitajain Liitto SML ry. Tallennettu 21.2.2021.
10. Mattila, T. & Saarinen, P. 2020. Laidunnusopas. Baltic Sea Action Group. 28 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/12/Laidunnusopas_VALMIS.pdf
11. Torralbaa, M., Fagerholma, N., Burgessc, P. J., Morenod, G. & Plieningera, T. 2016. Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems and Environment 230: 150-161.

Luku 2: Maaperä

1. LANDMARK 2020. Soil Functions Concept. http://landmark2020.eu/soil-functions-concept/ Viitattu 25.9.2020.

2. Pohjanpalo, V. 2017. Mullan eliöt pitävät meitä terveenä. Helsingin yliopisto: Yliopisto-lehti Y/06/17. Luettu 10.12.2020. Saatavissa: https://www.helsinki.fi/fi/uutiset/terveys/mullan-eliot-pitavat-meita-terveena

3. FAO 2015. Healthy soils are the basis for healthy food production. http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/en/c/277682/ Food and Agriculture Organization of United Nations. Julkaistu 2015. Viitattu 26.10.2020.

4. Caputo, S. 2018. How urban farmers are learning to grow food without soil or natural light. https://theconversation.com/how-urban-farmers-are-learning-to-grow-food-without-soil-or-natural-light-88720 The Conversation. Julkaistu 13.2.2018. Viitattu 26.10.2020.

5. Hartikainen, H. 2016. Maaperä. Teoksessa: Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. (toim.) Maan vesi- ja ravinnetalous. Ojitus, kastelu ja ympäristö. Täydennetty 2. painos. Helsinki: Salaojayhdistys ry. s. 17–72. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2016/05/web_maanvesijaravinnetalous_B5_2016.pdf

6. Huhta, V. & Hallanaro, E.-L. 2019. Elämän ja kasvun lähde. Teoksessa: Huhta, V. & E-L. Hallanaro, E.-L. (toim.) Elämää maan kätköissä. Helsinki: Gaudeamus. s. 11–29.

7. Suomen virallinen tilasto (SVT) 2020. Käytössä oleva maatalousmaa. http://www.stat.fi/til/kaoma/index.html Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu: 9.10.2020.

8. Yli-Halla, M. & Peltovuori, M. 2016. Maannokset ja niiden luokittelu. Teoksessa: Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. (toim.) Maan vesi- ja ravinnetalous. Ojitus, kastelu ja ympäristö. Täydennetty 2. painos. Helsinki: Salaojayhdistys ry. s. 43–52. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2016/05/web_maanvesijaravinnetalous_B5_2016.pdf

9. Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A., DeFries, R., Galloway, J., Heimann, M., Jones, C., Le Quéré, C., Myneni, R.B., Piao, S. & Thornton, P. 2013. Carbon and Other Biogeochemical Cycles. Teoksessa: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. M. (toim.). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. s. 465-570. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf

10. Rajala, J. 2006. Maan viljavuus. Teoksessa: Rajala, J. (toim.) Luonnonmukainen maatalous. Korjattu 2. painos. Mikkeli: Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Julkaisuja no 80. s. 51–102. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://luomutietoverkko.fi/luonnonmukainen-maatalous-oppikirja-netissa/

11. BSAG. 2017. Eloisa pelto. Ruokopelto-hankkeen opas muhevampaan maaperään. https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2019/05/Eloisa-pelto-Ruokopelto-hankkeen-opas.pdf Baltic Sea Action Group. Julkaistu 2017. Viitattu 17.12.2020.

12. BSAG. 2015. JÄRKI-ISKU 18: Maakuhinaa. https://www.bsag.fi/wp-content/uploads/2019/07/jarki_isku_18_maakuhinaa.pdf Baltic Sea Action Group. Julkaistu 2015. Viitattu 18.1.2021.

13. Nuutinen, V. & Palojärvi, A. 2017. Havainnoi maaperän eliötoiminnan aktiivisuutta. Teoksessa: Peltonen, S. & Anttila, S. (toim.) Peltojen kunnostus. Tieto tuottamaan 143. ProAgria Keskusten liitto. s. 26–29.

14. Heinonsalo, J., Heimsch, L., Helenius, J., Huusko, M.K., Höijer, L., Joona, J.M., Kanerva, S., Karhu, K., Kekkonen, H.R., Koppelmäki, K., Kulmala, L., Lötjönen, S., Mattila, T.J., Ollikainen, M., Peltokangas, K., Regina, K., Soinne, H., Wikström, U. & Viskari, T. 2020. Hiiliopas: Katsaus maaperän hiileen ja hiiliviljelyn perusteisiin. 1 painos. Carbon Action & Baltic Sea Action Group. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/01/BSAG-hiiliopas-1.-painos-2020.pdf

15. Setälä, H. 2019. Sukkulamadot. Teoksessa: Huhta, V. & E-L. Hallanaro, E.-L. (toim.) Elämää maan kätköissä. Helsinki: Gaudeamus. s. 211–227.

16. Vestberg, M. & Timonen, S. 2018. Rihmankiertämät – kasvien ja sienten erottamaton elämä. Omakustanne. s. 356.

17. Wilson, P., Ketola, E., Ahvenniemi, P., Lehtonen, M. & Valkonen, J. 2008. Dynamics of soilborne Rhizoctonia solani in the presence of Trichoderma harzianum: effects on stem canker, black scurf and progeny tubers of potato. Plant Pathology 57: 152-161.

18. Malin, E. 2020. Kerääjäkasviopas. Käytännön ohjeita kerääjäkasvien hyödyntämiseen Suomessa. Baltic Sea Action Group. 44 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/06/Keraajakasviopas2020.pdf

19. Alakukku, L. 2016. Maan rakenne. Teoksessa: Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. (toim.) Maan vesi- ja ravinnetalous. Ojitus, kastelu ja ympäristö. Täydennetty 2. painos. Helsinki: Salaojayhdistys ry. s. 53–72. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://salaojayhdistys.fi/wp-content/uploads/2016/05/web_maanvesijaravinnetalous_B5_2016.pdf

20. Lemola, R., Uusitalo, R., Hyväluoma, J., Sarvi, M. ja Turtola, E. 2018. Suomen peltojen maalajit, multavuus ja fosforipitoisuus : Vuodet 1996–2000 ja 2005–2009. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 209 s. Saatavissa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-558-5

21. Mattila, T.J. 2019. OSMO – Osaamista maan kasvukunnon hoitoon projektin video: Fysikaalinen viljavuus ja sen hoito - Osa 1 Kuivatus. Unitube-video. 22:32. Julkaistu 2019. https://www.helsinki.fi/fi/unitube/video/d4e430a3-88f8-4235-88fc-05c3579eacff

22. Soinne, H., Kanerva, S., Hartikainen, H., Myllys, M., Palojärvi, A. & Alakukku, L. 2017. Maan happamuus on enemmän kuin pH. Käytännön Maamies 3/2017.

23. AGRIC 2021. Causes of soil acidity. Government of Western Australia. Department of Primary Industries and Regional Development. Agriculture and Food. https://www.agric.wa.gov.au/soil-acidity/causes-soil-acidity?page=0%2C1 Julkaistu 17.9.2018. Viitattu 12.11.2020.

Luku 3: Monimuotoisuus

1. Vikström, S., Furman, E. & Rantala, S. 2020. Elonkirjo luo ihmiselle elinolot. Teoksessa: Mattila, H. (toim.) Elämän verkko. Luonnon monimuotoisuutta edistämässä. Helsinki: Gaudeamus.

2. Wall, D.H., Nielsen, U.N. & Six, J. 2015. Soil biodiversity and human health. Nature (London) 528: 69-76.

3. Toivonen, M. 2020. Luonnon palvelut lautasella. Teoksessa: Mattila, H. (toim.) Elämän verkko. Luonnon monimuotoisuutta edistämässä. Helsinki: Gaudeamus.

4. Virtanen, S. & Kuusipalo, H. 2020. Biodiversiteetti, kestävyys ja terveys. Teoksessa: Mattila, H. (toim.) Elämän verkko. Luonnon monimuotoisuutta edistämässä. Helsinki: Gaudeamus.

5. Korpela, K. & Pasanen, T. 2020. Biodiversiteetin havaitseminen ja psyykkinen hyvinvointi. Teoksessa: Mattila, H. (toim.) Elämän verkko. Luonnon monimuotoisuutta edistämässä. Helsinki: Gaudeamus.

6. Viitasalo, M., Blankett, P. & Varjopuro, R. 2020. Merten monimuotoisuus. Teoksessa: Mattila, H. (toim.) Elämän verkko. Luonnon monimuotoisuutta edistämässä. Helsinki: Gaudeamus.

7. Hiedanpää, J., Kniivilä, M. & Pouta, E. 2020. Talous monimuotoisuuden vaalimisessa. Teoksessa: Mattila, H. (toim.) Elämän verkko. Luonnon monimuotoisuutta edistämässä. Helsinki: Gaudeamus.

8. Laitinen, P. 1994. Allelopatia – kasvien ja muiden eliöiden biokemiallinen vuorovaikutus: kirjallisuustutkimus. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 14/1994. 44 s.

9. Schaub, S., Buchmann, N., Lüscher, A. & Finger, R. 2019. Economic benefits from plant species diversity in intensively managed grasslands. Ecological economics 168: 106488. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106488

10. Kykkänen S., Korhonen P., Mustonen A. & Virkajärvi P. 2020. Effects of increasing plant diversity on yield of grass and grasslegume leys in Finland. Teoksessa: Virkajärvi, P., Hakala, H., Hakojärvi, M., Helin, J., Herzon, I., Jokela, V., Peltonen, S., Rinne, M., Seppänen, M. & Uusi-Kämppä, J. Meeting the future demands for grassland production (Proceedings of the 28th General Meeting of the European Grassland Federation Helsinki, Finland 19-22 October 2020). Grassland Science in Europe 25: 103-105. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://www.europeangrassland.org/fileadmin/documents/Infos/Printed_Matter/Proceedings/EGF2020.pdf

11. Torralba, M., Fagerholm, N., Burgess, P.J., Moreno, G. & Plieninger, T. 2016. Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment 230: 150-161. https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.002

12. Shi, L., Feng, W., Xu, J. & Kuzyakov, Y. 2018. Agroforestry systems: Meta-analysis of soil carbon stocks, sequestration processes, and future potentials. Land Degradation & Development 29(11): 3886–3897. https://doi.org/10.1002/ldr.3136

13. Tamburini, G., Bommarco, R., Wanger, T. C., van der Heijden, M. G. A., Liebman, M. & Hallin, S. 2020. Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. Science Advances 6(45). https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1715

14. Isbell, F., Adler, P.R., Eisenhauer, N., Fornara, D., Kimmel, K., Kremen, C., Letourneau, D.K., Liebman, M., Polley, H.W., Quijas, S. & Scherer-Lorenzen, M. 2017. Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems. J Ecol 105: 871-879. https://doi.org/10.1111/1365-2745.12789

15. Tschumi, M., Albrecht, M., Bärtschi, C., Collatz, J., Entling, M.H. & Jacot, K. 2016. Perennial, species-rich wildflower strips enhance pest control and crop yield. Agriculture, Ecosystems & Environment 220: 97-103. https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.001

16. Schaub, S., Finger, R., Leiber, F., Probst, S., Kreuzer, M., Weigelt, A., Buchmann, N., & Scherer-Lorenzen, M. 2020. Plant diversity effects on forage quality, yield and revenues of semi-natural grasslands. Nature Communications 11(1): 768. https://doi.org/10.1038/s41467-020-14541-4

17. Helenius, J. 2020. Ruuantuotanto koettelee luonnon monimuotoisuutta. Teoksessa: Mattila, H. (toim.) Elämän verkko. Luonnon monimuotoisuutta edistämässä. Helsinki: Gaudeamus

18. Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukkko, U-M. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. The 2019 Red List of Finnish Species. Helsinki: Ympäristöministeriö

& Suomen ympäristökeskus. 704 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: http://hdl.handle.net/10138/299501

19. Hokkanen, H.M.T., Menzler-Hokkanen, I. & Hokkanen, S.R.K. 2018. Mitä tapahtuu, jos pölyttäjät katoavat? Duodecim 134(13-14): 1340–1344. Saatavissa myös PDF-muodossa: http://hdl.handle.net/10138/304205
20. Raiskio, S. 2020. Sähköpostikirjeenvaihto. 11.9.2020.
21. Hokkanen, H.M.T., Menzler-Hokkanen, I. & Keva M. 2017. Long-term yield trends of insect pollinated crops vary regionally, and are linked to neonicotinoid use, landscape complexity and availability of pollinators. Arthropod-Plant Interactions 11(3): 449-61. https://doi.org/10.1007/s11829-017-9527-3
22. Kauppinen, J. 2019. Monimuotoisuus. Helsinki: Siltala. 349 s.
23. Perinnemaisemayhdistys 2020. Perinnemaisematyypit. Luettu 18.9.2020. https://perinnemaisemat.fi/perinnemaisematyypit/
24. Härjämäki, K. 2014. Maatilaluonnon monimuotoisuus: pientareilta pelloille, kedoilta kosteikkoihin. Teho-hankkeen julkaisuja 2/2014. Turku: Varsinais-Suomen ELY-keskus. 60 s. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-257-934-8
25. Perinnemaisemayhdistys 2020. Laidunnus. Luettu 25.11.2020. https://perinnemaisemat.fi/hoito/laidunnus/

Luku 4: Hiili, vesi, ilmasto

1. NASA 2020. Why is carbon important? https://climatekids.nasa.gov/carbon/ Luettu 23.10.2020
2. Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A., DeFries, R., Galloway, J., Heimann, M., Jones, C., Le Quéré, C., Myneni, R.B., Piao, S. & Thornton, P. 2013. Carbon and Other Biogeochemical Cycles. Teoksessa: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. M. (toim.). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. s. 465-570. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf
3. Ilmasto-opas 2020. Ilmastonmuutos ilmiönä. https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/962d9aa2-e7e3-4df5-89a2-9f1f653e0d4e/ilmastonmuutos-ilmiona.html Viitattu 2.11.2020.
4. GLOBE 2017. Global Carbon Cycle Diagram. The Globe Carbon Cycle project. https://www.globe.gov/do-globe/measurement-campaigns/past-projects/earth-as-a-system-projects/carbon-cycle Julkaistu 2017. Viitattu 22.12.2020.
5. Heinonsalo, J., Heimsch, L., Helenius, J., Huusko, M.K., Höijer, L., Joona, J.M., Kanerva, S., Karhu, K., Kekkonen, H.R., Koppelmäki, K., Kulmala, L., Lötjönen, S., Mattila, T.J., Ollikainen, M., Peltokangas, K., Regina, K., Soinne, H., Wikström, U. & Viskari, T. 2020. Hiiliopas: Katsaus maaperän hiileen ja hiiliviljelyn perusteisiin. 1 painos. Carbon Action & Baltic Sea Action Group. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/01/BSAG-hiiliopas-1.-painos-2020.pdf
6. Huijin, S., Wang, X., Zhao, Y. J., Xu, M. G., Li, D. W. & Guo, Y. 2017. Relationship between soil inorganic carbon and organic carbon in the wheat-maize cropland of the North China Plain. Plant and Soil 418: 423-436.

7. Guo, L.B. & Gifford, R. 2002. Soil carbon stocks and land use change: A meta analysis. Global Change Biology 8: 345-360.

8. Liang, C., Schimel, J. & Jastrow, J. 2017. The importance of anabolism in microbial control over soil carbon storage. Nature Microbiology 2(8): 17105.

9. National geographic 2020. Freshwater crisis. https://www.nationalgeographic.com/environment/freshwater/freshwater-crisis/ Viitattu 17.12.2020

10. Paasonen-Kivekäs, M., Peltomaa, R., Vakkilainen, P. & Äijö, H. 2016. Maan vesi- ja ravinnetalous - ojitus, kastelu ja ympäristö. Salaojayhdistys ry 2. täydennetty painos.

11. Pajula, H. & Triipponen, J.-P. 2003. Selvitys Suomen kastelutilanteesta. Esimerkkialueena Varsinais-Suomi. Suomen ympäristö 629. Suomen ympäristökeskus ja Lounais-Suomen ympäristökeskus.

12. World bank. 2017. Chart: Globally, 70% of Freshwater is Used for Agriculture. https://blogs.worldbank.org/opendata/chart-globally-70-freshwater-used-agriculture Julkaistu 2017. Viitattu 17.12.2020.

13. Lawrence, Peter & Meigh, Jeremy & Sullivan, Caroline. 2002. The Water Povery Index: An International Comparison. Keele Economics Research Papers. 19.

14. Puustinen, M., Tattari, S., Väisänen, S., Virkajärvi, P., Räty, M., Järvenranta, K., Koskiaho, J., Röman, E., Sammalkorpi, I., Uusitalo, R., Lemola, R., Uusi-Kämppä, J., Lepistö, A., Hjerppe, T., Riihimäki, J. & Ruuhijärvi, J. 2019. Ravinteiden kierrätys alkutuotannossa ja sen vaikutukset vesien tilaan - KiertoVesi-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 22/2019.

15. Koppelmäki, K. 2013. Veden reitit ja muutokset pellolta vesistöön. Uudenmaan ELY-keskus / Raha-hanke.

16. 4p1000 2020. “4 per 1000” initiative. https://www.4p1000.org/ Viitattu 17.12.2020.

17. 7lk Maantieto 2020. KPL 7 Ilmastonmuutos vaikuttaa tulevaisuuteen. https://peda.net/laukaa/sk/oppiaineet/1-yhteiset/bjm/e-materiaalit/7lk-maantieto/st/k7ivtp:file/download/99ace739e09c93710e96c3c1d775acd7f6a89b06/KPL%207%20ILMASTONMUUTOS%20VAIKUTTAA%20TULEVAISUUTEEN%20selkokielinen%20teksti.pdf Tallennettu 18.1.2021.

18. IPCC 2018. Summary for Policymakers. Teoksessa: Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, & T. Waterfield (toim.) Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization. 32 s. Saatavissa: https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/

19. Tilastokeskus. 2020. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990-2019. http://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/yymp_kahup_1990-2019_2020.pdf

20. PTT. 2020. Haltia, E., Lehtosalo, H., Rinta-Kiikka, S., & Yrjölä, T. Viljeltyjen turvemaiden päästöjen vähennys vaatii radikaaleja toimia. Pellervon taloustutkimus Policy brief 2/2020.

21. UN. 2015. Paris agreement. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

22. Peltonen-Sainio, P. & Hakala, K. 2014. Viljely muuttuvassa ilmastossa – miten peltoviljely sopeutetaan onnistuneesti. TEHO Plus -hankkeen raportti 4/2014. Saatavissa: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/julkaisut/muut/TEHO_Plus_Ilmastonmuutos_esite_suomi.pdf?f=494961&n=11&p=841831&c=18369930

23. Laine, A., Vanhanen, J., Halonen, M. & Sjöblom, H. 2018. Ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit ja kustannukset Suomelle – valikoituja esimerkkejä. Sitra. 47 s.

24. Wirehn, L. 2018. Nordic agriculture under climate change: A systematic review of challenges, opportunities and adaptation strategies for crop production. Land Use Policy 77.

Luku 5: Kunnosta pelto

1. Mattila, T.J., Rajala, J. & Mynttinen, R. 2019. Peltohavaintoja – aistinvarainen tarkastelu maan kasvukunnon mittarina. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti. Seinäjoki. Raportteja 197. Saatavissa PDF-muodossa: https://helda.helsinki.fi/handle/10138/305223

2. Shepherd, T.G., Stagnari, E., Pisante, M. & Benites, J. 2008. Visual soil assessment field guide. Annual Crops. FAO. http://www.fao.org/3/i0007e/i0007e00.pdf

3. McCaman, J.L. 2013. When Weeds Talk. 116 s.

4. Nieminen, M., Ketoja, E., Mikola, J., Terhivuo, J., Sirén, T., Nuutinen, V. 2011. Local land use effects and regional environmental limits on earthworm communities in Finnish arable landscapes. Ecological Applications 21: 3162-3177.

5. Berglund, K., & Gustafson-Bjuréus, A. 2008. Markstrukturtest i fält. Report. Uppsala. https://pub.epsilon.slu.se/3375/

6. Kirkby, E. 2012. Introduction, Definition and Classification of Nutrients. Teoksessa: Marschner, P. (toim.) Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3. painos. Academic Press. s. 3–5.

7. Bryson, G.M. & Mills, H.A. 2015. Plant Analysis Handbook. A Guide to Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation of Agronomic and Horticultural Crops. 4 painos. Athens, Georgia: Micro-Macro Publishing, Inc.

8. Mattila, T.J. 2019. Lähestymistapoja lannoitussuunnitteluun - kierrätysravinteiden haasteita. Suomen ympäristökeskuksen raportteja. Suomen ympäristökeskus. https://helda.helsinki.fi/handle/10138/302787

9. Cerrato, M.E. & Blackmer, A.M. 1990. Comparison of Models for Describing; Corn Yield Response to Nitrogen Fertilizer. Agronomy Journal 82 (1): 138–43.

10. Khan, S.A., Mulvaney, R.L, Ellsworth, T.R. & Boast, C.W. 2007. The Myth of Nitrogen Fertilization for Soil Carbon Sequestration. Journal of Environmental Quality 36 (6): 1821–32. https://doi.org/10.2134/jeq2007.0099

11. Han, P., Zhang, P., Wang, P., Sun, W. & Huang, Y. 2016. Changes in Soil Organic Carbon in Croplands Subjected to Fertilizer Management: A Global Meta-Analysis. Scientific Reports 6 (1): 27199. https://doi.org/10.1038/srep27199

12. Luke 2020. Tilastotietokanta [verkkosivu]. Typpi- ja fosforitaseen kehitys muuttujina ELY-keskus, Ravinne ja Vuosi. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Saatavissa: http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__08%20Indikaattorit__06%20Ymp%C3%A4rist%C3%

B6__12%20Typpi-%20ja%20fosforitase/01_Typpi_fosforitase.px/?rxid=a290f7c2-69ab-4cf6-8366-fd5186c09513

13. Lal, R. 2008. Promise and Limitations of Soils to Minimize Climate Change. Journal of Soil and Water Conservation 63 (4): 113A-118A. https://doi.org/10.2489/jswc.63.4.113A

14. Paradelo, R., Virto, I. & Chenu, C. 2015. Net Effect of Liming on Soil Organic Carbon Stocks: A Review. Agriculture, Ecosystems & Environment 202 (April): 98–107. https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.005

15. Bilen, S., Bilen, M. & Bardhan, S. 2011. The Effects of Boron Management on Soil Microbial Population and Enzyme Activities. African Journal of Biotechnology 10 (27): 5311–19. https://doi.org/10.4314/ajb.v10i27

Luku 6: Maksimoi mikrobit, yhteytys ja suoja

Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S. & Seitola, T. 2009. Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen raportti. Raportteja No. 2009:4. Helsinki: Ilmatieteen laitos. Saatavissa myös PDF-muodossa: http://hdl.handle.net/10138/15711

Rajala, J. 2006. Luonnonmukainen maatalous. Korjattu 2. painos. Mikkeli: Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Julkaisuja no 80. s. 51–102. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://luomutietoverkko.fi/luonnonmukainen-maatalous-oppikirja-netissa/

Peltonen, S. & Toukoluoto, N. 2015. Viljelykiertojen monipuolistaminen. Tieto tuottamaan 141. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja nro 1142. ISBN 978-951-808-249-4.

Känkänen, H. 2014. Viherlannoitusopas. ProAgria Keskusten Liitto. 23 s. Saatavavissa myös PDF-muodossa: https://proagria.fi/sites/default/files/attachment/viherlannoitusopas_2104_kevytsuojattu_1.pdf

Aronsson, H., Hansen, E.M., Thomsen, I.K., Liu, J., Ogaard, A.F., Känkänen, H. & Ulen, B. 2016. The Ability of Cover Crops to Reduce Nitrogen and Phosphorus Losses from Arable Land in Southern Scandinavia and Finland. Journal of Soil and Water Conservation 71: 41-55.

Känkänen, H., Keskitalo, M. & Riiko, K. 2011. Kerääjäkasvit – tutkimuksesta käytännön kokemuksiin. TEHO-hankkeen julkaisuja 4/2011. Turku: Varsinais-Suomen ELY-keskus. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-257-248-6

Malin, E. 2020. Kerääjäkasviopas. Käytännön ohjeita kerääjäkasvien hyödyntämiseen Suomessa. Baltic Sea Action Group. 44 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/06/Keraajakasviopas2020.pdf

Kutschera, L., Lichtenegger, E. & Sobotik, M. 2018. Wurzelatlas der Kulturpflanzen gemäßigter Gebiete mit Arten des Feldgemüsebaues: 7th vol. 2. painos. Frankfurt/Main, Germany: DLG-Verlag. ISBN 978-3769008517. Piirroskuva saatavissa: https://images.wur.nl/digital/collection/coll13/id/1045/rec/2

Kutschera, L. & Lichtenegger, E. 1992. Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen Band 2, Pteridophyta und Dicotyledoneae (Magnoliopsida), Teil 1: Morphologie, Anatomie, Ökologie, Verbreitung, Soziologie, Wirtschaft, 3rd Vol. Stuttgart, Jena, New York: Fischer Verlag. 851 s. ISBN 3-437-30389-9. Piirroskuva saatavissa: https://images.wur.nl/digital/collection/coll13/id/514/rec/1

Kutschera, L. & Lichtenegger, E. 1982. Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen Band 1, Monocotyledoneae. 2nd Vol. Stuttgart, New York: Fischer Verlag. 516 s. ISBN 3-437-30359-7. Piirroskuva saatavissa: https://images.wur.nl/digital/collection/coll13/id/398/rec/1

Naturcom. 2021. Sudaninruoho. https://naturcom.fi/tuote/sudaninruoho/ Naturcom. Viitattu 18.1.2021.

Känkänen, H. 2021. Uudistavan viljelyn e-opiston asiatarkastus. 29.1.2021.

Patkowska, E. 2018. Antagonistic bacteria in the soil after *Daucus carota L.* cultivation. Plant Soil Environment 64: 120-125.

Khanh, T.D., Chung, M.I., Xuan, T.D. & Tawata, S. 2005. The Exploitation of crop allelopathy in sustainable agricultural production. Journal of Agronomy & Crop Science 191: 172-184

Muu kirjallisuus

- Aalto, K., Anttila, S., Hennola, I. & Peltonen, S. 2019. Ilmastoviisas maatilayritys. Tieto Tuottamaan 145. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja nro 1163. 104 s. ISBN 978-951-808-279-1.
- Aaltonen, R. & Peltonen, S. 2011. Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Tietoa Tuottamaan 134. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja nro 1108. 96 s. ISBN 978-951-808-216-6.
- Abdalla, M., Hastings, A., Cheng, K., Yue, Q., Chadwick, D., Espenberg, M., Truu, J., Rees, B. & Smith, P. 2019. A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. Global Change Biology 25: 2530-2543. https://doi.org/10.1111/gcb.14644
- Anttila, S. & Peltonen, S. 2017. Peltojen kunnostus. Tieto tuottamaan 143. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja nro 1153. 96 s. ISBN 978-951-808-268-5.
- Drost, S.M., Rutgers, M., Wouterse, M., de Boer, W. & Bodelier, P. 2020. Decomposition of Mixtures of Cover Crop Residues Increases Microbial Functional Diversity. Geoderma 361: 114060. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114060
- Ellä, A. & Mäkilä, R. 2020. Nurmiopas. Aikaa On -hanke. ProAgrian hankejulkaisut 10. ProAgria Länsi-Suomi ry. Saatavissa PDF-muodossa: https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/nurmiopas2020-web.pdf
- Hyvärinen, H. 2001. Kasviperäiset biomolekyylit – fenoliset yhdisteet ja terpeenit. Kirjallisuuskatsaus. MTT:n julkaisuja. Sarja A 100. Jokioinen: MTT. 97 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:951-729-630-4
- Hyvärinen, H. 2001. Kasviperäiset biomolekyylit – glukosinolaatit. Kirjallisuuskatsaus. MTT:n julkaisuja. Sarja A 90. Jokioinen: MTT. 72 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:951-729-593-6
- Känkänen, H. 2019. Viherlannoituksen tehoa lisäävät menetelmät. Viherteho-hanke. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 25/2019. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 31 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-745-9
- Känkänen, H., Ketola, J. & Valkama, P. 2020. Uusia tuloksia kerääjäkasveista. UusiRaHa-hanke. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 18/2020. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 75 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-932-3

- Keskitalo, M., Hakala, K., Kuuselä-Veistola, E., Jalli, H., Jalli, M., Jauhiainen, L. & Peltonen, S. 2014. Esikasvin vaikutus viljojen, öljykasvien ja perunan viljelyyn. TEHO Plus -hankkeen julkaisu 4/2014. 28 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-257-993-5
- Kivijärvi, P., Iivonen, S., Hannukkala, A. & Suojala-Ahlfors, T. 2019. Viherlannoitus- ja kerääjäkasvit avomaavihannestuotannossa. Luke Tietokortti. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 15 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201703011903
- Kleemola, J. 2013. Viherlannoitusopas. TEHO Plus -hankkeen julkaisu 2/2013. Turku: Varsinais-Suomen ELY-keskus. 24 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-257-880-8
- Koppelmäki, K., Känkänen, H. & Salonen, J. 2016. Luomupeltojen rikkakasvien hallinta peitekasvien avulla – kirjallisuuskatsaus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 65/2016. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 34 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-324-6
- Laitinen, P. 1994. Allelopatia – kasvien ja muiden eliöiden biokemiallinen vuorovaikutus. Kirjallisuustutkimus. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 14/94. Jokioinen: MTT. 44 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014042925286
- Lemola, R., Valkama, E., Suojala-Ahlfors, T., Känkänen, H. & Turtola, E. 2014. Kerääjäkasvit – hyötyä viljelijälle ja ympäristölle. TEHO Plus -hankkeen julkaisu 6/2014. 56 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-011-0
- Myllys, M., Gustafsson, M., Koppelmäki, K., Känkänen, H., Palojärvi, A. & Alakukku, L. 2015. Juuristotietopaketti – juuret maan rakenteen parantajina. Ravinnehuuhtoutumien hallinta - RaHa-hanke 2014. Uudenmaan ELY-keskus. 50 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://www.doria.fi/handle/10024/103454
- Nakian, K., Zabaloy, M., Guan, K. & Villamil, M. 2020. Do Cover Crops Benefit Soil Microbiome? A Meta-Analysis of Current Research. Soil Biology and Biochemistry 142: 107701. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.107701
- Peltonen-Sainio P., Jauhiainen L., Honkavaara E., Wittke S., Karjalainen M., Puttonen E. 2019. Pre-crop values from satellite images for various previous and subsequent crop combinations. Frontiers in Plant Science 10: 462 https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00462
- Poeplau, C. & Don, A. 2015. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops - A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems and Environment 200: 33-41.
- Prommer, J., Walker, T., Wanek, W., Braun, J., Zezula, D., Hu, Y., Hofhansl, F. & Richter, A. 2019. Increased microbial growth, biomass and turnover drive soil organic carbon accumulation at higher plant diversity. Global Change Biology 26: 669-681. https://doi.org/10.1111/gcb.14777
- Puustinen, M., Tattari, S., Koskiaho, J. & Linjama, J. 2007. Influence of seasonal and annual hydrological variations on erosion and phosphorus transport from arable areas in Finland. Soil & Tillage Research 93: 44-55.
- Seuri, P. 2016. Palkokasveista on moneksi: valkuaista, viherlannoitusta, maanparannusta. https://www.ilmase.fi/tietopaketit/palkokasveista-on-moneksi-valkuaista-viherlannoitusta-maanparannusta/ Ilmastonmuutokseen varautuminen maataloudessa. Viitattu 15.1.2020.

- Taiz L. & Zeiger E. 2002. Chapter 13, Secondary metabolites and plant defence. Teoksessa: Taiz L. & Zeiger E. (toim.) Plant physiology. 3. painos. Sunderland, MA: Sinauer Associates. 690 s. ISBN 0-87893-823-0
- Tirri R., Lehtonen J., Lemmetyinen R., Pihakaski S., Portin P. 2001. Biologian sanakirja. Keuruu: Otava. ISBN 951-1-17618-8
- Vestberg, M. & Timonen, S. 2018. Rihmankiertämät – kasvien ja sienten erottamaton elämä. Omakustanne. s. 356.
- Ruokavirasto 2016. Pää-tuki-haun tuet 2016 — Ympäristökorvaus: Ympäristösitoumus. https://ruokavirasto.mobiezine.fi/zine/192/article-3991 Viitattu 15.1.2020.
- Zou, L. 2015. Crop rotation as a tool towards sustainable barley cropping. Väitöskirja, Maataloustieteiden osasto, Maa- ja metsätaloustieteellinen tiedekunta, Helsingin yliopisto. 48 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-1607-9

Luku 7: Paranna maata ulkoisilla panoksilla

1. BSAG 2014. JÄRKI-ISKU 12: Lantavoimaa. https://www.bsag.fi/wp-content/uploads/2020/12/jarki_isku_12_lantavoimaa.pdf Baltic Sea Action Group. Julkaistu 2014.
2. Luke 2021. Kasper – Fosforilaskuri. https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/kasper/pelto/peltopalvelut/fosforilaskuri Luonnonvarakeskus. Viitattu 27.1.2021.
3. Ajosenpää, H., Ajosenpää, T. & Paananen, S. 2020. Lanta tehokkaaseen käyttöön – Lannasta maanparannusta ja ravinteita kasvinviljelytiloille. Maveka-hanke. ProAgria Länsi-Suomi. Saatavissa PDF-muodossa: https://lansi-suomi.proagria.fi/sites/default/files/attachment/maveka-lantaopas-2020-final_v.2.pdf
4. Heinonsalo, J., Heimsch, L., Helenius, J., Huusko, M.K., Höijer, L., Joona, J.M., Kanerva, S., Karhu, K., Kekkonen, H.R., Koppelmäki, K., Kulmala, L., Lötjönen, S., Mattila, T.J., Ollikainen, M., Peltokangas, K., Regina, K., Soinne, H., Wikström, U. & Viskari, T. 2020. Hiiliopas: Katsaus maaperän hiileen ja hiiliviljelyn perusteisiin. 1 painos. Carbon Action & Baltic Sea Action Group. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/01/BSAG-hiiliopas-1.-painos-2020.pdf

Muu kirjallisuus

- Fossel, P. 2014. Organic farming – How to raise, certify, and market organic crops and livestock. Minneapolis, Minnesota: Voyageur Press. 175 s.
- Lowenfelts, J. & Lewis, W. 2010. Teaming with Microbes: A Gardener's Guide to the Soil Food Web. Tarkistettu painos. Portland, Oregon: Timber Press. 220 s.
- Luostarinen, S., Tampio, E., Berlin, T., Grönroos, J., Kauppila, J., Koikkalainen, K., Niskanen, O., Rasa, K., Salo, T., Turtola, E., Valve, H. & Ylivainio, K. 2019. Keinoja orgaanisten lannoitevalmisteiden käytön edistämiseen. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2019:5. Maa- ja metsätalousministeriö. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-941-8
- Rajala, J. 2006. Luonnonmukainen maatalous. Korjattu 2. painos. Mikkeli: Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Julkaisuja no 80. s. 51–102. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://luomutietoverkko.fi/luonnonmukainen-maatalous-oppikirja-netissa/

Luku 8: Minimoi häirintä

1. Kornecki, T.S. & Balkcom, K.S. 2020. Organic Kale and Cereal Rye Grain Production Following a Sunn Hemp Cover Crop. *Agronomy* 10(12): 1913. https://doi.org/10.3390/agronomy10121913
2. Kornecki, TS. 2020. Influence of Recurrent Rolling/Crimping on Cover Crop Termination, Soil Strength and Yield in No-Till Cotton. AgriEngineering 2(4): s. 631-648. https://doi.org/10.3390/agriengineering2040042
3. Evira 2012. Tiesitkö tämän kasvinsuojeluainejäämistä? https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/esitteet/elintarvikkeet/tiesitko_taman_kasvinsuojeluainejaamista.pdf Evira, tuoteturvallisuusyksikkö.
4. Tukes 2021. Kasvinsuojelukoulutus ja -tutkinto. https://tukes.fi/kstutkinto Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Viitattu 11.2.2021.
5. Nichols, V., Verhulst, N., Cox, R. & Govaerts, B. 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. Field Crops Research 183: s. 56-68. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.07.012
6. Baker, K. & Cook, R. 1974. Biological control of plant pathogens. San Francisco: W.H. Freeman and Company. 433 s.
7. Egan, P.A., Dicks, L.V., Hokkanen, H.M.T. & Stenberg, J.A. 2020. Delivering integrated pest and pollinator management. Trends in Plant Science 25(6): s. 577-589.
8. Biddinger, D.J. & Rajotte, E.G. 2015. Integrated pest and pollinator management — adding a new dimension to an accepted paradigm. Current Opinion in Insect Science 10: s. 204-209.
9. Räsänen, K., Ratilainen, K., ja Kurppa S. 2014. Pesticide usage data for the application of the research to be utilized for IPM actions? Tiivistelmä ja posteriesitys, SETAC Europe 24th vuosiseminaari, 11.-15. Toukokuu 2014 Basel, Sveitsi. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://cdn.ymaws.com/www.setac.org/resource/resmgr/Abstract_Books/SETAC-Basel-abstracts.pdf
10. Melander, B. 1994. Modelling the effects of *Elymus repens* (L.) Gould competition on yield of cereals, peas and oilseed rape. Weed Research 34: s. 99–108.
11. TOPPS 2021. Parhaat käytännöt, parempi vesiensuojelu! http://www.topps-life.org/uploads/8/0/0/3/8003583/_flyer_fi.pdf TOPPS-projekti. Viitattu 11.2.2021.

Muu kirjallisuus

- Birkás, M. 2014. Book of Soil Tillage. Szent Istvan University Press. 322 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://www.fazos.unios.hr/upload/documents/Book_of_Soil_Tillage.pdf
- Mattila, T.J. & Rajala, J. 2019. Muokkausjärjestelmän valinta: miksi ja miten maata muokataan? Tietokortti. OSMO – Osaamista maan kasvukunnon hoitoon. Helsingin Yliopisto & ProAgria. 6 s. Saatavissa PDF-muodossa: https://luomutietopankki.fi/wp-content/uploads/sites/4/2019/11/muokkausjarjestelman-valinta-2019.pdf
- Schriefer, D.L. 2000. From the Soil Up. Greeley: ACRES USA. 274 s.
- Väderstad 2016. Target on Establishment. 51 s. Saatavissa PDF-muodossa: https://soilandwater.wildapricot.org/resources/Pictures/Target%20on%20Establishment%202016%20Edition.pdf

Luku 9: Perehdy valinnaisiin aiheisiin

I. Agrometsätalous

1. Torralba, M., Fagerholm, N., Burgess, P.J., Moreno, G. & Plieninger, T. 2016. Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment 230: s. 150-161. https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.002

2. Shi, L., Feng, W., Xu, J. & Kuzyakov, Y. 2018. Agroforestry systems: Meta-analysis of soil carbon stocks, sequestration processes, and future potentials. Land Degradation & Development 29(11): s. 3886–3897. https://doi.org/10.1002/ldr.3136

3. De Stefano, A., Jacobson, M.G. Soil carbon sequestration in agroforestry systems: a meta-analysis. Agroforest Syst 92: s.285–299. https://doi.org/10.1007/s10457-017-0147-9

4. Lorenz, K., Lal, R. Soil organic carbon sequestration in agroforestry systems. A review. Agron. Sustain. Dev. 34: s. 443–454. https://doi.org/10.1007/s13593-014-0212-y

5. Yeomans, P.A. 1985. The Challenge of Landscape: the development and practice of keyline. Sydney: Keyline Publishing PTY. 271 s. Saatavissa PDF-muodossa: https://soilandhealth.org/wp-content/uploads/GoodBooks/The%20Challenge%20of%20Landscape.pdf

6. Pavlov, G. 2015. Understanding the Application of Keyline Geometry. Bendigo, Victoria, Australia: Regrarians Ltd. 49 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://permatronc.ressources-permaculture.fr/Ajoute-des-fichiers-ici/EBOOK_Understanding_the_Application_of_Keyline_Geometry_%5BENGLISH%5D.pdf

7. Ruokavirasto 2019. Yleinen lupa käyttää tavanomaista lisäysaineistoa. https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/luomumaatilat/luomukasvit/Luomun-tuotantopanokset/yleinen-lupa-kayttaa-tavanomaista-lisaysaineistoa/ Ruokavirasto. Sivu päivitetty 27.3.2019. Viitattu 11.2.2021.

8. Ruokavirasto 2021. Luomun lomakkeet ja ohjeet. https://www.ruokavirasto.fi/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/luomun-lomakkeet-ja-ohjeet/ Ruokavirasto. Sivu päivitetty 7.1.2021. Viitattu 11.2.2021.

9. Osorio, R., Barden, C.J. & Ciampitti, I.A. 2019. GIS approach to estimate windbreak crop yield effects in Kansas–Nebraska. Agroforestry Systems 93: s. 1567–1576.

10. Iivonen, S. 2021. Uudistavan viljelyn E-opiston asiatarkastus. 28.1.2021.

11. Briggs, S. 2012. Agroforestry: a new approach to increasing farm production. A Nuffield Farming Scholarships Trust report. 85 s. Saatavissa PDF-muodossa: https://www.nuffieldscholar.org/sites/default/files/reports/2011_UK_Stephen-Briggs_Agroforestry-A-New-Approach-To-Increasing-Farm-Production.pdf

12. Dupraz, C., Burgess, P., Gavaland, A., Graves, A., Herzog, F., Incoll, L., Jackson, N., Keesman, K., Lawson, G., Lecomte, I., Liagre, F., Mantzanas, K., Mayus, M., Moreno, G., Palma, J., Papanastasis, V., Paris, P., Pilbeam, D., Reisner, Y., Vincent, G. & Werf Van der, W. 2005. Synthesis of the Silvoarable Agroforestry For Europe project. INRA-UMR System Editions. Montpellier. 254 s. Saatavissa PDF-muodossa: https://www.researchgate.net/publication/234008948_Silvoarable_Agroforestry_for_Europe_-

13. Ruokavirasto 2021. Tukihaku: Oppaat, ehdot ja ohjeet. https://www.ruokavirasto.fi/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/hakuoppaat/ Ruokavirasto. Sivu päivitetty 5.2.2021. Viitattu 11.2.2021.

Muu kirjallisuus

- Matila, A. 2006. Pellon suojavyöhykkeen puut ja pensaat. Maa- ja metsätalousministeriö & Tapio. 16 s. Saatavissa PDF-muodossa: https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/oppaat-ja-esitteet/pellon-suojavyohykkeen-puut-ja-pensaat-syksy-2006.pdf
- Lehmann, L.M., Smith, J., Westaway, S., Pisanelli, A., Russo, G., Borek, R., Sandor, M., Gliga, A., Smith, L. & Ghaley, B.B. 2020. Productivity and Economic Evaluation of Agroforestry Systems for Sustainable Production of Food and Non-Food Products. Sustainability 12: 5429.
- Öllerer, K., Varga, A., Kirby, K., Demeter, L., Biró, M., Bölöni, J. & Molnár, Z. 2019. Beyond the obvious impact of domestic livestock grazing on temperate forest vegetation – A global review. Biological conservation 237: s. 209–219.
- Reid, R. 2017. Heartwood – the art and science of growing trees for conservation and profit. Melbourne Books Publishing Pty Ltd. 300 s.
- Raskin, B. & Osborn, S. (toim.) 2019. The Agroforestry Handbook. Ladattavissa PDF-muodossa: https://www.soilassociation.org/farmers-growers/technicalinformation/agroforestry-handbook/
- USDA 2021. Riparian Forest Buffers. https://www.fs.usda.gov/nac/practices/riparian-forest-buffers.php Viitattu 11.2.2021.

II. Monimuotoisuuden lisääminen

1. Hyvönen, T., Heliölä, J., Koikkalainen, K., Kuussaari, M., Lemola, R., Miettinen, A., Rankinen, K., Regina, K. & Turtola, E. 2020. Maatalouden ympäristötoimenpiteiden ympäristö- ja kustannustehokkuus (MYTTEHO). Loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 12/2020. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 76 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-919-4
2. Heliölä, J. & Kuussaari, M. 2020. Maatalousympäristön päiväperhosseurannan vuoden 2019 tulokset. Baptria 45: s. 36-44. Ladattavissa: https://www.ymparisto.fi/paivaperhosseuranta
3. Kuussaari, M., Härmä, O. & Hyvönen, T. 2007. Viherkesantojen merkitys pölyttäjähyönteisille. Teoksessa: Salonen, J., Keskitalo, M. & Segerstedt, M. (toim.) Peltoluonnon ja viljelyn monimuotoisuus. Maa- ja elintarviketalous 110. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. s. 47–69. Saatavissa myös PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-136-5
4. Aakkula, J. & Leppänen, J. 2014. Maatalouden ympäristötuen vaikuttavuuden seurantatutkimus (MYTVAS 3) – Loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 3/2014. 267 s. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-852-7
5. Erävuori, L., Hyvärinen, M., Laitinen, K., Oksman, S. & Teerihalme, H. 2017. Luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaat korvaavat elinympäristöt maantie- ja rataverkoilla: Esiselvitys. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 8/2017. Liikennevirasto. 68 s. https://www.doria.fi/handle/10024/133866
6. Alhainen, M., Niemelä, T., Siekkinen, J., Svensberg, M., Kuittinen, J., Nurmi, J., Väyrynen, H., Väänänen, V-M., Nummi, P., Berndtson, S. & Korkiakoski, P. 2015. Kosteikko-opas. Helsinki: Suomen riistakeskus. 76 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://www.slideshare.net/Riistakeskus/kosteikkoopas
7. Mattila, T. & Saarinen, P. 2020. Laidunnusopas. Hiiltä maksimaalisesti sitova laidunnus - löydä lohkojesi hiilensidontapotentiaali. Carbon Action / BSAG. Ladattavissa PDF-muodossa:

https://carbonaction.org/fi/materials/laidunnusopas-hiilta-maksimaalisesti-sitova-laidunnus-loyda-lohkojesi-hiilensidontapotentiaali/

8. Autio, O., Heliölä, J. & Rinkineva-Kantola, R. 2020. Lintupellot rauhoitettujen lintulajien aiheuttamien satovahinkojen ennaltaehkäisevänä keinona. Raportteja 16/2020. Seinäjoki: Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. 46 s. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-858-1

9. Tiainen, J., Rintala, J., Holopainen, J., Piha, M., Seimola, T., Vepsäläinen, V. & Väisänen, R.A. 2007. Linnut maatalousympäristön luonnon monimuotoisuusindikaattorina. Teoksessa: Salonen, J., Keskitalo, M. & Segerstedt, M. (toim.) Peltoluonnon ja viljelyn monimuotoisuus. Maa- ja elintarviketalous 110. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. s. 215–232. Saatavissa myös PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-136-5

10. Kuussaari, M. 2021. Minkälaisilla toimilla voidaan edistää pölyttäjähyönteisten monimuotoisuutta? Esitelmä LumoVesi-hankkeen loppuseminaarissa 28.1.2021.

11. Huusela-Veistola, E. 2007. Kesantojen ekosysteemipalvelut: lintujen hyönteisravinto ja tuholaisten luontaiset viholliset. Teoksessa: Salonen, J., Keskitalo, M. & Segerstedt, M. (toim.) Peltoluonnon ja viljelyn monimuotoisuus. Maa- ja elintarviketalous 110. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. s. 34–46. Saatavissa myös PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-136-5

12. Ymparisto 2019. Perinnebiotoopit. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Luontotyypit/Luontotyyppien_uhanalaisuus/Perinnebiotoopit Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Julkaistu 26.6.2019. Viitattu 11.2.2021.

13. Suomen riistakeskus 2021. Kohti riistarikkaita reunoja – vaihettumisvyöhykkeiden hoito https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/vaihettumisvyohykkeiden-hoito-riistakeskus.pdf Viitattu 11.2.2021.

14. Laki vieraslajeista aiheutuvien riskien hallinnasta 1709/2015. Annettu Helsingissä 30.12.2015. Saatavilla sähköisesti: https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151709

15. Persson, T.S. 1995. Management of roadside verges: vegetation changes and species diversity. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Ecology and Environmental Research. Report 82. 30 s.

III. Tuotantonurmet

1. Nyfeler, D., Haugenin-Elie, O., Suter, M., Frossard, E. & Luscher, A. 2011. Grass-legume mixtures can yield more nitroggen than legume pure sands due to mutual stimulation of nitrogen uptakefrom symbiotic and non-symbiotic scources. Agriculture, Ecosystems & Environment 140(1-2): s. 155–163.

2. Mustonen, A. 2021. Uudistavan viljelyn E-opiston asiatarkastus. 27.1.2021.

3. Kätterer, T., Bolinder, M.A., Thorvaldsson, G. & Kirchmann, H. 2013. Influence of ley-arable systems on soil carbon stocks in Northern Europe and Eastern Canada. Grassland Science in Europe 18: s. 47-56. Saatavissa PDF-muodossa: https://www.europeangrassland.org/fileadmin/documents/Infos/Printed_Matter/Proceedings/EGF2013.pdf

4. Rasse D.P., Rumpel C. & Dignac M-F. 2005. Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilization. Plant and Soil 269: s. 341-356.

5. Klumpp, K. & Fornara, D.A. 2018. Carbon sequestration of grassland soils – climate change and mitigation strategies. Grassland Science in Europe 23: s. 509–534. Saatavissa PDF-muodossa: https://www.europeangrassland.org/fileadmin/documents/Infos/Printed_Matter/Proceedings/EGF2018.pdf

6. Kykkänen, S. 2021. Uudistavan viljelyn E-opiston asiatarkastus. 27.1.2021.

7. Chen J., Lærke P.E., Manevski K. & Jørgensen U. 2020. Biomass production and soil carbon and nitrogen content with innovative cropping systems. Grassland Science in Europe 25: s. 466-468. Saatavissa PDF-muodossa: https://www.europeangrassland.org/fileadmin/documents/Infos/Printed_Matter/Proceedings/EGF2020.pdf

8. Ammann C., Neftel A., Jocher M., Fuhrer J. & Leifeld J. 2020. Effect of management and weather variation on the greenhouse gas budget of two grasslands during a 10-year experiment. Agriculture, Ecosystems and Environment 292: 106814.

9. Rutledge S., Wall A.M., Mudge P.L., Troughton B, Campbell D.I., Pronger J., Joshi C. & Schipper L.A. 2017. The carbon balance of temperate grasslands part II: The impact of pasture renewal via direct drilling. Agricultural, Ecosystems and Environment 239: s. 132-142.

10. Sihvonen, M. 2020. Nurmen hiilensidonta on tekniikkalaji – tutkimus kirittää ikivanhaa ruoantuotantotapaamme. https://www.luke.fi/nurmen-hiilensidonta-on-tekniikkalaji/ Luonnonvarakeskus. Julkaistu 14.8.2020. Viitattu 12.2.2021.

11. Mäkiniemi, K., Seppänen, T. & Kekkonen, P. 2020. Nurmen täydennyskylvön hyvät käytänteet. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 38. https://doi.org/10.33354/smst.89260

12. Ranking, M. 2020. Alfalfa autotoxicity just got more complicated. https://hayandforage.com/article-2907-Alfalfa-autotoxicity-just-got-more-complicated.html Hay & Forage Grower. Julkaistu 10.3.2020. Viitattu 12.2.2021.

13. Mattila, T. & Saarinen, P. 2020. Laidunnusopas. Hiiltä maksimaalisesti sitova laidunnus - löydä lohkojesi hiilensidontapotentiaali. Carbon Action / BSAG. Ladattavissa PDF-muodossa: https://carbonaction.org/fi/materials/laidunnusopas-hiilta-maksimaalisesti-sitova-laidunnus-loyda-lohkojesi-hiilensidontapotentiaali/

IV. Uudistavaa vihannesten, juuresten ja marjojen viljelyä

1. Seppänen, M., Mäkelä, P., Yli-Halla, M., Helenius, J., Kallela, M., Stoddard, F. & Teeri, T. 2016. Peltokasvien tuotanto. 3. painos. Helsinki: Opetushallitus. 206 s.

2. Suojala-Ahlfors, T., Lumme, I., Salo, T., Uusitalo, R., Kivijärvi, P., Kallela, M., Inkeroinen, H. & Tuononen, M. 2020. Kasvinravinteet avomaanvihannesten tuotannossa: Tuloksia Resurssitehokas vihannestuotanto -hankkeesta v. 2016-2018. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 79/2020. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 89 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-076-2

3. Kivijärvi, P., Iivonen, S., Hannukkala, A. & Suojala-Ahlfors, T. 2019. Viherlannoitus- ja kerääjäkasvit avomaavihannestuotannossa. Luke Tietokortti. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 15 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201703011903

4. FiBL 2018. Perennial flower strips – a tool for improving pest control in fruit orchards. Technical guide No. 1096. 16 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://ebionetwork.julius-kuehn.de/dokumente/upload/EnglishNeu_Flower-strips-fruit-orchards.pdf

5. Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/11. Muutokset: Maa- ja metsätalousministeriön asetukset 12/12, 7/13, 21/15, 5/16, 12/15 ja 12/18. https://mmm.fi/elaimet-kasvit/lannoitevalmisteet

6. Suojala-Alfors, T. 2021. Uudistavan viljelyn E-opiston asiatarkastus. 26.1.2021.

7. Malin, E. 2020. Kerääjäkasviopas. Käytännön ohjeita kerääjäkasvien hyödyntämiseen Suomessa. Baltic Sea Action Group. 44 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/06/Keraajakasviopas2020.pdf

8. Himanen, S. & Kivijärvi, P. 2020. Haasteellinen kaistasekaviljely. Puutarha & Kauppa 24: 18-19. Saatavissa myös PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe202003097666

Muu kirjallisuus

- Kallela, M., Nissinen, A. & Suojala, T. 2004. Vaihtoehtoja ravinnetalouden ja kasvintuhoojien hallintaan laajamittaisessa luomuvihannesviljelyssä. Maa- ja elintarviketalous 49. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. 62 s. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/457764/met49.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Kukkonen, S. & Vestberg. M. 2002. Miten lierot liittyvät kasvukuntoon? Puutarha ja Kauppa 19/2002: 8-9.

- Kukkonen, S., Vestberg, M., Tuovinen, T., Parikka, P. & Palojärvi, A. 2005. Esikasvin merkitys mansikan kasvun ja satoisuuden parantajana sekä maan kasvukunnon ylläpitäjänä. MTT:n tutkimusraportti. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. 34 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019041812827

- Matala, V. 2006. Mansikan viljely. 3. painos. Puutarhaliiton julkaisuja. Helsinki: Puutarhaliitto ry. 335 s.

- Nissinen, A., Vanhala, P. (toim.), Salo, T., Lötjönen, T., Outa, P. & Piirainen, A. 2003. Luomuvihannesten viljelykiertojen hallinta. Onko viljelykiertosi nousukierre vai syöksykierre? MTT:n selvityksiä 47. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. 39 s. http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts47.pdf

- Parikka, P. 2021. Marjakasvien maalevintäiset taudit kuriin. Puutarha & kauppa 1/2021: 24-25.

- Patkowska, E. 2018. Antagonistic bacteria in the soil after *Daucus carota L.* cultivation. Plant Soil Environment 64: 120-125.

- Vestberg, M, Kukkonen, S. & Palojärvi, A. 2002. Maan kasvukuntoa on vaikea mitata. Puutarha ja Kauppa 19/2002: 6-7.

- Vestberg, M, Kukkonen, S., Saari, K., Uosukainen, M., Palojärvi, A., Tuovinen, T., Vepsäläinen, M. & Niemi, M. 2002. Cropping system impact on soil quality determinants. Agricultural and food science in Finland 11: 311-328.

- Vestberg, M. 2003. Mansikan suuri satopotentiaali luomuviljelyssä johtuu maan biologista ominaisuuksista. Hög skördepotential hos jordgubbe beror på markens biologiska egenskaper. Forskningsnytt 2/2003: 14-15. https://luomutietopankki.fi/tietopankki/wp-content/uploads/sites/4/2004/05/Vestberg_M_Mansikan_suuri_satopotentiaali_2003.pdf

- Vestberg, M., Kukkonen, S., Saari, K., Tuovinen, T., Palojärvi, A., Pitkänen, T., Hurme, T., Vepsäläinen, M., Niemi, M. 2009. Effects of cropping history and peat amendments on the quality of a silt soil cropped with strawberries. Applied Soil Ecology 42: 37-47. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.01.008

V. Uudistavaa viljelyä turvepelloilla

1. Kekkonen, H., Ojanen, H., Haakana, M., Latukka, A. & Regina, K. 2019. Mapping of cultivated organic soils for targeting greenhouse gas mitigation. Carbon Management 10(2): s. 115-126. https://doi.org/10.1080/17583004.2018.1557990
2. SVT 2020. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990-2019. Suomen virallinen tilasto (SVT). Helsinki: Tilastokeskus. s. 10 ja 34. Viitattu 19.1.2021. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/yymp_kahup_1990-2019_2020.pdf
3. Luke Taloustohtori 2021. Maannostieto-palvelu (luke.f/taloustohtori). Aineisto: Luke Maannostietokanta. https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/taloustohtori/maannostieto/vakioraportit/maalajitiedot_wrb_luokitus/maalajit_suuralueittain/ Luonnonvarakeskus. Viitattu 19.1.2021.
4. Pietola, L. & Joki-Tokola, E. 2019. Turvepeltojen ilmastokestävä viljely. Teoksessa: Aalto, K., Anttila, S., Hennola, I. & Peltonen, S. (toim.). Ilmastoviisas maatilayritys. Tieto Tuottamaan 145. ProAgria Keskusten Liiton julkaisuja nro 1163. s. 40. ISBN 978-951-808-279-1.
5. Joosten, H., Tapio-Biström, M.-L. & Tol, S. 2012. Peatlands: Guidance for Climate Change Mitigation Through Conservation, Rehabilitation and Sustainable Use. Mitigation of Climate Change in Agriculture Series 5. 2. painos. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 114 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: http://www.fao.org/3/an762e/an762e00.htm
6. Abel, S., Couwenberg, J., Dahms, T. & Joosten, H. 2013. The Database of Potential Paludiculture Plants (DPPP) and results for Western Pomerania. Plant Diversity and Evolution 130(3-4): s. 219-228.
7. Geurts, J., Oehmke, C., Lambertini, C., Eller, F., Sorrell, B., Mandiola, S., Grootjans, A.P., Brix, H., Wichtmann, W., Lamers, L. & Fritz, C. 2020. Nutrient removal potential and biomass production by *Phragmites australis* and *Typha latifolia* on European rewetted peat and mineral soils. Science of The Total Environment 747: 141102.
8. Berninger, K., Kekkonen, H., Saarnio, S., Lehtonen, H., Regina, K. & Mäkipää, R. 2020. Maatalouden tukijärjestelmää kehitettävä tukemaan viljeltyjen turvemaiden ilmastokestävää käyttöä. Luke Policy Brief 3/2020. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 6 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-994-1
9. Miettinen, A., Koikkalainen, K., Silvan, N. & Lehtonen, H. 2020. Kosteikkoviljelyn päätuote turvepellolla on päästövähennys. Käytännön maamies 10/2020: s. 36-38.
10. Laurila, M. 2018. Kosteikkokasveista uusia elinkeinomahdollisuuksia. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 18/2018. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 159 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-560-8
11. VN 2019. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019: Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Valtioneuvoston julkaisuja 2019:31. Helsinki: Valtioneuvosto. 216 s. Saatavissa PDF-muodossa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-808-3

12. Luke 2021. SOMPA-tutkimushanke. https://www.luke.fi/sompa/ Viitattu 11.1.2021.

Luku 10: Huomioi talous

1. Purola, T. & Lehtonen, H. 2020. Evaluating profitability of soil-renovation investments under crop rotation constraints in Finland. Agricultural Systems 180: 102762.

2. Ollikainen, M. 2020. Hiiliviljelyn talous – kuinka hiiliviljely voisi muuttua tulovirraksi. Carbon Action - webinaari 8.12.2020.

3. Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P. M. 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. 1535 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf

Muu kirjallisuus

- Barry, P. J., Ellinger, P. N., Hopkin, J. A. & Baker, C. B. 2000. Financial Management in Agriculture. 6. painos. Danville, Illinois: Interstate Publishers. 678 s.
- Castle, E. N., Becker, M. H & Nelson, A. G. 1987. Farm Business Management: The Decision-Making Process. 3. painos. New York: MacMillan Pub Co. 413 s.
- Debertin, D. 1986. Agricultural Production Economics. New York: MacMillan Pub Co. 366 s.
- Dixit, A. & Pindyct, R. 1994. Investment under uncertainty. New Jersey: Princeton University Press. 468 s.
- Fleisher, B. 1990. Agricultural Risk Management. Boulder & London: Lynne Rierner Publishers. 149 s.
- Harsh, S. B., Connor, L. J. & Schwab, G. D. 1981. Managing the Farm Business. New Jersey: Prentice Hall. 384 s.
- Ollikainen, M. & Lötjönen, S. 2020. Hiilimarkkinat ja taloudelliset ohjauskeinot. Teoksessa: Heinonsalo, J. (toim.) Hiiliopas – katsaus maaperän hiileen ja hiiliviljelyn perusteisiin. Carbon Action & Baltic Sea Action Group. s. 52–53. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://carbonaction.org/wp-content/uploads/2020/01/BSAG-hiiliopas-1.-painos-2020.pdf
- Ryhänen, M. & Sipiläinen, T. 2018. Maatalousyrityksen johtaminen ja toiminnan kehittäminen. Tuotannon suunnittelu strategisen johtamisen tukena. 2. tarkistettu painos. Helsinki: Tempest Oy. 237 s. Saatavissa myös PDF-muodossa: https://doi.org/10.31885/9789529393145