



RAPORTTI PELLON KÄYTÖN OPTIMOINTITOIMISTA RESILIENSSIN NÄKÖKULMASTA

REPORT ON LAND USE OPTIMISATION ACTIONS TO RESILIENCE

LIFE14 CCM/FI/000254¹

Deliverable D1.3 - 15.12.2019

REPORT ON LAND USE OPTIMISATION ACTIONS TO RESILIENCE

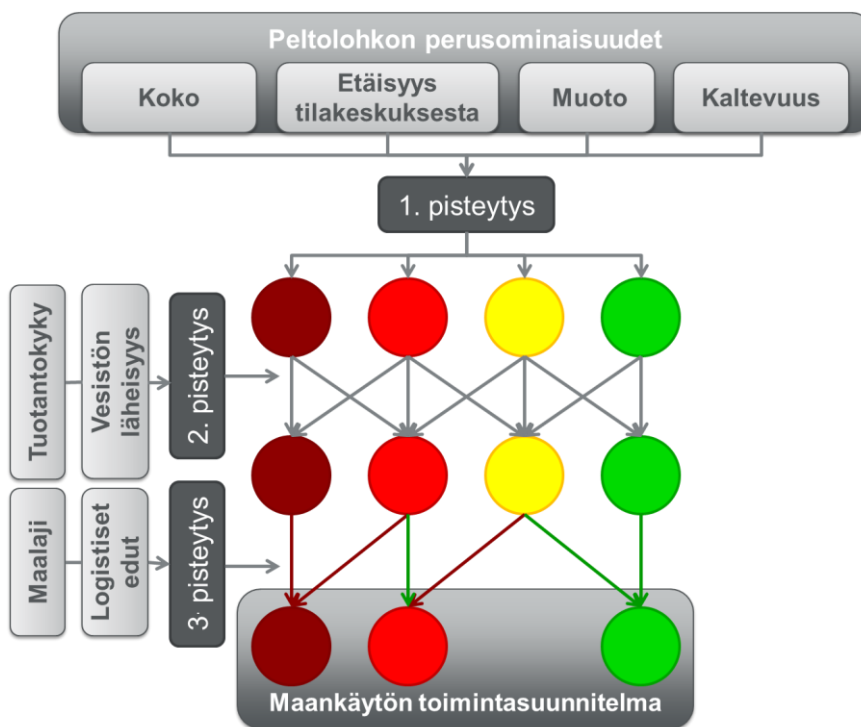
Laatija: Pirjo Peltonen-Sainio

¹ This report reflects only the author's view and that the EASME/Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

1. Tausta

Ilmastonmuutos tuo nopeasti eteneviä haasteita mutta myös mahdollisuuksia Suomen maataloudelle. Sopeutumalla saavutettavissa olevat mahdollisuudet – kuten pidentyvistä kasvukaudesta hyötyminen, satoisampien lajikkeiden viljely sekä uusien lajien viljelyyn otto ja niiden tuomasta monimuotoistamisen potentiaalista hyötyminen – voivat toteutua laajassa mitassa vain, mikäli haasteet onnistutaan hallitsemaan. Reaaliaikainen ja jopa menestyksekkäs sopeutuminen asteittain etenevään ilmastonmuutokseen on mahdollinen, mutta eniten onnistumista haastaa ilmastonmuutoksen myötä voimistuva sään vaihtelu sekä erityisesti sään ääri-ilmiöiden yleistyminen. Nämä ovatkin yksi merkittävin uhka tulevaisuuden viljelyvarmuudelle ja ruokaturvalle.

Maankäytön muutoksen ovat eräs keskeinen toimenpide, jolla voidaan hillitä maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä. Olennaista kuitenkin on, että muutokset toteutetaan rationaalisesti, oikein kohdentuen. Siksi Luonnonvarakeskus (Luke) kehitti viljelijöiden käyttöön PeltoOptimi-työkalun tukemaan maankäytön muutoksia². Työkalu on osa Luken Taloustohtorin palvelutarjontaa ja sen avulla tilan peltolohkot voidaan kohdentaa kestävään tehostamiseen (ruoantuotantoon), laajaperäistämiseen (niin ympäristön hoitoon kuin lohkon ongelmista palautumiseen) sekä metsitykseen (Kuva 1). Metsitykseen kohdentuvat lohkot ovat useilta eri lohko-ominaisuuksiltaan niin heikkoja, ettei niillä ole merkitystä edes tulevaisuuden ruokaturvalle vaikka tiedetään, että viljelyalasta tulee olemaan globaalisti yhä kasvavaa niukkuutta.



Kuva 1. PeltoOptimi-työkalun kolmivaiheinen peltolohkojen pisteytysprosessi, joka perustuu kahdeksaan lohko-ominaisuuteen^{2,3,4}

² Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Laurila, H., Sorvali, J., Honkavaara, E., Wittke, S., Karjalainen, M. & Puttonen, E. 2019. Land use optimization tool for sustainable intensification of high-latitude agricultural systems. *Land Use Policy* 88: 104104 <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104104>

³ <https://www.opal.fi/peltooptimi/>

⁴ <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/taloustohtori/PeltoOptimi/taustatiedot/toimintaperiaate>

Pellon käytön muutokset eivät ole merkittäviä ainoastaan ilmastonmuutoksen hillinnän vaan myös sopeutumisen kannalta. Sopeutumistarpeet ovat moninaiset ja sen vuoksi on tärkeää priorisoida ja toimeenpanna eri toimenpiteet mahdollisimman oikea-aikaisesti. PeltoOptimi-työkalu tukee viljelijän päätöksentekoa myös sopeutumisen osalta, sillä työkalu osoittaa tilan tuotannon kannalta keskeisimmät peltolohkot (Kuva 1), joihin myös sopeutumistoimet kannattaa muiden resurssien ja panosten tavoin kohdentaa. Näistä lohkoista viljelijä saa todennäköisesti parhaan vasteen investoinnilleen. Jotta tulevaisuuden viljelyvarmuus ja ruokaturva tulevat turvatuksi sään vaihtelun voimistuessa, tulee ilmastokestävyyteen kiinnittää erityishuomiota. Tässä raportissa arvioimme, mikä merkitys pellon käytön optimoinnilla on maatalan ilmastokestävyyteen ja mitä lisätoimenpiteitä tarvitaan, jotta resilienssiä voidaan parantaa ja tuotannonvaihtelua ennaltaehkäistä mahdollisimman tehokkaasti tilanteessa, jossa sään ääri-ilmiöt tulevat voimistumaan nykyisestäään.

2. Pellon käytön optimoinnin yhteys ilmastokestävyyteen

Monimuotoistamisen on todettu eri tavoin toteutettuna kuuluvan avaintoimenpiteisiin, joilla voidaan parantaa maatalouden ilmastokestävyyttä, niin säävaihtelun aiheuttamien haittojen puskurointia kuin niistä palautumista haitan väistyttyä. Monimuotoistamista voidaan toteuttaa tilalla monella eri tasolla lajikkeiden perimän monimuotoisuuden ja siihen kytkeytyvien reagoitiherkkyys- ja alttiuserojen hyödyntämisestä (*response diversity*)⁵ tilan tuotantosuuntien monipuolistamiseen (*mixed farming*).

Lähtökohtaisesti pellon käytön optimointi lisää mahdollisuuksia tukea varsinkin maisemarakenteiden monimuotoisuutta, millä on toteutumisalojen määrästä ja sijoittumisesta riippuen merkitystä maatalousympäristön monimuotoisuudelle ja eliöyhteisöille. Resilienssin kannalta pellon käytön optimoinnista saatavat suorat hyödyt ovat kuitenkin varsin rajallisia, vaikka heikoimpien peltolohkojen poistaminen ruoantuotannosta onkin omiaan vähentämään satovaihtelua tilalla, ruoantuotannon keskittyessä parhaimmille ja tuotantokykyisimmille peltolohkoille. PeltoOptimi-työkalun viimeisellä pisteytyskierroksella laajaperäistykseen kohdennetuista lohkoista ne, joilla on maalajina turve, ehdotetaan siirrettäväksi pois tuotannosta. Työkalu ei kuitenkaan tule ohjaamaan korkeatuottoisia turvemaita pois ruoantuotannosta, millä on myönteinen vaikutus resilienssiin: eloperäiset maat kestävät kuivuusjaksoja kivennäismaita paremmin, jolloin niiden satoisuus voi parantua pitenevässä kasvukaudessa merkittävästi suhteessa kivennäismaihin tilanteessa, jossa kasvukaudella ilmenevät kuivuusriskit kasvavat vielä nykyisestäään (Liite 1).

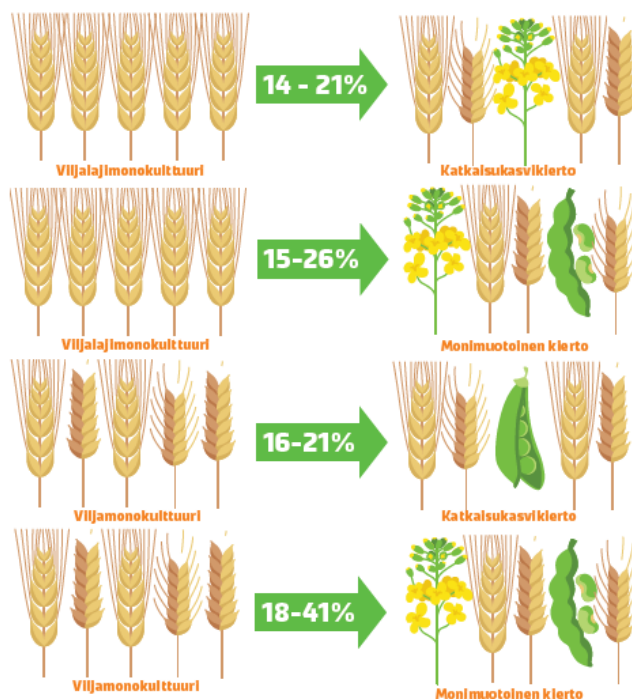
Tukeakseen ilmastokestävyyttä pellon käytön optimointi tarvitsee rinnalleen lisätoimia. Näistä eräs tärkeimpiä on ruoantuotantoon kohdentuvien peltolohkojen viljelyn monimuotoistaminen. Tällä voidaan tukea ilmastonkestävyyden lisäksi peltolohkojen pitkäjänteistä tuotantokyvyn ylläpitoa. Suomalaisten viljelysmaiden kiertoja voidaan monimuotoistaa merkittävästi jo nyt^{6,7} (Kuva 2) puhumattakaan, kun ilmaston lämmitessä ja kasvukauden pidentyessä monipuolisemman kasvilajiston viljelymahdollisuudet paranevat. Tutkimusten mukaan viljelykasvien herkkyyserot erilaisille satovaihi-

⁵ Kahiluoto, H., Kaseva, J., Hakala, K., Himanen, S.J., Jauhiainen, L., Rötter, R.P., Salo, T., Trnka, M. 2014. Cultivating resilience by empirically revealing response diversity. *Global Environmental Change* 25: 186-193 <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.02.002>

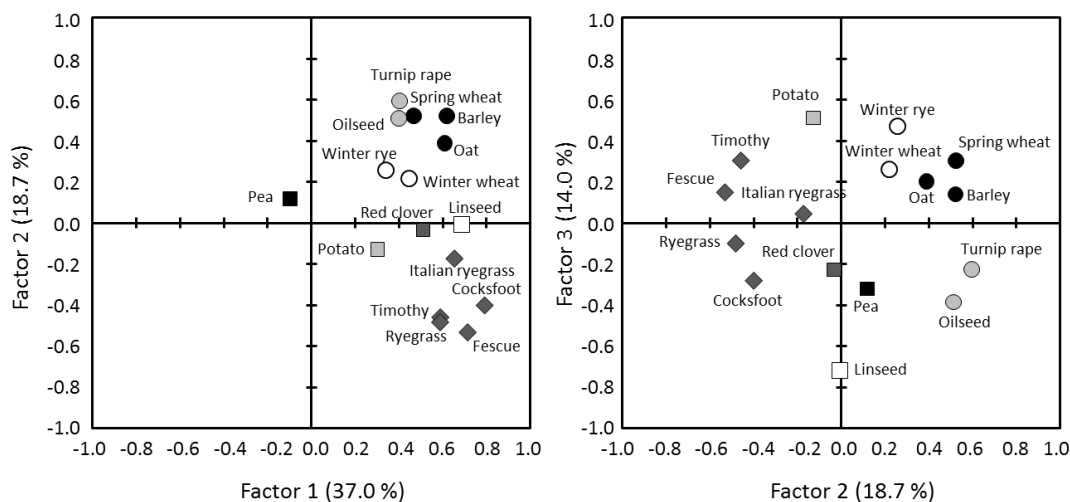
⁶ Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Sorvali, J. 2017. Diversity of high-latitude agricultural landscapes and crop rotations: increased, decreased or back and forth? *Agricultural Systems* 154: 25-33 <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.011>

⁷ Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2019. Unexploited potential to diversify monotonous crop sequencing at high latitudes. *Agricultural Systems* 174: 73-82 <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.011>

telua aiheuttaville tekijöille ovat sitä pienemmät mitä läheisemmistä tai samanaikaisesti kehittyvistä lajityypeistä on kyse (Kuva 3).



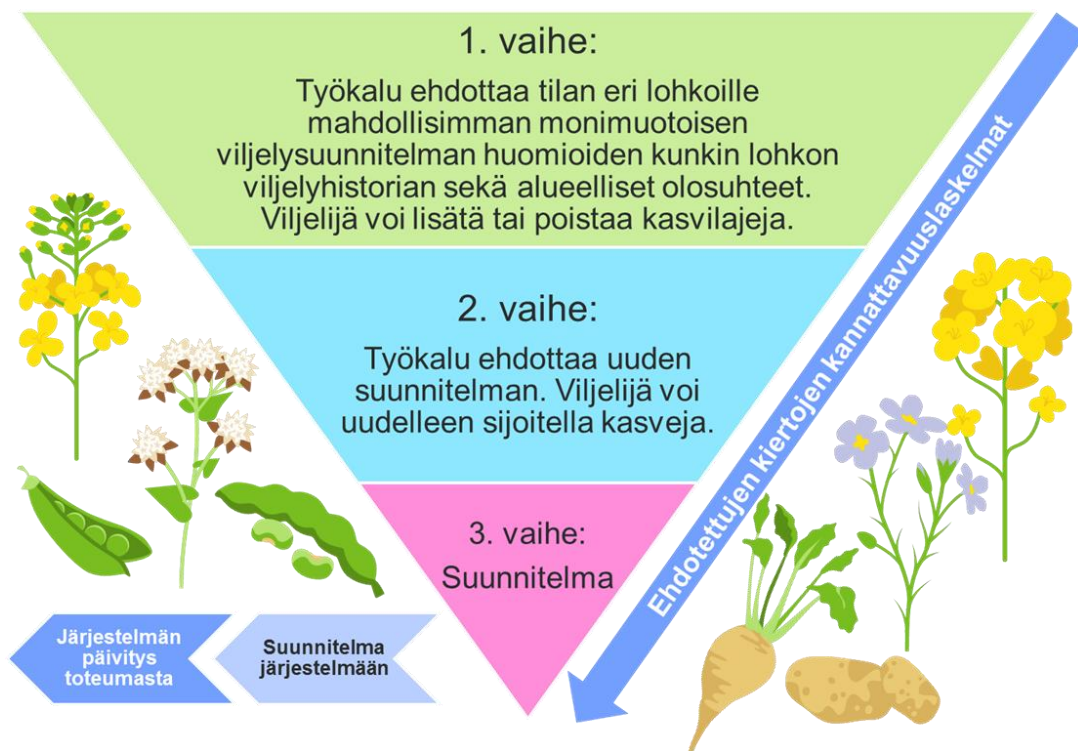
Kuva 2. Merkittävä osuus nykyisin yksipuolisesti viljeltävistä vilja- ja viljalajimonokulttuurikiertoista voitaisiin välttämättä monimuotoistaa, kun huomioidaan viljelijöiden näkemykset, miten kohdentaa lohkoja eri viljelykasveille. Lähde: Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2019. Unexploited potential to diversify monotonous crop sequencing at high latitudes. *Agricultural Systems* 174: 73-82 <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.011>



Kuva 3. Viljelykasvilajien reagoitierojen vertailu Luken Virallisten lajikekokeiden ainistojen perusteella. Mitä lähempänä kasvilajit ovat toisiaan, sitä yhtenäisemmin ne reagoivat satovaihtelua aiheuttaviin tekijöihin. Lähde: Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Sorvali, J. 2017. Diversity of high-latitude agricultural landscapes and crop rotations: increased, decreased or back and forth? *Agricultural Systems* 154: 25-33 <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.011>

Viljelijät ovat kiinnostuneita viljelykiertojen monipuolistamisesta⁶, kuten ylipäättään toimenpiteistä, joilla tuetaan maatalousympäristön monimuotoisuutta⁸. Olemme kehittäneet Viljelykiertotyökalun, joka tulee osaksi Luken Taloustohtorin palveluja PeltoOptimin rinnalle (Kuva 4). Työkalun tarkoituksena on tukea viljelijöitä erityisesti kestävästi tehostettavien ruoantuotantolohkojen viljelykiertojen monipuolistamisessa, ilmastonkestävyyden parantamiseksi sekä tuotantovarmuuden ja peltojen kasvukunnon turvaamiseksi.

Erytyisesti resilienssin näkökulmasta on tärkeää, kuinka viljelijä toteuttaa viljelykiertojen monipuolistamisen. Mikäli viljelijä lisää tilallaan spatiaalista heterogeenisuutta viljelemällä samana kasvukauteena useita eri kasvilajeja, voivat kyseiset monimuotoistamistoimet parantaa merkittävästi tilan ilmastokestävyyttä. Jos viljelijä taas päätyy – esimerkiksi tuotantoerien koon varmistamiseksi tai muista logistisista syistä johtuen – viljelemään yksipuolisia viljelykiertoja katkaisevaa erikoiskasvia, kuten palkoviljaa vain yhtenä ja samana kierron viidestä vuodesta, lisää hän ainoastaan temporaalista heterogeenisuutta, millä saattaa olla kielteisiä vaikutuksia resilienssiin. Tämän vuoksi Viljelykiertotyökaluun tullaan liittämään elementtejä, jotka muistuttavat viljelijää mahdollisista säähän liittyvien tuotantoriskien kasvusta.



Kuva 4: Luken Taloustohtorin palvelutarjontaan tulevan Viljelykierto-työkalun peruseriaatteet. Työkalu tuottaa viljelijöille monimuotoistamisen toimintasuunnitelman kolmivaiheisena prosessina. Työkalu varoittaa, mikäli viljelijän tekemä kiertosuunnitelma heikentää tilan ilmastokestävyyttä. Lähde: Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Latukka, A. 2020. Interactive tool for farmers to diversify high-latitude cereal-dominated crop rotations. *Manuscript ready for submission*.

⁸ Peltonen-Sainio, P., Sorvali, J. & Kaseva, J. 2019. Winds of change for farmers: matches and mismatches between experiences, views and the intention to act. *Climate Risk Management*, <https://doi.org/10.1016/j.crm.2019.100205>

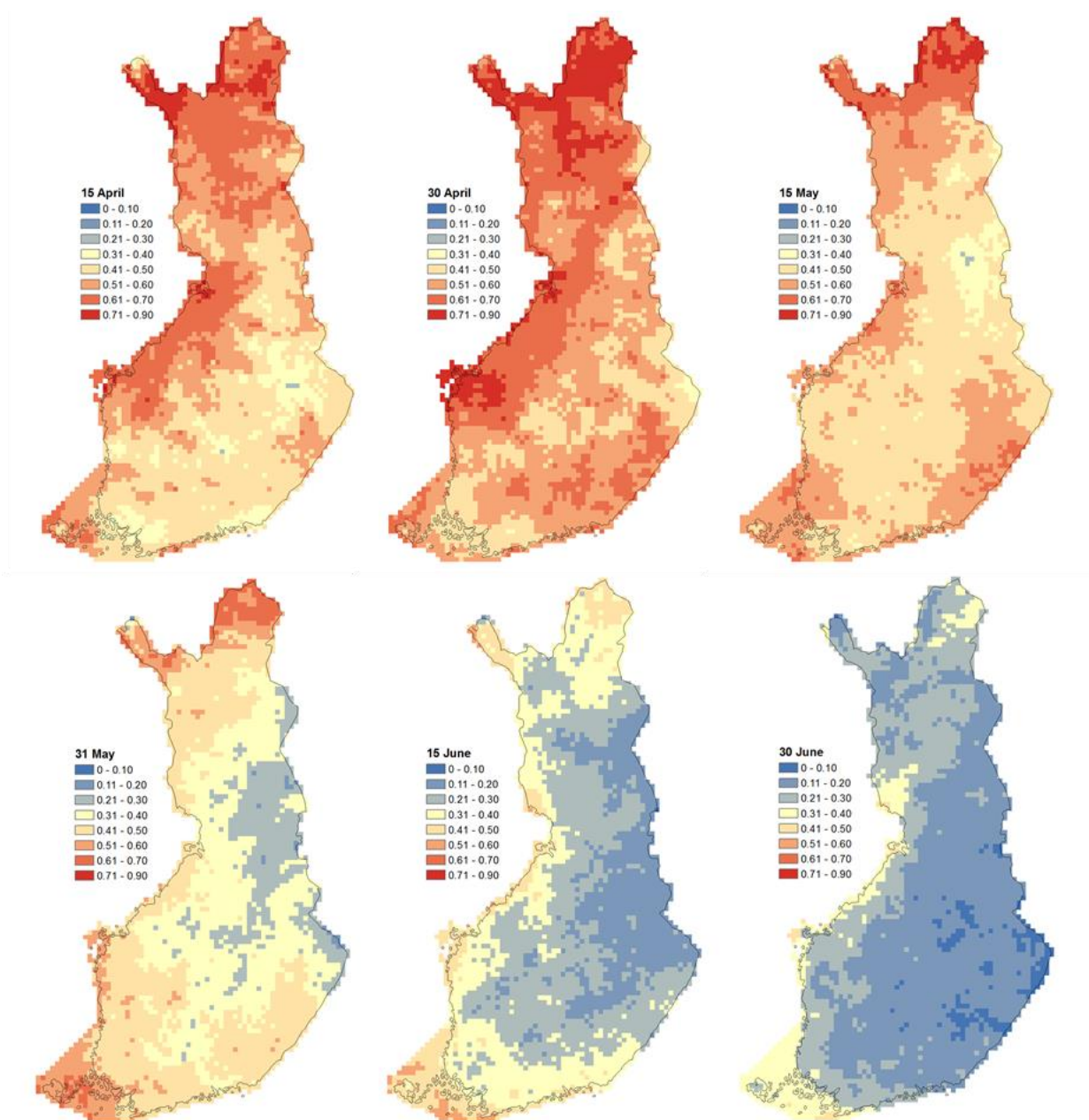
Summary in English

Land use optimization tool, available at the Luke's EconomyDoctor-portal, suggests land use changes at the field parcel scale for each farm by acknowledging the production capacity and seven physical field parcel characteristics. As an outcome of the three step optimization process the share of field parcels that could be sustainably intensified, extensified or afforested are shown at farm scale. In this report we consider the possible impacts of land use optimization on resilience to weather variation and extreme weather events, which both may increase in the future due to climate change. We also consider some primary means for a farmer to safeguard or improve resilience along with land use optimization, as resilience is an important attribute for climate smart agriculture.

Land use optimization has potential to increase landscape diversity, however, depending on shares of different land uses and their geography. The more mixed the land use, the more likely are the impacts on landscape diversity. In general, land use optimization is likely to have positive rather than negative impacts on biodiversity. Land use optimization has, however, quite marginal direct impacts on resilience *per se*, even though removing the poorly performing field parcels from food production may reduce variation in yield and total production in a farm.

Fields with peatland are removed from food production in the case that the field parcel has many weaknesses and is poorly performing. However, in the opposite case of being highly productive the Land Use Optimization tool keeps parcels with organic soil in the pool of sustainably intensified fields, and such fields may have positive impacts on resilience: they tend to perform better than mineral soils during drought periods, which are common in Finland today and may be even more frequent in the future due to climate change. Nonetheless, in order to improve resilience land use optimization needs to be coupled with additional measures in sustainably intensified fields, especially diversification. This is not only because of resilience, but also to improve soil conditions and safeguard long-term sustainability. High share of fields are currently under monotonous cereal sequencing. Even substantial potential exists for introduction of current minor crops at larger extent to break the cereal dominated rotations. Furthermore, due to climate change induced longer growing season cultivation areas under diversifying crops may be even further expanded in the future. Earlier studies have indicated that same types of crops (like cereals) or crops with similar timing of their critical developmental stages respond more similarly to stresses than crops that are very different from each other. Therefore, true diversification (beyond cultivating only different spring cereal species or cultivars) is an important measure to improve resilience of sustainably intensified fields, i.e., those allocated for food production. To support farmers in diversification of crop sequencing we developed another tool, Crop Rotation tool, which will be linked with Land Use Optimization tool in the Luke's EconomyDoctor-portal. The main idea is to encourage farmers to diversify crop rotations when possible and thereby, improve resilience, production certainty and food security. In the case that a farmer ends up in having crop choices and rotations that do not enhance resilience, the Crop Rotation tool will advise about likely increasing weather related risks.

Keywords: Land use optimization; land use change; resilience; weather variation; extreme events; climate change; sustainable intensification; extensification; afforestation; diversification; crop rotation; spatial heterogeneity; temporal heterogeneity; food security; EconomyDoctor-portal



Kuva: Alueellinen vaihtelu todennäköisyydessä, että kuivuus kestäisi kaksi viikkoa eri ajankohtina huhtikuun puolivälistä elokuun puoliväliin. Lähde: Peltonen-Sainio, P., Pirinen, P., Mäkelä, H.M., Ojanen, H. & Venäläinen, A. 2016. Spatial and temporal variation in weather events critical for boreal agriculture: II Precipitation. *Agricultural and Food Science* 25: 57-70