

Viljelykiertojen monipuolistamiseen kannustava vuorovaikutteinen suunnittelutyökalu

VILKAS

Pirjo Peltonen-Sainio, Lauri Jauhiainen, Arto Latukka (Luke) ja Sari Peltonen (ProAgria)



Loppuraportti

2020

1. Tutkimuksen tavoitteet

VILKAS-hankkeen päätavoitteena oli tuottaa laajoihin aineistoihin perustuva, viljelykiertojen monipuolistamiseen kannustava, vuorovaikutteinen suunnittelutyökalu viljelijöiden käyttöön. Kehitettävän Viljelykierto-työkalun peruseriaatteena oli ”pakottaa” ja siten kannustaa viljelijä näkemään, miten tilan lohkojen viljelykiertoja voisi ja olisi perusteltua monimuotoistaa ja kuinka tämä vaikuttaa tilan kannattavuuteen. Lisäksi työkalun vaikuttavuutta arvioitiin alueellisesti tilanteessa, jossa viljelijä ottaisi käyttöön työkalun ehdottamat kierrot.

2. Tutkimusosapuolet ja yhteistyö

Hanke suunniteltiin alun perin toteutettavaksi neljän työpaketin puitteissa:

- Työkalun kehittämiseen käytettävät aineistot ja prototyyppiin työstäminen
- Viljelykiertojen merkitys tilan taloudelle ja tuotannon kannattavuudelle
- Työkalun koeajot pilottimittakaavassa ja tuotteistaminen
- Työkalun demonstrointi ja käytäntöön vienti

PeltoOptimi-työkalun tultua osaksi Luonnonvarakeskuksen (Luke) Taloustohtorin palvelutarjontaa, käytiin keskusteluja VILKAS-hankkeessa kehitettävänä olevan Viljelykierto-työkalun saattamisesta PeltoOptimin rinnalle Taloustohtoriin. Tätä vahvasti osaltaan työkalujen linkittämisestä saatava lisähyöty: Viljelykierto-työkalu voitaisiin kohdentaa PeltoOptimin osoittamille kestävästi tehostettaville ruoantuotantolohkoille. Tämä muutti työn luonnetta ja alkuperäisten yhteistyökumppanien roolitusta. Taloustohtori mahdollisti kirjanpitotilojen tuottaman tietouden välittömän hyödyntämisen arvioitaessa viljelykiertojen monipuolistamisen vaikutuksia tilan kannattavuuteen. Lisäksi kaikille viljelijöille tarkoitetun työkalun markkinointi ja käytäntöön viennin tukeminen siirtyvät Taloustohtorin Viljelykierto-työkalun julkistamisen yhteyteen. PeltoOptimin tapaan Viljelykierto-työkalu on tarkoitettu ensisijaisesti viljelijöiden omaan käyttöön, mutta he voivat antaa oikeudet neuvoijille.

Tutkimukset toteutettiin alkuperäisen asiantuntijajoukon toimesta Lukessa. Tutkimusprofessori Pirjo Peltonen-Sainio oli VILKAS-hankkeen koordinaattori, joka toteutti tutkimukset pääosin yhteistyössä erikoistutkija Lauri Jauhiaisen kanssa. Erikoistutkija Asko Hannukkala oli lisäasiantuntijana mahdollisten kasvinsuojelukysymysten osalta ja hänen ehdottamiaan artikkeleita hyödynnettiin erityisesti julkaisuja laadittaessa. Arto Latukka vastasi työkalun viennistä osaksi Taloustohtorin palvelutarjontaa. Hanke toteutettiin yhteistyössä ProAgria Keskusten Liiton Sari Peltosen ja Nylands Svenska Lantbrukssällskap'in (NSL) Patrik Erlundin kanssa. Yllä kuvatuista syistä johtuen neuvonnan panos jäi vähäisemmäksi kuin oli alkuperin suunniteltu työkalun siirtyessä osaksi Taloustohtorin palvelukokonaisuutta. Hankkeen ohjausryhmässä toimivat: Marja-Liisa Tapio-Biström (MMM, pj.), Rikard Korkman (SLC), Mikko Kuussaari (SYKE), Max Schulman (MTK, varajäsenenä Airi Kulmala), Pertti Savela (ProAgria) ja Anne Vainio (MMM, varajäsenenä Jukka Virolainen).

3. Tutkimuksen tulokset

3.1. Viljelykierto-työkalua tukeneet taustatutkimukset

Menetelmät, aineisto ja päätulokset. Työkalun kehittäminen edellytti kattavaa taustatutkimusta peltolohkojen viljelykiertojen nykytilan kartoittamiseksi sekä viljelijän päätöksentekoprosessin ymmärtämiseksi mitä tulee ominaisuuksiltaan erilaisten lohkojen kohdentamiseen eri viljelykasveille ja -kierroille. Taustatutkimukset perustuivat pääosin Ruokaviraston lohkokohtaisiin aineistoihin, Maannostietokannan aineistoihin, Ilmatieteen laitoksen sääaineistoihin sekä Virallisiin lajikekokeisiin ja satelliittiaineistoihin tai näistä kaikista edelleen johdettuihin ominaisuuksiin: viljelykasvi, viisivuotinen viljelykierto, lohkon koko, muoto, kaltevuus, etäisyys tilakeskuksesta, tuotantokyky, vesistöjen läheisyys¹, maalaji, logistiset edut sekä lohkon omistajuus². Käytetyt aineistot olivat erittäin kattavia ja edustavia. Tutkimuksissa käytettyjen havaintoyksiköiden määrä vaihteli kymmenistä tuhansista useisiin satoihin tuhansiin peltolohkoihin tutkimuskohteesta ja -alueesta riippuen.

Tyypillisesti viljelykiertomme ovat eriytyneet kahteen pääluokkaan: nurmi- ja viljapainotteisiin (Kuva 1). Katkaisukasvikierto on myös vahvasti viljapainotteinen. Kaikista yksipuolisimpia kiertoja, viljalajimonokulttuureja, on lähinnä ohralla ja kauralla. Nurmikiertoja ei useinkaan katkaista useammaksi vuodeksi siemensatokasveilla^{3,4}, vaan ohraa käytetään paljolti suojaviljana kylvetessä nurmea välittömästi uudelleen samalle nurmikiertolohkolle. Viherkesantokierrot painottuvat ominaisuuksiltaan heikoille lohkoille ja erityisesti maan eteläosiin päinvastoin kuin tuotantonurmet³. Näin ei ole päästy hyötymään nurmikasvien merkittävistä eduista, joita viljapainotteiset kierrot kaipaisivat yksipuolisen viljelyn aiheuttamien haittojen vähentämiseksi (tuotantokyvyn lasku ja maan rakenneongelmat). Monimuotoisia kiertoja on alle kaksi prosenttia pelloistamme ja niiden määrä on laskenut 1990-luvulta (Kuva 1).

Lohko-ominaisuuksilla on vaikutusta siihen, miten viljelijät kohdentavat tilan pellot eri viljelykasveille ja -kierroille^{3,5}. Kaura ja ohra sijoitetaan selkeästi erilaisille lohkoille kuin kevätvehnä ja muut viljelykasvit (Kuva 2). Kaura arvotetaan lohkovalinnoissa yhä sekundaarisesti viljelykasviksi ja sijoitetaan useilta ominaisuuksiltaan heikoille lohkoille, mikä on ristiriidassa kansallisten jatkojalostus- ja vientiponnisteluiden kanssa, näiden molempien edellyttäessä laatukauran tuotantoa. Samoin kevätvehnä, rypsi/rapsi sekä eritoten sokerijuurikas poikkeavat lohkojen kohdennuksen osalta monista muista lajeista palko- ja syysviljojen ollessa osittain samantyyppisesti kohdennettavia lajeja.

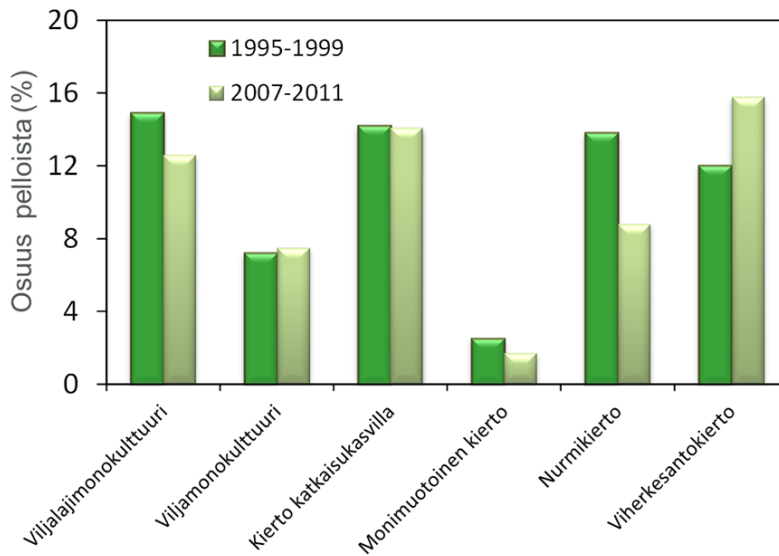
¹ Peltonen-Sainio, P., Laurila, H., Jauhiainen, L. & Alakukku, L. 2015. Proximity of waterways to Finnish farmlands and associated characteristics of regional land use. *Agricultural and Food Science* 24: 24-38

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

³ 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

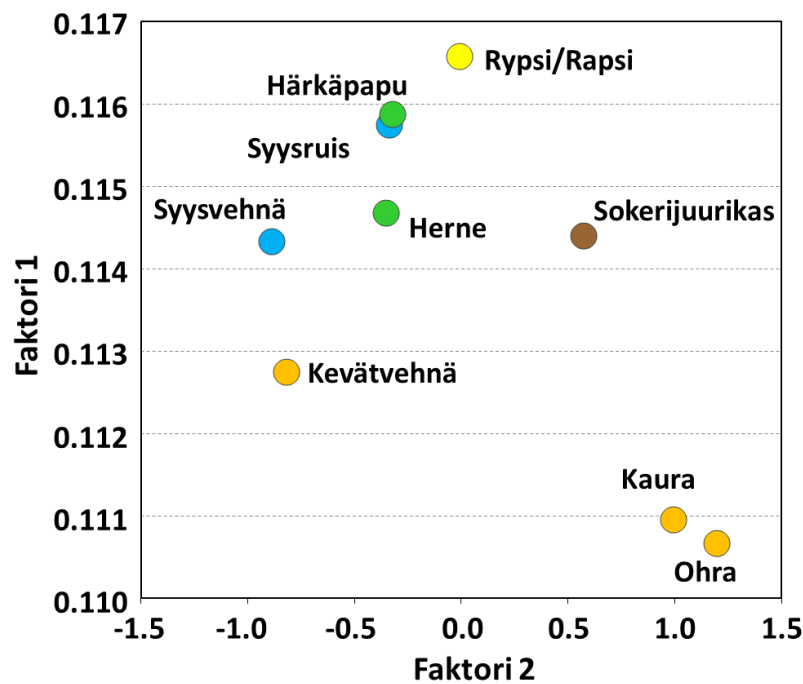
⁴ Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2019. Unexploited potential to diversify monotonous crop sequencing at high latitudes. *Agricultural Systems* 174: 73-82

⁵ Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Sorvali, J., Laurila, H. & Rajala, A. 2018. Field characteristics driving farm-scale decision making on land allocation to primary crops at high-latitude conditions. *Land Use Policy* 71: 49-59



Viljalajimonokulttuurikierto sisältää samaa viljalajia vähintään neljänä viidestä vuodesta; **Monokulttuurikierto** sisältää vähintään kahta eri viljalajia, jotka voivat olla kevät- tai syysviljoja, mutta siten, etteivät viljalajimonokulttuurin ehdot täyty; **Katkaisukasvikierto** sisältää yhtenä viidestä vuodesta jonkin muun kasvilajin kuin viljaa; **Monimuotoinen kierto** sisältää kevätiljoja yhtenä tai kahtena vuotena, samoin syysviljoja, mutta lisäksi siinä on kahta muuta kasvilajia; **Nurmikierto** sisältää tuotantonurmen vähintään kolmena vuotena; **Viherkesantokierto** sisältää viherkesannon, luonnonhoitopellon tms. vähintään kolmena vuotena viidestä.

Kuva 1. Eri viljelykiertojen yleisyys ja muutokset niissä^{3,6}.

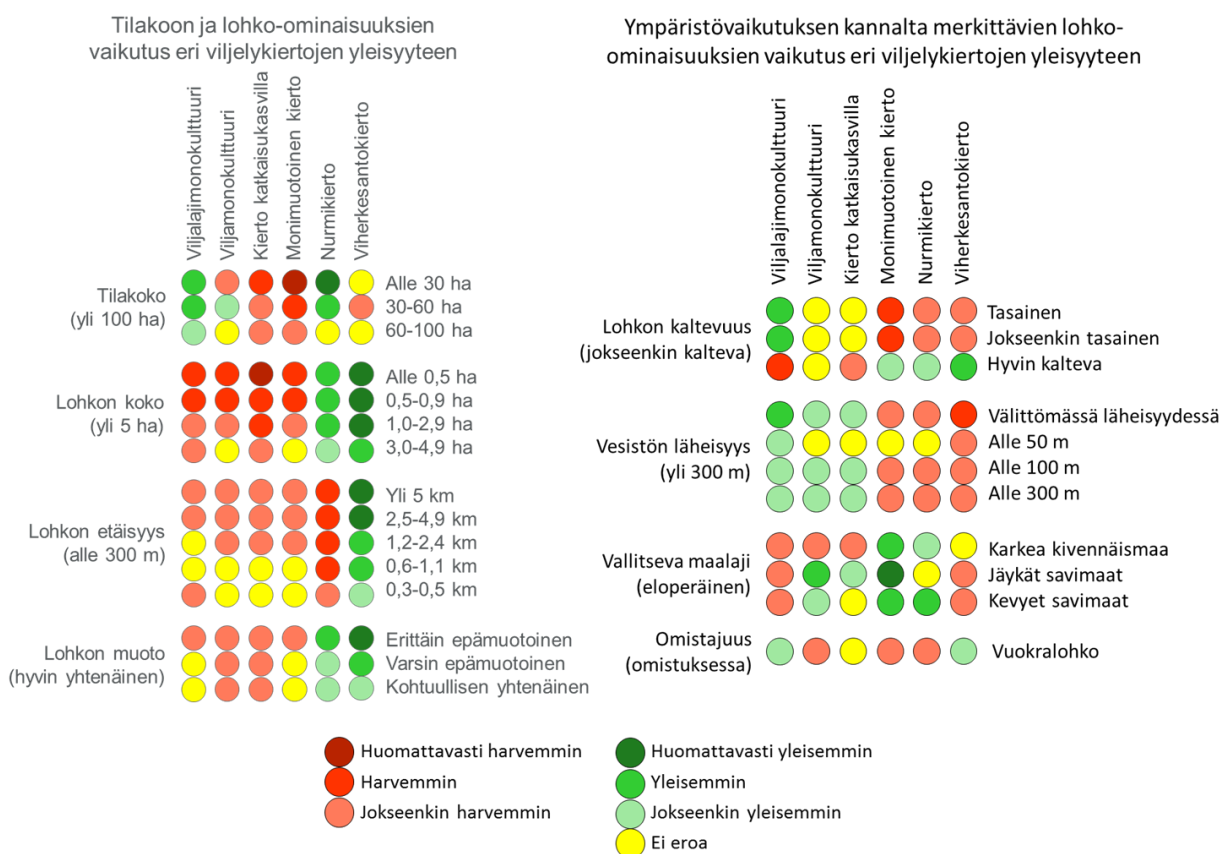


Kuva 2. Pääkomponenttialyysiin perustuva yleiskuva eri kasvilajien lohkoille kohdentamisen eroista suhteessa toisiinsa. Mitä etäämpänä laji on muista, sitä erilaisemmille lohkoille sitä kohdennetaan suhteessa siitä kauempana oleviin lajeihin⁷.

⁶ Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2017. Luvut kirjassa *Tieto Tuottamaan 143, Peltojen kunnostus*. ProAgria Keskusten Liitto. 96 s.

⁷ Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Latukka, A. 2020. Interactive tool for farmers to diversify high-latitude cereal-dominated crop rotations. *Manuscript submitted to International Journal of Agricultural Sustainability*

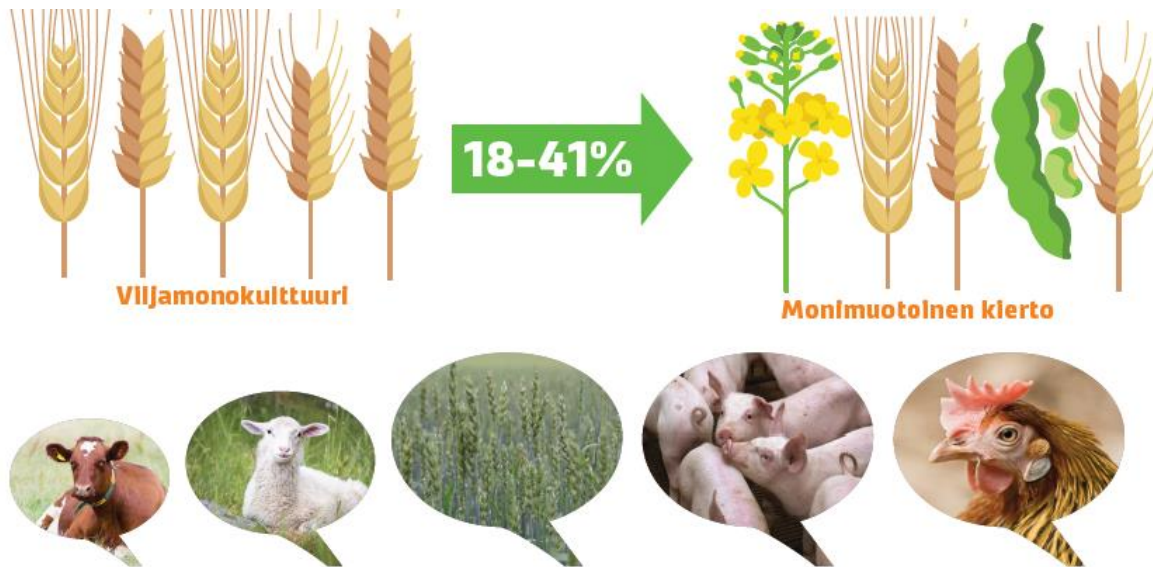
Tilakoko ja lukuisat tutkitut lohko-ominaisuudet vaikuttivat eri viljelykiertojen yleisyyksiin³. Viljalajimonokulttuuri- ja nurmikierrat olivat sitä yleisempiä mitä pienempi tila oli, kun taas katkaisukasvikierto ja monimuotoinen kierto yleistyivät tilakoon kasvaessa (Kuva 3). Nurmi- ja viherkesantokierrot harvinaistuivat päinvastoin kuin muut kierrot, kun lohkokoko kasvoi yli kolmen hehtaarin tai lohko oli yhä yhtenäisempi muodoltaan. Vastaavat muutokset kiertojen sijoittelussa pätevät myös tilanteeseen, jossa lohko jäi alle kilometrin päähän tilakeskuksesta, ainoana poikkeuksena nurmikierrat, jotka päinvastoin kuin viherkesantokierrot sijoitettiin lähelle tilakeskusta. Viljalajimonokulttuurikierrat olivat yleisimpiä tasaisilla tai jokseenkin tasaisilla lohkoilla ja harvinaisia hyvin kaltevilla lohkoilla päinvastoin kuin monimuotoiset kierrot sekä nurmi- ja viherkesantokierrot (Kuva 3). Viljapainotteiset kierrot olivat yleisempiä vesistöjen läheisyydessä kuin kaukana niistä (yli 300 m), joskin yllättäen viherkesantokierrot olivat yleisimpiä etäällä vesistöistä, kuten olivat myös monimuotoiset kierrot ja nurmikierrat. Viljakiertoja kohdennettiin harvemmin karkeille kivennäismaille. Nurmi- ja viljalajimonokulttuurikiertoja sijoitettiin erityisesti vuokralohkoille³.



Kuva 3. Tilakoon ja eri lohko-ominaisuuksien vaikutus viljelykiertojen yleisyyteen suhteessa kummankin kuvan vasemmassa laidassa olevaan verranteeseen. Keltainen väri tarkoittaa, ettei kyseinen ominaisuusluokka eronnut tilastollisesti merkitsevästi verranteesta^{3,6}.

Saatua uutta tietoa viljelijöiden tavasta kohdentaa viljelykiertoja eri tavoin riippuen lohko-ominaisuuksista hyödynnettiin arvioitaessa, kuinka nykyisiä viljalajimonokulttuuri- ja viljamonokulttuurikiertoja voitaisiin monipuolistaa. Monimuotoistamisen potentiaalin tarkastelu rajattiin kahteen kasvuoloihimme sopeutuneeseen, nykyisellään alituetettuun viljelykasvirymään, öljykasveihin (rypsi, rapsi) ja palkoviljoihin (härkäpapu, herne). Nykyisistä viljalajimonokulttuurikierron olevista lohkoista 15-26 prosenttia soveltuisi monimuotoiseen kiertoon eli lohkoilla voitaisiin

viljellä rypsiä tai rapsia kerran sekä lisäksi hernettä tai härkäpapua kerran viidessä vuodessa, jolloin viljaa kierrossa olisi kolmena vuotena viidestä⁴. Tämän lisäksi 14-21 prosentilla lohkoista, joilla on nykyisin kyseinen äärimmäisen yksipuolinen kierto, voisi hyödyntää katkaisukasvia. Vastaavasti 16-21 prosenttia viljamonokulttuurikiirroista sopisi katkaisukasvikierrolle ja peräti 18-41 prosenttia monimuotoiselle kierrolle (Kuva 4). Vaihteluväli kuvaa eroja tilojen tuotantosunnissa siten, että alhaisimmat monimuotoistamisen mahdollisuudet ovat nauta-, lammas- ja hevostiloilla ja suurimmat puolestaan kasvintuotanto-, sika- ja kanatiloilla.



Kuva 4. Kaikkiaan 18-41 prosenttia nykyisistä viljamonokulttuurikiirroista voitaisiin muuttaa monimuotoisiksi kierroiksi, kun huomioidaan kuinka viljelijät kohdentavat lohkojaan eri kasvilajeille ja kierroille lohko-ominaisuuksista riippuen⁴. Mitä suurempi alla oleva kuvake on, sitä suuremmat ovat kyseisen tuotantosunnan tilojen monimuotoistamisen mahdollisuudet.

Ilmastonmuutos haastaa viljelijät sopeutumaan reaaliaikaisesti moninaisiin mahdollisuuksiin ja haasteisiin, joihin kytkeytyy myös sään ääri-ilmiöiden voimistuminen⁸. Aiemmat tutkimukset ovat paljastaneet, miten kasvilajit eroavat toisistaan reagoinnissaan satovaihteluita aiheuttaviin tekijöihin⁹. Viljelemällä tilan lohkoilla eri viljalajeja ei saavuteta saman mittasuhteen resilienssihyötyjä kuin viljeltäessä selvästi eri kasvilajeja. Esimerkiksi herne ja syysviljat eroavat toisistaan siinä, miten ne reagoivat satovaihteluita aiheuttaviin säätekijöihin. Molemmat lajit eroavat reagoinniltaan enemmän kevätiljoista kuin kevätiljat eroavat toisistaan⁹. Siten spatiaalisella monimuotoistamisella saavutetaan temporaalista monimuotoistamista suurempia resilienssihyötyjä eli puskurointikykyä säävaihtelulle ja haitallisille sääilmiöille, joiden arvioidaan lisääntyvän ilmaston muuttuessa. Spatiaalisella heterogeenisuudella tarkoitetaan, että tilalla viljellään yhtenä vuonna useampia viljelykasveja, kun taas temporaalisella monimuotoistamisella ymmärretään, että eri kasvien viljely painottuu eri vuosille.

⁸ Peltonen-Sainio, P., Sorvali, J. & Kaseva, J. 2020. Winds of change for farmers: matches and mismatches between experiences, views and the intention to act. *Climate Risk Management* 27: 100205

⁹ Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Lehtonen, H. 2016. Land use, yield and quality changes of minor field crops: Is there superseded potential to be reinvented in northern Europe? *PLOS One* 166403

Monimuotoiset viljelykierrot tuottavan monia muitakin ekosysteemipalveluja kuin resilienssihyötyjä. Näistä eräs merkittävä on esikasviarvo. Kasvinvuorotusta tutkivien koesarjojen tulee olla mittavia, mikäli halutaan esikasviarvoja mahdollisimman monille viljelyssä oleville esi- ja seuraavakasvi-kombinaatiolle ja jotta onnistutaan arvioimaan olosuhteiden vaihtelun aiheuttamat muutokset esikasviarvoille. Esikasviarvot voivat vaihdella positiivisista negatiivisiin, niillä voi olla yli yhden vuoden jälkivaikutusta kierrossa ja lisäksi kierrolla voi olla vaikutusta esikasvista saatavaan hyötyyn. Kehitimme yhteistyössä Maanmittauslaitoksen paikkatietokeskuksen sekä Luken muiden meneillään olleiden, monimuotoisuuden keskittyneiden hankkeiden (DivCSA, BoostIA) kanssa aivan uuden menetelmän esikasviarvojen määrittämiseksi. Menetelmä perustuu Ruokaviraston lohko-kohtaisiin kasvilajitietoihin sekä Sentinel-2 -satelliittitietoihin saatuun kasvillisuusindeksi-arvoon (NDVI) kaikkiaan noin 240.000 viljelylohkolta¹⁰. Tuotettuja esikasviarvoja hyödynnetään Viljelykierto-työkalussa osana Taloustohtori-palvelussa toteutettavaa kannattavuusarviointia.

Infolaatikko

Esikasviarvo

kuva kasvinvuorotuksessa viljellyn edeltävän kasvilajin vaikutusta seuraavan kasvin kasvuun

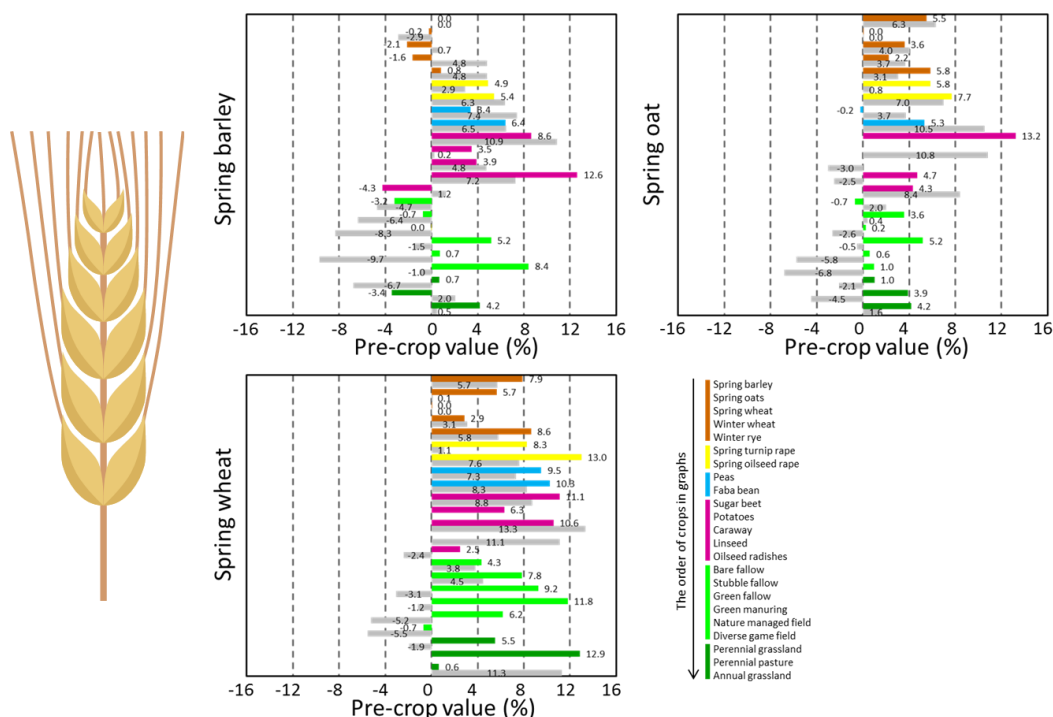


Aiemmin esikasviarvot on tuotettu kenttäkokein. Nyt uudella satelliittitietoihin perustuvalla menetelmällä saadaan esikasviarvot suurelle joukolle eri esikasvi- ja seuraajakasviyhdistelmiä. Menetelmä vertaa kasvillisuusindeksien perusteella, miten seuraajakasvi kasvaa eri esikasvien jälkeen suhteessa tilanteeseen, jossa esikasvi ja seuraajakasvi ovat samoja.

Tieto on viljelijän pelloilta, joten se kertoo esikasviarvon todellisessa tuotantotilanteessa

Aineistojen perusteella onnistuimme tuottamaan kaikkiaan yli 20 kasvin osalta tiedon niiden esikasviarvoista (%) kahdeksalle seuraajakasville¹⁰. Käyttäessämme aineistoja todellisista viljelytilanteista, esikasvien määrä vaihtelee riippuen siitä, millaista kasvinvuorotusta viljelijät harjoittavat. Arvioinneissa huomioitiin ainoastaan sellaiset esikasvi-seuraavakasvi -kombinaatiot, joista oli vähintään 20 havaintoa vuodessa. Esikasviarvo eli hyöty seuraavan kasvin tuotantokyvyssä arvioitiin aina suhteessa tilanteeseen, jossa esi- ja seuraavakasvi olivat samat (esimerkiksi ohra ohran jälkeen). Kehitetty menetelmä vaikutti erittäin toimivalta ja sillä saatiin kattavaa tietoa esikasviarvoista, joskin ne perustuvat vasta kahteen vuoteen. Esimerkiksi öljykasvit, palkoviljat ja erilaiset erikoiskasvit osoittautuvat hyviksi esikasviarvoltaan, kun kevätiljat olivat kasvinvuorotuksessa seuraajakasveina (Kuva 5). Erilaisten nurmien ja kesantojen esikasviarvot vaihtelivat merkittävästi vuodesta toiseen. Muut kevätiljat olivat ohralle negatiivisia esikasviarvoltaan¹⁰. Yhteenvetokooste keskimäärin parhaista ja heikoimmista esikasveista (tai maankäyttömuodoista kuten avo- ja sänkikesanto) on Kuvassa 6. Satelliittitietojen kertyessä voidaan jatkossa tarkastella yhä yksityiskohtaisemmin esimerkiksi kierron, maalajin ja säätekijöiden vaikutuksia esikasviarvojen vaihtelulle.

¹⁰ Peltonen-Sainio, P., Jauhainen, L., Honkavaara, E., Wittke, S., Karjalainen, M. & Puttonen, E. 2019. Pre-crop values from satellite images for various pre- and subsequent crop combinations. *Frontiers in Plant Science* 10: 462



Kuva 5. Eri viljelykasvien tai maankäyttömuotojen esikasvivaikutukset (%) kevätiljoille suhteessa kasvukykyyn tilanteessa, jossa esi- ja seuraavakasvit ovat samat (=0%) vuosina 2016 (värillinen pylväs) ja 2017 (värillisen pylvään alapuolella oleva harmaa pylväs)¹⁰.

Barley	Linseed, Sugar beet	Faba bean, OSR, Peas, (Caraway)	TR, DGF, Rye, Potato, W-wheat (AG, GM)	S-Wheat, Oats, PG, S-fallow, (Pasture, Radishes)	B-fallow, G-fallow, NMF
Oats		Faba bean, OSR, Barley, Rye, (Radishes)	S-Wheat, TR, W-wheat, AG, GM, S-fallow, Peas, B-fallow, (Linseed)	Pasture, PG, G-fallow, NMF, DGF	
S-wheat	OSR, Sugar beet, Faba bean, Peas, (Caraway)	Rye, Barley, S-fallow, TR, B-fallow, (AG, GM)	G-fallow, W-wheat, Oats, PG, NMF	(DGF)	
W-wheat	Faba bean, TR, Peas, OSR, (Caraway, NMF)	PG, Barley, Oats, B-fallow	Rye, S-fallow, G-fallow, S-wheat, (Radishes)		
Rye	TR, G-fallow, (GM)	NMF, W-wheat, (Caraway, Radishes)	Barley, S-fallow, S-wheat, PG, B-fallow, (AG)	Oats	
Rapeseed	(Sugar beet, Faba bean, Peas)	Rye, Barley, S-wheat, Oats, W-wheat, (G-fallow)	(B-fallow)	PG	
Pea	Oats, PG, OSR/TR, Rye, Barley, S-wheat, (Sugar beet, G-fallow)	W-wheat	(B-fallow)		(NMF)
Faba bean		Rye, W-wheat, Barley, OSR/TR	S-wheat, PG	Oats	

Kuva 6. Kooste eri viljelykasvien tai maankäyttömuotojen esikasvivaikutuksista kevä- ja syysviljoille, rypsilille/rapasilille, herneelle ja härkäpavulle¹⁰. Tummanvihreä tarkoittaa, että esikasviarvo on ollut sekä 2016 että 2017 >8%, vaaleanvihreä 4-8%, keltainen 0-4%, oranssi -4-0 % (eli negatiivinen) ja punainen >-4% (selvästi negatiivinen). Kun esikasvi on suluissa, tarkoittaa se, että kyseisestä esi- ja seuraavakasvi -kombinaatiosta on alle 100 tapaus. TR, kevätrypsi; OSR, kevätrypsi; NMF, luonnonhoitopelto; PG, tuotantonurmi; AG, yksivuotinen nurmi; GM, viherlannoitusnurmi; DGF, monimuotoinen riistapelti; G-fallow, viherkesanto; S-fallow, sänkikesanto; B-fallow, avokesanto; S-wheat, syysvehnä.

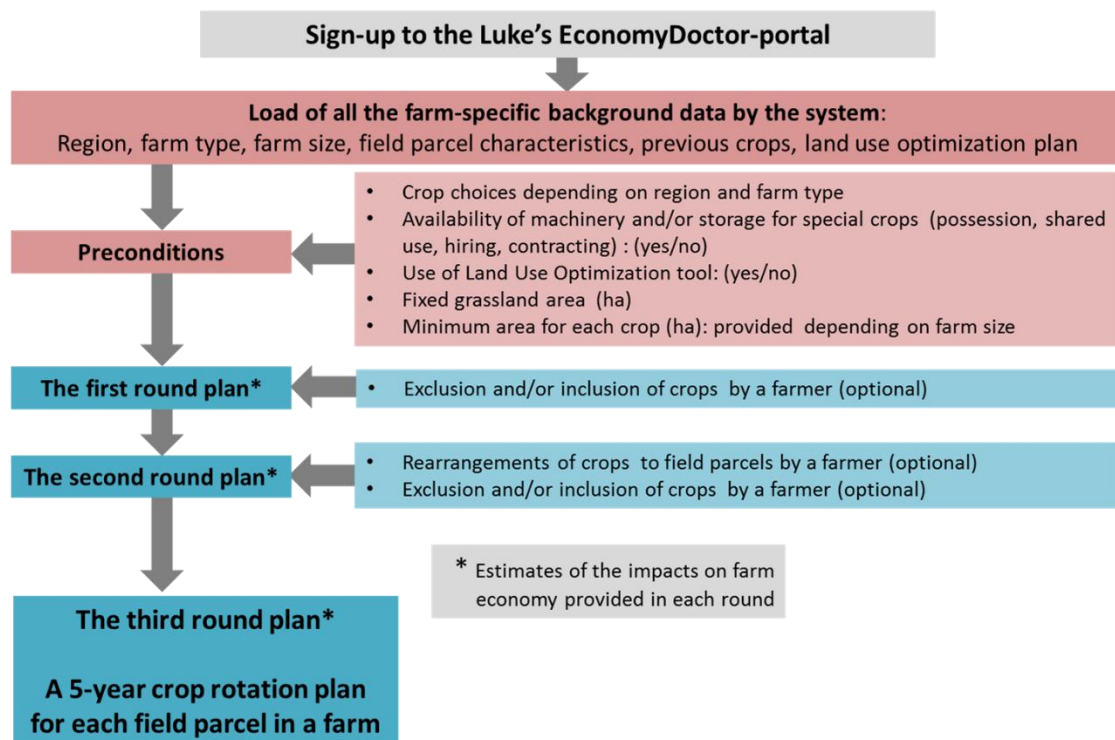
Toteutusvaiheen arviointi. Taustatutkimusten tarve osoittautui alkuperäistä suunnitelmaa kattavammiksi, mutta eri osatutkimukset onnistuttiin toteuttamaan hankkeen puitteissa ja/tai yhteistyössä muiden hankkeiden kanssa. Tämä edellytti kuitenkin sitä, että alun perin kaksivuotiseksi suunnitellulle hankkeelle haettiin ja saatiin jatkoaikaa. Monien eri osakokonaisuuksien huomioiminen ja syvemmän ymmärryksen saaminen osoittautuivat tärkeiksi, jotta työkalusta onnistuttiin rakentamaan sellainen, että se huomioi monipuolisesti viljelijöiden päätöksentekoon vaikuttavia tekijöitä. Tällöin myös viljelijät ottavat sen todennäköisemmin aktiiviseen käyttöönsä, koska se ei ole ristiriidassa heidän toimintansa periaatteiden kanssa. Kattavat taustatutkimukset tuottivat merkittävää lisäymmärrystä monimuotoisuuden nykytilasta, viljelyn monipuolistamisen mahdollisuuksista ja ovat omiaan eri tavoin tukemaan viljelymaan käytön monipuolistamista eri keinoin, kuten ottamalla esikasviarvot paremmin huomioon viljelyä suunniteltaessa. Esikasviarvoja hyödynnetään esimerkiksi taloustieteen tutkimuksissa BoostIA ja OPAL-Life -hankkeissa, joissa puutteelliset esikasviarvotiedot ovat olleet haaste tuotannon taloudelliselle optimoinnille. Kehitetyt menetelmät rohkaisevat tutkimusta tarttumaan ennakkoluulottomasti uusiin, olemassa olevien aineistojen ja digitalisaation tuomiin mahdollisuuksiin.

3.2. Viljelykierto-työkalun kuvaus ja piirteet

Menetelmät, aineisto ja päätulokset. Viljelykierto-työkalun kehitystyö perustui peruslohkokohtaisiin, Suomen tuotanto-oloja kattavasti edustaviin aineistoihin sekä niistä tehtyihin analyyseihin. Tavoitteena oli rakentaa työkalu, joka huomioi viljelijöiden päätöksentekoon vaikuttavia tekijöitä, jotta viljelijät kokisivat sen loogiseksi ja se olisi helppo viedä käytäntöön.

Työkalu rakennettiin lohko-kohtaiseksi ja se on kolmivaiheinen sekä vuorovaikutteinen⁷. Järjestelmä lataa tilatunnuksen perustella tilakohtaiset taustatiedot niin tilan omille kuin vuokratuille peltolohkoille. Tärkeitä taustamuuttujia ovat: 1) edellisen neljän vuoden viljelykasvit kullakin loholla, 2) tuotantoalue, joka vaikuttaa työkalun tarjoamaan viljelykasvivalikoimaan, 3) tilan tuotantomuoto, 4) tilakoko, joka vaikuttaa monimuotoistamisen mahdollisuuksiin ja 5) lohko-kohtaiset ominaisuudet (koko, muoto, kaltevuus, etäisyys tilakeskuksesta, vesistön läheisyys, maalaji) (Kuva 7).

Kun järjestelmä on noukkinut lähtötiedot tarkoittaa viljelijä erikseen lisätietoja tilan konekannasta tai valmiudestaan käyttää urakointia, jolla on vaikutusta kasvilajivalintoihin (esimerkiksi perunan ja sokerijuurikkaan viljelyyn). Lisäksi mikäli viljelijä haluaa, Viljelykierto-työkalu linkittyy PeltoOptimi-työkaluun siten, että se tuottaa viisivuotisen viljelykiertosuunnitelman vain kestävästi tehostettaville lohkoille, kun taas laajaperäistykseen ja metsitykseen ehdotetut lohkot viljelijä kohdentaa erikseen erilaisiin viherryttämistoimiin. Lisäksi järjestelmä sitoo aiemman tuotantonurmialan kiinteäksi. Riippuen tilakoosta järjestelmä asettaa minimialan kullekin mahdolliselle viljelykasvilajille. Nämä tilakohtaiset hyväksyttävissä olevat minimialat on määritetty valmiiksi Ruokaviraston aineistoista. Tämän jälkeen työkalu antaa viljelijälle ensimmäisen ehdotuksensa viisivuotisesta viljelykierrosta kaikille tilan viljelemille lohkoille siten, että suunnitelma on mahdollisimman monimuotoinen huomioiden kuitenkin taustaedellytykset⁷ (Kuva 7).



Kuva 7. Prosessikaavio Viljelykierto-työkalun toimintaperiaatteesta Taloustohtorissa⁷.

Kun järjestelmä on noukkinut lähtötiedot tarkentaa viljelijä erikseen lisätietoja tilan konekannasta tai valmiudestaan käyttää urakointia, jolla on vaikutusta kasvilajivalintoihin (esimerkiksi perunan ja sokerijuurikkaan viljelyyn). Lisäksi mikäli viljelijä haluaa, Viljelykierto-työkalu linkittyy PeltoOptimi-työkaluun siten, että se tuottaa viisivuotisen viljelykiertosuunnitelman vain kestävästi tehostettaville lohkoille, kun taas laajaperäistykseen ja metsitykseen ehdotetut lohkot viljelijä kohdentaa erikseen erilaisiin viherryttämistoimiin. Lisäksi järjestelmä sitoo aiemman tuotantonurmialan kiinteäksi. Riippuen tilakoosta järjestelmä asettaa minimalan kullekin mahdolliselle viljelykasvilajille. Nämä tilakohtaiset hyväksyttävissä olevat minimalat on määritetty valmiiksi Ruokaviraston aineistoista. Tämän jälkeen työkalu antaa viljelijälle ensimmäisen ehdotuksensa viisivuotisesta viljelykierrasta kaikille tilan viljelemille lohkoille siten, että suunnitelma on mahdollisimman monimuotoinen huomioiden kuitenkin taustaedellytykset⁷ (Kuva 7).

Viljelijä voi tarkasteltuaan lohko-kohtaisia kiertosuunnitelmia poistaa tai lisätä kasvilajeja, jonka jälkeen työkalu ehdottaa jokaiselle lohkolle seuraavan viisivuotisen viljelykiertosuunnitelman, edelleen mahdollisimman monimuotoisena. Viljelijä voi luopua joistain lajeista tai uudelleen järjestellä niitä lohkojen tai vuosien välillä, jonka jälkeen rakentuu kolmas ja lopullinen viljelysuunnitelma. Mikäli viljelijä päätyy viljelemään monimuotoistavaa lajia yksittäisinä vuosina johtuen esimerkiksi logistisista syistä (ml. suuret tuotantoerät), varoittaa järjestelmä siitä, ettei viljelijän tekemä valinta johda resilienssihyötyihin vaan kasvattaa ilmatoriskien vaikutuksia⁹.

Työkalu laskee viljelyn kannattavuudessa tapahtuvia muutoksia vallitsevilla hinnoilla kaikissa kolmessa vaiheessa (Kuva 8) perustuen Taloustohtorin kirjapitotilojen aineistoon sekä kasvinvuorotuksesta saataviin esikasvihyötyihin. Vallitsevien hintojen lisäksi työkaluun voidaan liittää realistisia hintasuhteiden muutoskenaarioita, jolloin viljelijä näkee, kuinka herkkä valittu suunnitelma on mahdollisille hintamuutoksille⁷.

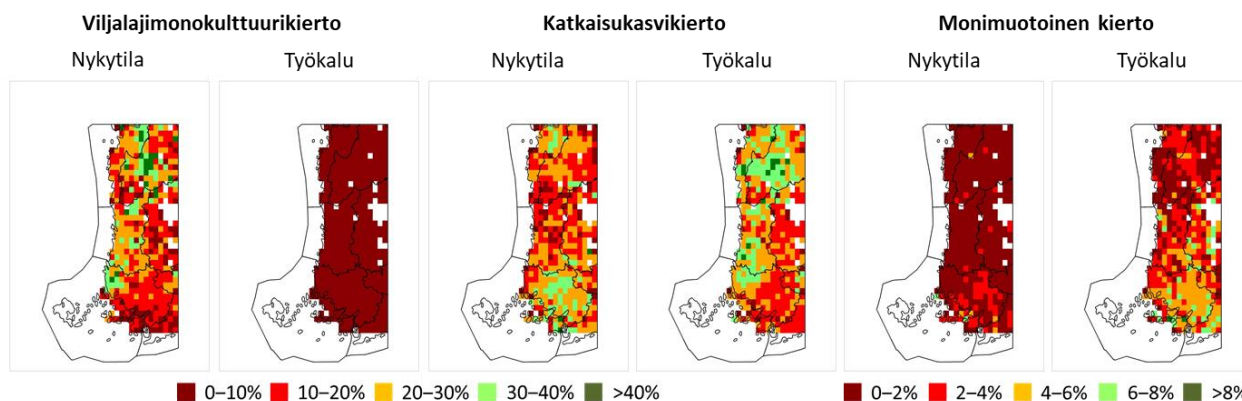
Taloustohtori Viljelykierto-työkalu



Kuva 8. Yleiskuva kolmivaiheisesta Viljelykierto-työkalusta ja siitä, kuinka laadittu viisivuotinen viljelykiertosuunnitelma tallentuu järjestelmään, mutta seuraavan vuoden suunnitelma perustuu järjestelmän itsensä päivittämään tietoon peltolohkojen viljelykasvien toteutumisesta. Koska toteumat ja hinnat ovat elävät, viisivuotinen viljelykiertosuunnitelman voi tehdä vuosittain uudestaan⁷.

Vaikuttavuuden testaaminen. Viljelyä monimuotoistavien kasvilajien viljely on jo laajentunut ilmaston lämpenemisen tukemana¹¹. Työkalun perusrakenteen valmistuttua⁷ testasimme kuinka se vaikuttaisi nykyisten viljalajimonokulttuuri- ja viljamonokulttuurikiertojen vähentymiseen ja kuinka se tukisi monimuotoisempia viljelykiertoja. Kuvassa 9 on poiminta vaikutuksista testialueena käytetyllä Lounais- ja Länsi-Suomen rannikkoalueella, missä monimuotoistamispotentiaali on suurinta. Mikäli viljelijät ottaisivat Viljelykierto-työkalun ehdottamat monimuotoistamistoimenpiteet täysmittaisina käyttöönsä, tarkoittaisi se, että viljalajimonokulttuurikiertoilla oleva ala laskisi nykyisestä ja kattaisi alle kymmeneen prosenttia peltolohkoista (Kuva 9). Samoin kävisi kyseistä äärimmäisen yksipuolista viljakiertoa hivenen monimuotoisemmille viljamonokulttuurikiertoille⁷, kun taas katkaisukasvikierrat yleistyisivät testialueen pohjoisosissa, mutta harvinaistuisivat aivan lounaisimmassa osassa, koska siellä olevat katkaisukasvikierrat muuttuisivat monimuotoisiksi kierroiksi. Monimuotoisilla kierroilla on nyt pääosin alle kaksi prosenttia kunkin 10 × 10 km hilan lohkoista, parhaimmillaan 2-4 prosenttia, mutta niiden osuus voisi alueesta riippuen nousta 6-8 prosenttiin lohkoista. Edelleen erityisesti testialueen pohjoisosissa on merkittävästi lohkoja, jotka eivät sovellut monimuotoisille viljelykiertoille⁷. Tulevaisuudessa ilmaston lämmetessä myös nämä alueet omaavat nykyistä enemmän monipuolistamisen mahdollisuuksia¹¹.

¹¹ Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2020. Phenomenal spatiotemporal shifts in crops and cultivars coinciding warmer growing seasons in Finland. *Manuscript submitted to Regional Environmental Change*.



Kuva 9. Viljelykierto-työkalun testiajon tuloksia tilanteessa, jossa viljelijä ottaisi ensimmäisen kierroksen mahdollisimman monimuotoisen viljelysuunnitelman sellaisenaan käyttöönsä. Sokerijuurikas on poissuljettu esimerkkikuvista, koska sen ala kasvaisi epärealistisen suureksi. Tämä johtuu siitä, että sokerijuurikas kohdennetaan hyvin erilaisille lohkoille kuin muut viljelykasvit³ ja siksi työkalu tarjoaa sille hanakasti tällaisia lohkoja⁷, joita viljelijät kuitenkin suurelta osin poisvalitsivat.

3.3. Viljelykierto-työkalun käytäntöön vienti

VILKAS-hankkeen tutkimussuunnitelmassa hahmoteltiin, että kehitettävä Viljelykierto-työkalu olisi oma itsenäinen työkalu, jonka kehitystyöhön alihankittaisiin muun muassa koodauspalveluja. Kehitystyön aikana PeltoOptimi-työkalu oli kiinnittymässä osaksi Luken Taloustohtorin palvelutarjontaa ja varsin aikaisessa vaiheessa kehitystyötä päätettiin liittää myös Viljelykierto-työkalu Taloustohtori-kokonaisuuteen, jotta kyseiset työkalut voidaan kytkeä toisiinsa. Perusteluna oli muun muassa palvelun päivitysten jatkuvuuden turvaaminen, mahdollisuus edetä lisäkehittämistarpeiden kanssa ilman mittavia ulkopuolisia lisärahoituksia, hyvä viljelijöiden saavutettavuus ja palvelun näkyvyys. Lisäksi Taloustohtorissa olevat muut palvelut, erityisesti kannattavuuskirjanpitoiltojen tuottama tietous eri viljelykiertojen kannattavuusarvioiden tekoon puolsi vahvasti Viljelykierto-työkalun vientiä osaksi Taloustohtoria. Viennistä vastaa Arto Latukka ja Jussi Iltanen VILKAS-tutkimustiimin tukemana. PeltoOptimin tapaan viljelijät voivat antaa neuvonnalle tai muille viljelijöille oikeudet työkalun käyttöön oman tilansa osalta. Näin neuvonta voi hyödyntää sitä viljelysuunnittelussa.

Viljelykierto-työkalu on selkeä ja looginen, monipuolisiin aineistoihin perustuva työkalu. Eräs keskeinen haaste onkin varmistaa, että kaikki tila- ja lohko-kohtaiset laskennat toteutuvat nopeasti viemättä liiaksi prosessointiaikaa. Lisäksi työkaluun suunnitellaan tulevaisuudessa liitettäväksi tilan lohkokartat visualisoimaan viljelykiertojen lohko-kohtaista kohdentumista. Viljelykierto-työkalu tarjotaan PeltoOptimin tapaan kaikkien viljelijöiden käyttöön, mikä edellyttää automatisoitua käyttäjätunnusten tuottamista, mikä on tällä hetkellä ratkaistavana haasteena. Viljelykierto-työkalu tullaan PeltoOptimin tapaan ottamaan ensivaiheessa rajatun viljelijäryhmän koekäyttöön ja kokemus sekä palaute huomioiden siirrytään yhä laajempaan käyttäjäkuntaan. Tavoitteena on saada koeponnistus tehtyä vuoden 2020 aikana, mutta etusijalla edistetään PeltoOptimin käyttöön ottoa. Viljelykiertotyökalun käytäntöön vientiä tullaan tukemaan viestimällä siitä reaaliaikaisesti ja laajasti.

3.3.1. Julkaisut

VILKAS-hanke tuotti suuren määrän julkaisuja paljolti yhteistyössä aihepiiriä sivunneiden muiden hankkeiden ja yhteistyöverkostojen kanssa, joista mainittakoon erityisesti PeltoOptimi, DivCSA, BoostIA ja OPAL-Life. Lisäksi hankkeessa hyödynnettiin pääosin muissa hankkeissa tehtyä esityötä.

Tieteelliset julkaisut tärkeysjärjestyksessä Viljelykierto-työkalun kehittämisen kannalta:

Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L. & Latukka, A. 2020. Interactive tool for farmers to diversify high-latitude cereal-dominated crop rotations. *Manuscript submitted to International Journal of Agricultural Sustainability*.

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.agry.2017.02.011>

Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Sorvali, J., Laurila, H. & Rajala, A. 2018. Field characteristics driving farm-scale decision making on land allocation to primary crops at high-latitude conditions. *Land Use Policy* 71: 49-59, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.040>

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.agry.2019.04.011>

Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Honkavaara, E., Wittke, S., Karjalainen, M. & Puttonen, E. 2019. Pre-crop values from satellite images for various pre- and subsequent crop combinations. *Frontiers in Plant Science* 10: article 462, <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00462>

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>

Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2020. Phenomenal spatiotemporal shifts in crops and cultivars coinciding warmer growing seasons in Finland. *Manuscript submitted to Regional Environmental Change*.

Peltonen-Sainio, P. & Jauhiainen, L. 2019. Risk of low productivity is dependent on farm characteristics: How to turn poor performance into advantage. *Sustainability* 11: 5504 <https://doi.org/10.3390/su11195504>

Peltonen-Sainio, P., Palosuo, T., Ruosteenoja, K., Jauhiainen, L., Ojanen, H. 2018. Warming autumns at high latitudes of Europe: an opportunity to lose or gain in cereal production? *Regional Environmental Change* 18: 1453-1465, <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1275-5>

Sandström, V., Lehtikoinen, E. & Peltonen-Sainio, P. 2018. Replacing imports of crop based commodities by domestic production in Finland: potential to reduce virtual water imports. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 2: 67, <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00067>

Peltonen-Sainio, P., Sorvali, J. & Kaseva, J. 2020. Winds of change for farmers: matches and mismatches between experiences, views and the intention to act. *Climate Risk Management* 27: 100205, <https://doi.org/10.1016/j.crm.2019.100205>

Santangeli, A., Lehtikoinen, A., Bock, A., Peltonen-Sainio, P., Jauhiainen, L., Girardello, M. & Valkama, J. 2018. Stronger response of farmland birds to climate change than farming practices leads to the emergence of an ecological trap. *Biological Conservation* 217: 166-172, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.11.002>

3.3.2. Esitelmät

Diversity Induced Improvements in Resilience to Climate Change - The Scale Matters, COST 1306 Final Conference, 2018, Leuven, Belgium.

Diversification Pathways for High-Latitude Agricultural Systems Suffering from Monotonous Crop Sequencing, ESA2018 Congress, 2018, Geneva, Switzerland.

Ilmastomuutoksesta Isäntä vai Renki – Sopeutuminen Ratkaisee, Keynote-puhe, Maataloustieteen päivät, 2018, Viikki, Helsinki.

Valkuaiskasvit Kestävän Tehostamisen Keskiössä, Raision Tutkimussäätiön seminaari, 2018, Raisio.

Optimizing Agricultural Land Use – Policies Supporting Transformation? JPI-FACCE, Knowledge Network on Sustainable Intensification, 2018, Brussels, Belgium.

Viljelykiertojen Monipuolistamiseen Kannustava Vuorovaikutteinen Suunnittelutyökalu – VILKAS, MATO-ohjelman seminaari, 2018, Helsinki.

Viljelykiertojen Monipuolistamiseen Kannustava Vuorovaikutteinen Suunnittelutyökalu – VILKAS, MATO-ohjelman seminaari, 2019, Helsinki.

Voiko Tehokas Kasvintuotanto Olla Kestävää? Luke Circles – Ruoka-Areena, 2019, Helsinki.

Finding and Fastening the Missing Link: A Novel Method to Estimate Pre-Crop Values for Previous and Subsequent Crop Combinations, Conference of EU2020 Financed Projects, 2019, Budapest, Hungary.

Esikasviarvot satelliittitieteilästä ja muita viljelyn monimuotoistamista tukevia tutkimustuloksia, ELY/Tuki-infojen palautepäivä, 2019, Viikki, Helsinki.

Pellon käytön optimointi, Ympäristövaliokunta, 2020, Eduskunta, Helsinki.

Pellon käytön optimointi, Maa- ja metsätalousvaliokunta, 2020, Eduskunta, Helsinki.

PeltoOptimi-työkalu, Maataloustieteen päivät, 2020, Viikki, Helsinki.

Pellon käytön optimointi, Varsinais-Suomi varautuu ilmastonmuutokseen -seminaari, 2020, Turku

Ajassa taakse- ja eteenpäin eli vähäisiä huomioita ilmastonmuutoksen vaikutuksista maatalouteen, sopeutumistarpeisiin ja viljelyn monimuotoistamiseen, Boreal Kasvinjalostus Oy, jalostaja- ja asiantuntijatapaaminen, 2020, Jokioinen

Lisäksi on pidetty huomattava määrä esitelmiä paljolti osana OPAL-Life -hankkeen tilaisuuksia, joissa on tuotu esiin monimuotoistamisen tarvetta ja mahdollisuuksia osana kasvintuotannon kestävästä tehostamisesta sekä ennalta kuvattu Viljelykierto-työkalua.

4. Tulosten käytännön sovelluskelpoisuus

VILKAS-hanke oli jo lähtökohdiltaan erittäin käytännönläheinen päätavoitteenaan tuottaa monimuotoistamiseen kannustava vuorovaikutteinen Viljelykierto-työkalu ja tarjota se ilmaispalveluna kaikille viljelijöille. Työ perustui tutkimuksiin, joilla oli myös kansainvälistä merkitystä ja kiinnostusta^{3,4,6-10}. Siten hanke yhdisti korkealaatuisen tieteellisen tutkimuksen käytännön läheisiin tavoitteisiin. Hanke perustui olemassa oleviin aineistoihin ja niiden laajaan hyödyntämiseen: aineistot kuvastavat viljelijän valintoja ja niihin vaikuttavia reunaehtoja viljelijän todellisessa tuotantotilanteessa, mikä entisestään vahvistaa niiden käytäntöön vietyä.

Viljelijät ovat useissa eri yhteyksissä esittäneet huolensa maan kasvukunnon heikkenemisestä sekä tarpeesta siirtyä yksipuolisesta viljelystä kohti monimuotoisempaa tuotantotapaa. Viljelijöiden eräs kommentti kertoo kaiken: ”Vuosikausien mittaisen yksipuolisen viljelyn haitat on nyt nähty eikä ole muuta vaihtoehtoa kuin monipuolistaa viljelykiertoja”. Tähän tarpeeseen VILKAS-hanke vastaa kehittämänsä työkalun ja itse kehitysprosessissa saadun, hyvin käytännönläheisen tiedon ja ymmärryksen myötä.

Viljelykierto-työkalu antaa viljelijälle tiedon kannattavuudessa tapahtuvista muutoksista, kun viljelijä tekee valintoja ja poisvalintoja kolmivaiheisena prosessina, jonka kuluessa rakentuu viisivuotinen viljelykiertosuunnitelma. Vallitsevien hintojen lisäksi työkaluun voidaan liittää lisäominaisuuksia kuten mahdollisten hintojen muutosten skenaariot antamaan lisätietoa monimuotoistamisen kannattavuudesta tilatasolla. Viljelijä voi myös päätyä monista työkalun ehdottamista monimuotoistamisen mahdollisuuksista huolimatta viljalaji- tai viljamonokulttuurikiertoihin. Jotta monien epävarmuuksien kanssa harkintaa tekevät viljelijät tulevat kannustetuksi ottamaan tavanomaisesta viljelykasvipaletistaan poikkeavia lajeja viljelyyn, tarvitaan myös politiikkatukea ja kannustinjärjestelmiä eli erilaisia tukielementtejä, joiden kehittämiseen VILKAS-hankkeen tuottamat tulosaineistot antavat taustatukea.

5. Loppuraportin tiivistelmä

VILKAS-hankkeen päätavoite oli tuottaa laajoihin aineistoihin perustuva, viljelykiertojen monipuolistamiseen kannustava, vuorovaikutteinen suunnittelutyökalu viljelijöiden käyttöön. Työkalun perusajatuksena oli pakottaa ja siten kannustaa viljelijä näkemään, miten tilan lohkojen viljelykiertoja voisi ja olisi perusteltua monimuotoistaa ja kuinka tämä vaikuttaisi tilan kannattavuuteen. Tutkimukset toteutettiin Lukessa tutkimusprofessori Pirjo Peltonen-Sainion (koordinaattori) ja erikoistutkija Lauri Jauhaisen toimesta. Hankkeen yhteistyökumppaneina olivat ProAgria Keskusten Liiton Sari Peltonen ja Nylands Svenska Lantbrukssällskap'in (NSL) Patrik Erlund. Viljelykierto-työkalu on tulossa osaksi Luken Taloustohtorin palvelutarjontaa.

Viljelykierrot kaipaavat monimuotoistamista. Tyypillisesti ne ovat eriytyneet joko vilja- tai nurmipainotteisiin. Äärimmäisen yksipuolisia viljalajimonokulttuurikiertoja on lähinnä ohralla ja kauralla. Nurmikiertoja ei useinkaan katkaista siemensatokasveilla, jolloin nurmikasvien merkittävät edut viljapainotteisille kierroille jäävät hyödyntämättä myös pohjoisilla tuotantoalueilla. Alle kaksi prosenttia pelloistamme on monimuotoisilla kierroilla ja niiden määrä on laskenut sitten 1990-luvun. Tilakoko ja lohko-ominaisuudet vaikuttivat viljelykiertovalintoihin. Esimerkiksi viljalajimonokulttuuri- ja nurmikierrat olivat yleisempiä pienemmillä tiloilla, kun taas katkaisukasvikierto ja monimuotoinen kierto yleistyivät tilakoon kasvaessa. Nurmi- ja viherkesantokierrot harvinaistuivat, päinvastoin kuin muut kierrot, lohkokoon kasvaessa tai lohkon ollessa yhtenäisempi muodoltaan. Päinvastoin kuin viherkesantokierrot nurmikierrat sijoitettiin lähelle tilakeskusta. Viherkesantokierrot olivat yllättäen etäällä vesistöistä, jonka läheisyydessä oli eritoten viljapainotteisia kiertoja.

Viljelykiertoja voidaan monimuotoistaa merkittävästi. Tietoa viljelijöiden tavasta kohdentaa viljelykasveja ja -kiertoja eri tavoin riippuen tilan lohko-ominaisuuksista hyödynnettiin arvioitaessa, kuinka nykyisiä viljalajimonokulttuuri- ja viljamonokulttuurikiertoja voitaisiin monipuolistaa: nykyisistä viljalajimonokulttuurikiirroissa olevista lohkoista 15-26% soveltuisi monimuotoiseen kiertoon ja edelleen 14-21% katkaisukasvikiertoon. Vastaavasti 16-21% viljamonokulttuurikiirroista sopisi katkaisukasvikierrolle ja peräti 18-41% monimuotoiselle kierrolle, potentiaalin ollessa suurinta kasvintuotanto-, sika- sekä kanatiloilla ja pienintä nauta-, lammas- ja hevostiloilla.

Vuorovaikutteinen Viljelykierto-työkalu rakennettiin lohkoakohtaiseksi ja kolmivaiheiseksi. Viljelijän kirjaututtua järjestelmä lataa tilatunnuksen perusteella taustatiedot niin tilan omille kuin vuokralohkoille. Tärkeitä taustamuuttujia ovat edellisen neljän vuoden kasvinvuorotus lohkoittain, tuotantoalue ja sen mukainen viljelykasvivalikoima, tilan tuotantosuunta, tilakoko ja lohkoakohtaiset perusominaisuudet. Viljelijä tarkentaa tietoja tilan konekannasta ja valmiudestaan käyttää urakointia sekä linkittää halutessaan Viljelykierto-työkalu PeltoOptimi-työkaluun, jolloin viisivuotinen kiertosuunnitelma laaditaan vain kestävästi tehostettaville lohkoille. Järjestelmä sitoo edellisvuotisen tuotantonurmialan kiinteäksi ja asettaa minimialan kullekin kasvilajivaihtoehdolle. Näiden toimenpiteiden jälkeen työkalu antaa viljelijälle ensimmäisen ehdotuksensa viisivuotisesta viljelykierrosta kaikille tilalla viljelyssä oleville lohkoille siten, että suunnitelma on mahdollisimman monimuotoinen taustamuuttujat huomioiden. Viljelijä voi poistaa tai lisätä kasvilajeja, minkä jälkeen työkalu ehdottaa jokaiselle lohkolle päivitetyn viisivuotisen kiertosuunnitelman, edelleen mahdollisimman monimuotoisena. Nyt viljelijä voi halutessaan uudelleen järjestellä kasvilajeja lohkojen tai vuosien välillä, jonka jälkeen rakentuu kolmas ja lopullinen viljelysuunnitelma. Mikäli viljelijä päätyy viljelemään monimuotoistavaa lajia vain yksittäisenä vuotena johtuen esimerkiksi

logistisista syistä (ml. suuret tuotantoerät), varoittaa järjestelmä siitä, ettei viljelijän tekemä valinta johda resilienssihyötyihin vaan voi kasvattaa säänriskien vaikutuksia. Työkalu laskee viljelyn kannattavuudessa tapahtuvia muutoksia vallitsevilla hinnoilla kaikissa kolmessa vaiheessa, perustuen Taloustohtorin kirjapitotilojen aineistoon sekä kasvinvuorotuksesta saataviin esikasvihyötyihin, jotka saadaan satelliittiaineistoihin perustuvalla, kehittämällämme menetelmällä. Näin viljelijä näkee, kuinka hänen valintansa ja poisvalintansa vaikuttavat tilan kannattavuuteen. Vallitsevien hintojen lisäksi työkaluun voidaan liittää realistisia hintasuhteiden muutosskenaarioita, jolloin viljelijä näkee, kuinka herkkä valittu suunnitelma on mahdollisille hintamuutoksille.

Viljelykierto-työkalu ehdottaa merkittävästi monimuotoisempia kiertoja. Testasimme kuinka kehittämämme työkalun käyttö vaikuttaisi yksipuolisten ja monimuotoisten kiertojen väliseen tasapainoon. Testialueena käytimme Lounais- ja Länsi-Suomen aluetta, missä on parhaat edellytykset monimuotoistamiselle. Mikäli viljelijät ottaisivat työkalun ehdottamat kierrot täysmittaisina käyttöönsä, tarkoittaisi se, että äärimmäisen yksipuolisten viljalajikiertojen ala laskisi alle 10 prosenttiin alueen peltolohkoista. Katkaisukasvikierrot yleistyisivät testialueen pohjoisosissa, mutta harvinaistuisivat lounaisimmissa osissa, koska siellä olevat katkaisukasvikierrot muuttuisivat monimuotoisiksi kierroiksi, joiden osuus lohkoista kasvaisi nykyisestä enintään 2-4 prosentista 6-8 prosenttiin. Työkalun testiajo osoitti sen kyvyn ehdottaa merkittävästi nykyistä monipuolisempia kiertoja, mutta lopulta viljelijät itse päättävät, missä mitassa he ottavat ehdotetut viljelykierrot käyttöönsä.