

Nurmen fosforikuormitusriskin arviointi NURMAP

8.5.2024 FOMARE

Johtava tutkija *Perttu Virkajärvi*, Luke

Kiitokset: K. Järvenranta, R. Lemola, A. Louhisuo, M. Rätty,
M. Termonen, R. Uusitalo, & Jaana Uusi-Kämppä



Tausta

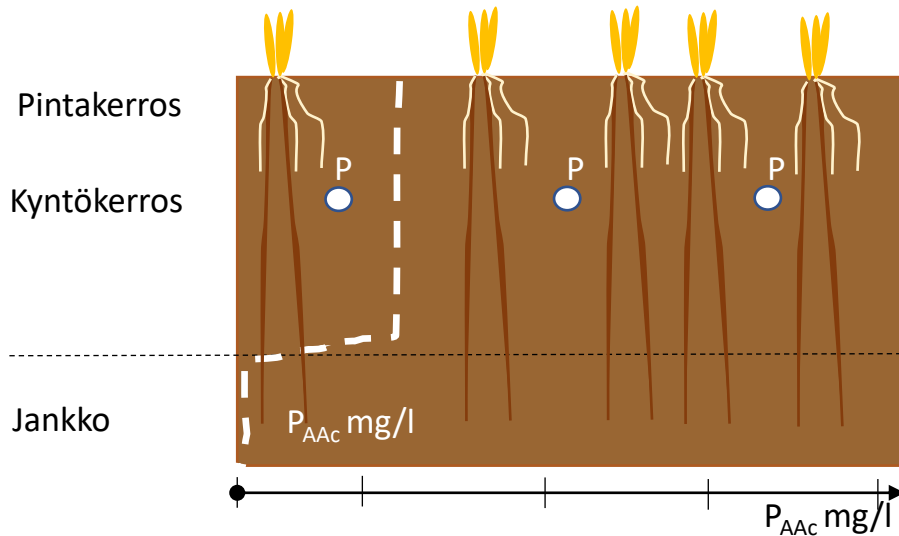
- *Ravinteiden kierrätys alkutuotannossa ja sen vaikutukset vesien tilaan* -hankkeessa (2017-2019; Puustinen, M., SYKE) tarkasteltiin maatalouden ja vesiympäristön välisiä yhteyksiä kestäväen maatalouden ja kestävien viljelymenetelmien näkökulmasta 10-20 vuoden aikajänteellä
- Työn suorittamiseksi kehitettiin sellaisia kuormitusmalleja ja laskentatyökaluja, jotka sisältävät nautakarjatalouden viljelyratkaisujen vaikutusten arvioinnin
- Fosfori on rehevöitymisen kannalta tärkein ravinne
- Koska sopivaa mallia ei ollut olemassa, kehitettiin hankkeessa nurmilta huuhtoutuvan fosforin kuormitusriskin malli, NURMAP



Tavoitteet

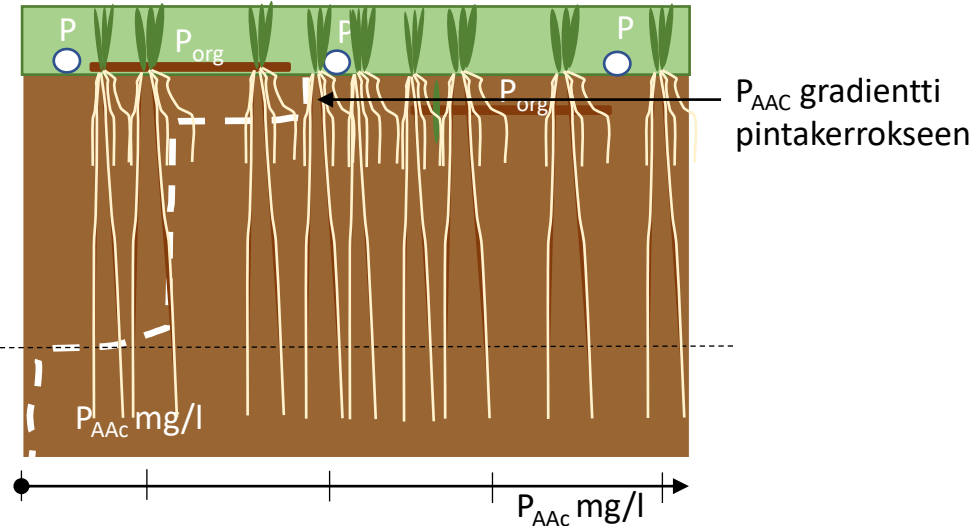
- Tavoite oli kehittää realistinen nautakarjatilan simulointimalli eri lietteenkäsittelymenetelmävaihtoehtojen '*what if*' -skenaarioiden suorittamiseen.
- Tässä on kaksi isoa osatavoitetta:
 - 1) luoda empiirinen nurmipeitteisten pellon fosforin huuhtoutumismalli olemassa olevien huuhtouma-aineistojen perusteella ja
 - 2) yhdistää se maatilaa simuloivaan ravinnekiertomalliin, jotta voidaan huomioida muiden ravinteiden ja toimenpiteiden vaikutus satotason ja sitä kautta lohkon fosforipoistumaan ja edelleen maan P-luvun kehitykseen.
 - Aikajänteeksi simuloinneille on käytetty 20 vuoden jaksoa, sillä fosforin muutokset maassa ovat hitaita.

Periaatekuva viljapellon ja nurmipellon eroista kasvukauden ulkopuolella



Tuleentunut kasvusto ei ota ravinteita
Juuristo kuolee
Sänki ja kuolevat juuret suojaavat hieman eroosiolta,
Muokattu maa altistaa eroosiolle
Ravinteet yleensä sijoittaen keväällä
Lietettä käytetään vähemmän (norm. viljatila)

Maan P_{AAC} on keskeinen molemmissa

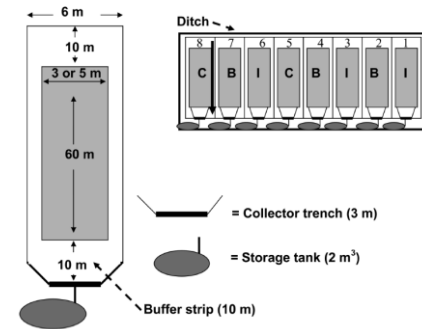


Elossa oleva kasvusto ei-kasvukaudellakin (ei italian raiheinä!)
Tiheä juuristo, tankkaa ravinteita vielä syksylläkin
Suojaa eroosiolta
Ravinteet levitetään P_{min} , P_{org} pintaan tai matalaan sijoittaen
syntyy pintakerros gradientti
Lieteen P huuhtoutuu helpommin kuin lannoitteen P
- maakontakti ja sitoutuminen heikompaa (org. Hapot)
Lietettä annetaan myös kasvukaudella ja jopa syksyllä

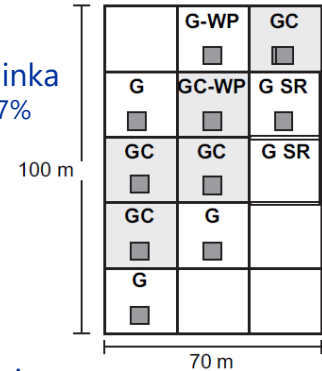
Lähtöaineistot 1: huuhtoutuminen

- Nurmipeitteisten kasvustojen huuhtouma-aineisto
 - Paikkakunnat: Jokioinen (n=14) Maaninka (n=13) ja Toholampi (n=29)
 - Nurmen uusimisvuosia ei sisällytetty
 - Vuodet 1997- 2017
- Koekenttiä kuvaavia maaperätietoja
 - Maan pintakerroksen viljavuus-P
 - Pintakerroksen paksuus
 - Maalaji ja saveksen osuus
- Lannoitteiden ja karjanlannan P-määrät, levitysajankohdat ja -tekniikat.
- valuntatiedot olivat hydrologisilta vuosilta (1.6.–31.5.).
- Noin 70% julkaisematonta aineistoa**
- Julkaistut:
 - Turtola & Kemppainen 1998; Turtola & Ylihalla 1999, Turtola ym. 2005, Uusi-Kämpä & Heinonen-Tanski 2008, Järvenranta et al. 2014,

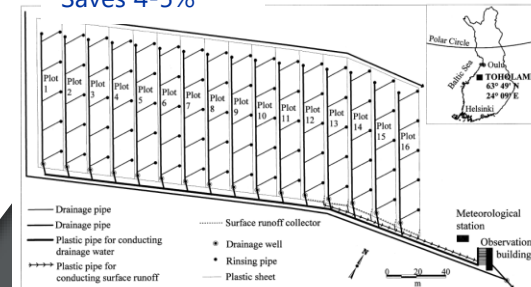
Jokioinen
Saves 61%



Maaninka
Saves 7%



Toholampi
Saves 4-5%



Lähtöaineistot 2: Tilamalli

- Aineistot perustuvat uusimpiin suomalaisiin N, K ja P satovastetutkimuksiin (ks Puustinen ym. 2019).
- Viljelytoimenpiteiden vaikutus lietelannan typen lannoitevaikutukseen/hyväksikäyttöön perustuu suomalaisiin ja pohjoismaisiin tutkimuksiin.
- Maan P-luvun kehitys perustuu suomalaisiin malleihin, joissa tarvitaan maan lähtötilanteen viljavuus-P luku (PAC mg/l) ja viljelyn P-tase (kg/ha/v) (Ekholm ym. 2005; Uusitalo ym. 2016)
- Mallin kokonaisuudessa hyödynnetty ENREBEEF – mallin kokemuksia (Hietala ym. 2020)

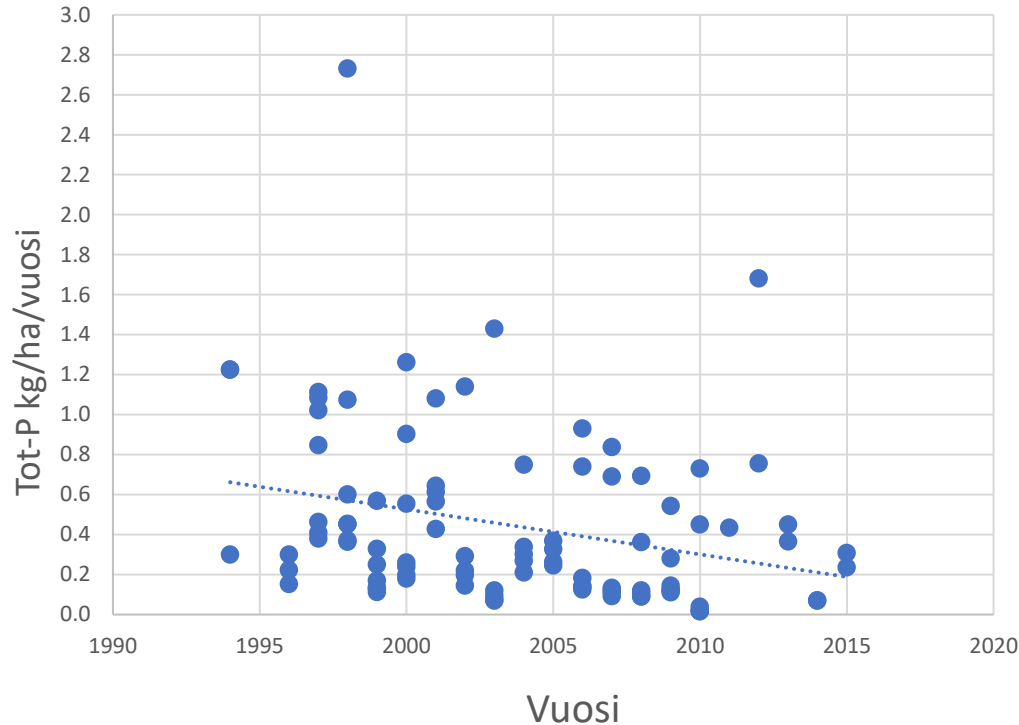
Perustietoja aineistosta

Project PMODEL FINAL

Aineistotarkastelu

Muuttuja	Yksikkö	N	Mean	Median	Std	Min	Max
Pintakerroksen viljavuus-P	mg/l	45	12.1	11.6	4.995	4.9	33
Väkilannoituksen P	kg/ha/vuosi	56	6.4	0	10.281	0	43
Karjanlannan P	kg/ha/vuosi	56	13.6	11.5	17.3	0	90
Pintavalunta	mm	56	110	103	63.8	5.8	279
Liennut kiintoaine (TSS)*	kg/ha/Vuosi	50	123	91	107	5.9	620
P pitoisuus maassa /eroosioaineksessa	mg/kg	50	1440	1299	607	385	4200
Havaittu DRP konsentraatio pintavalunnassa	mg/l	56	0.22	0.17	0.21	0.05	1.43
Havaittu DRP huuhtouma pintavalunnassa	kg/ha/vuosi	56	0.26	0.14	0.37	0.01	2.19
Havaittu PP huuhtouma pintavalunnassa	kg/ha/vuosi	56	0.17	0.11	0.16	0.01	0.80
Havaittu TOTP huuhtouma pintavalunnassa	kg/ha/vuosi	56	0.43	0.33	0.44	0.02	2.73
							0.0308046
Havaittu TOTP lysimetri/salaoja valunnassa	kg/ha/vuosi	36	0.031	0.03	0.03	0.00	213

Luken huuhtoumakentiltä mitattu kokonais-P
pintavalunnassa 1994 - 2017



- Poistettu 1993-95 talvi 18 kg/ha/v ja syyslevitys (4 kg/ha/v)
- Kokeet ovat aikansa lapsia – ohjeistus on muuttanut myös kokeita
- Lievä laskeva trendi, mutta alhainen selitysaste
- Molemmat korkeat pisteet = lietteen syyslevitys!

Mallintamisesta

P kuormitus jaettiin:

- pinta- ja pohjavesikuormitukseen
- DRP- ja eroosiofosforiin (PP)

Keskitytty pelkästään pintavaluntaan, koska karkeilla mailla maan läpi huuhtoutuminen on vähäistä :

- aineistossa 7% kokonais-P huuhtoumasta
- savimailla voi olla/on merkittävää

Mallinnettu pintavalunnan DRP-konsentraatio tilastollisella mallilla

$$C_{\text{DRP}} = f(\text{Pintakerroksen } P, \text{ mineraali-}P, \text{ karjanlannan } P)$$

$$\text{Kuormitus} = \text{valunta} * \text{konsentraatio}$$

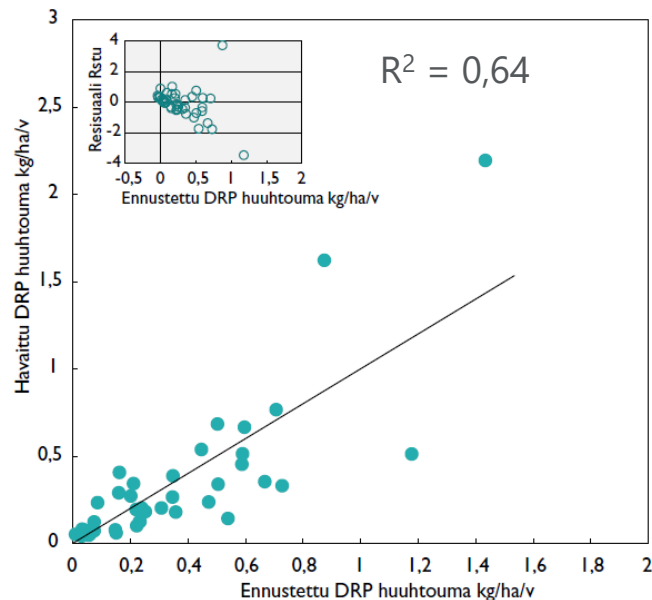
Mallinnettu pintavalunnan PP-määrä tilastollisella mallilla

$$M_{\text{PP}} = f(\text{Pintavalunta}, \text{ Karjanlannan } P)$$

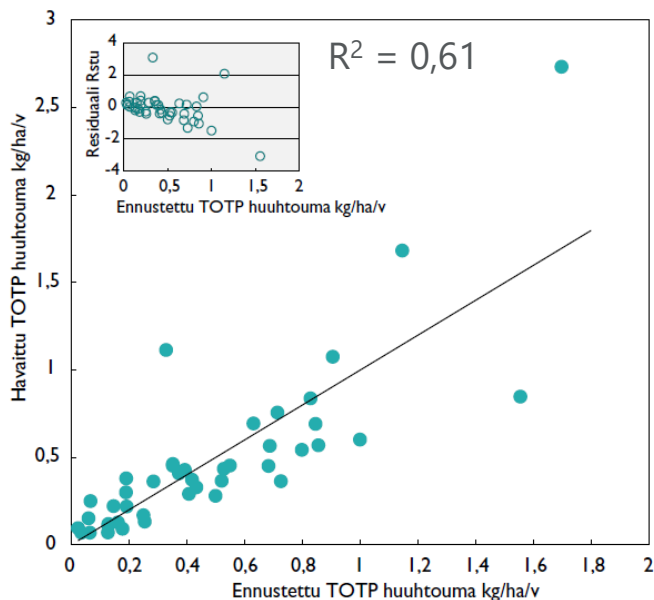
Aineiston vähyiden vuoksi eri lannanlevitysmenetelmien vaikutusta tutkittiin residuaalien tarkastelun avulla

Ennustemallin soveltuvuus aineistoon

a)



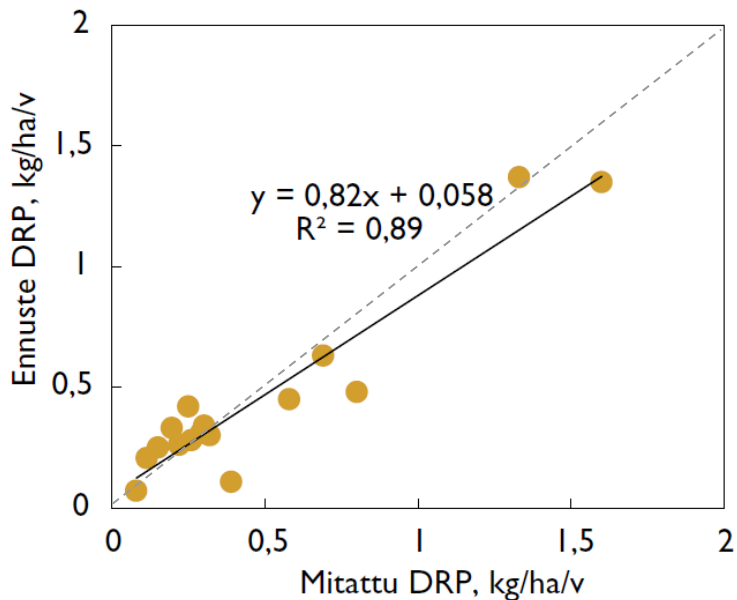
b)



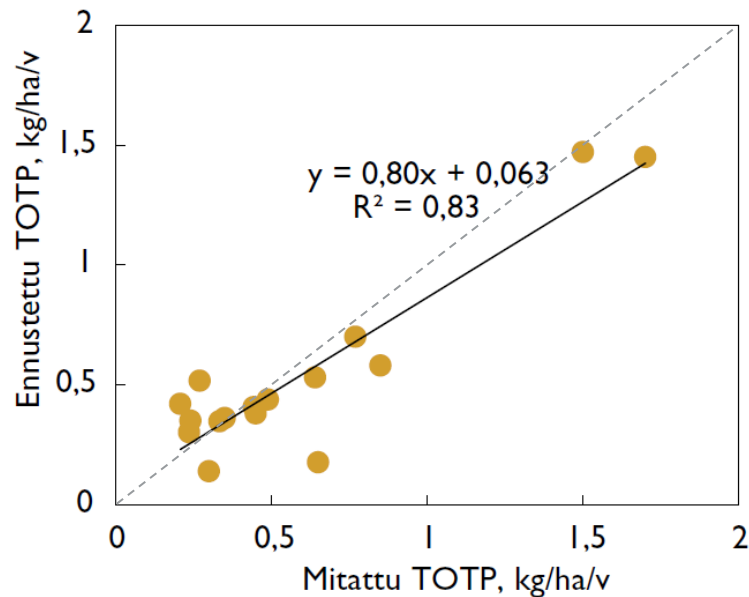
Ennustemallin validointi

Validointiin käytettiin pintavaluntasimulaattorin tuloksia

a)



b)



Malli toimi varsin hyvin

- pieni aliarvio pintavaluntasimulaattorin tuloksiin nähden suurilla arvoilla.

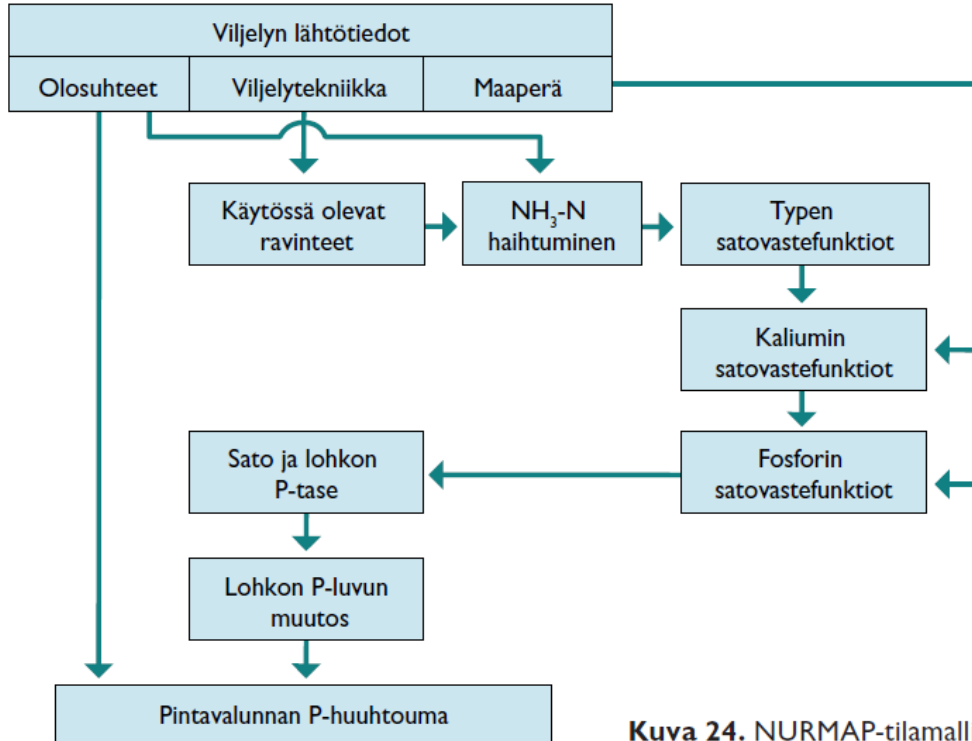
Riskivuosien käsittely erikseen

- Aineistossa oli muuttujasta riippuen 3–5 tapausta, jotka olivat merkittävästi muista poikkeavia (suurempia) konsentraatio- tai kuormitushavaintoja (DRP, PP, TOTP).
- Mallin kertoimet luotiin ilman näitä havaintoja ja poikkeavat havainnot päätettiin tarkastella erikseen ns. riskiolosuhteiden tarkasteluna.
- NURMAP: Riskivuosia 1/10 vuotta ja kuormitus TOTP **2,4** x ja **DRP 1,3** x normaalivuoteen verrattuna

Kooste riskivuosi-arvioista:

Riskivuodet	Aineistossa				
	Riskivuosia	Norm. vuosia	Yleisyys/10 vuotta	Riskin suuruuskerroin	
				Kokonais-P	DRP
NURMAP 2019	5	56	1/10 v	2.4	1.3
Räty 2019 kesäliete	1	5	1/5 v	2.3	2.7
Räty 2019 syysliete	1	5	1/5 v	4.2	5.2
Räty 2020 Kirmanjärvi maatal. alue	2	5	2/5 v	1.6	2.3
Keskimäärin			1/5 v	3.0	3.1

Maatilamalli



Kuva 24. NURMAP-tilamallin rakenne.

1. Typpi tärkein Satofunktio : $(\text{kg ka/ha/v} = f(\text{kg N/ha/v}))$
2. Kaliumin puute alentaa satoa indeksillä a (0-100%)
3. Fosforin puute alentaa satoa indeksillä b (0-100%)

Tarvittavat lähtötiedot

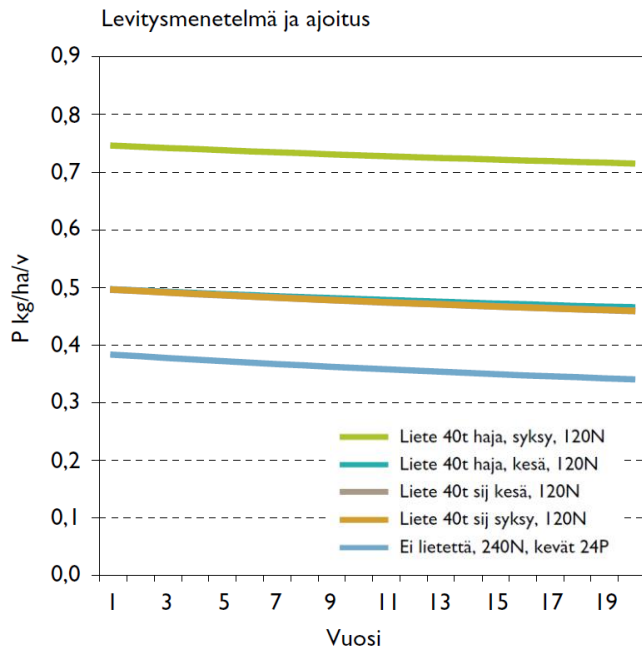
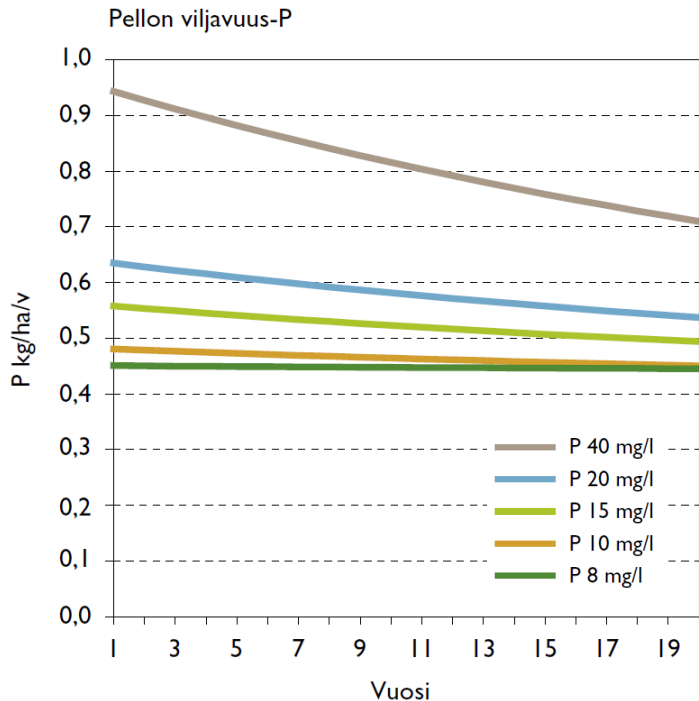
Taulukko 12. NURMAP- tilamallissa tarvittavat lähtötiedot ja valinnat (valinta).

Muuttuja	Syöttö	Yksikkö
Pellon satotasokerroin	valinta	%
N-satovaste	valinta	
Maalaji	valinta	
Pellon kaliumtila (reservi-K)	valinta	mg/l
Kyntökerroksen P-luku alussa	arvo	mg/l
Lietteen levitysmäärä	arvo	t/ha/levitys
Lietteen ravinnesisältö (tuore liete):		
Kokonaistyyppi (Ntot)	arvo	g/kg
Liukoinen tyyppi (Nliuk)	arvo	g/kg
Kokonaisfosfori (Ptot)	arvo	g/kg
Kokonaiskalium (Ktot)	arvo	g/kg
Lisä N	arvo	kg/ha/v
Lisä P	arvo	kg/ha/v
Lisä K	arvo	kg/ha/v
Levitystapa	valinta	
Levitysaika	valinta	
Haihtumisolosuhteet	valinta	
Nurmen uusimisikä	valinta	v
Nurmen uusimismenetelmä	valinta	
Pintavaluma yhteensä	arvo	mm/v

Pari huomiota:

- Pellon satotasokerroin 100 = tyypillinen pelto, satotaso n 6 tn/ha.
- Viljelijä tuntee peltonsa ja voi säätää lukua
- N-satovaste = sama juttu
- Pintavalunnan määrä = tyypillinen Luke Maaninnan arvo
 - Vaikuttaa voimakkaasti

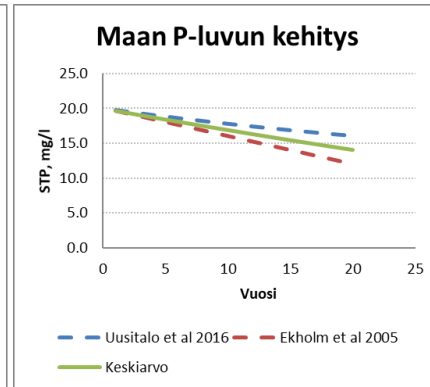
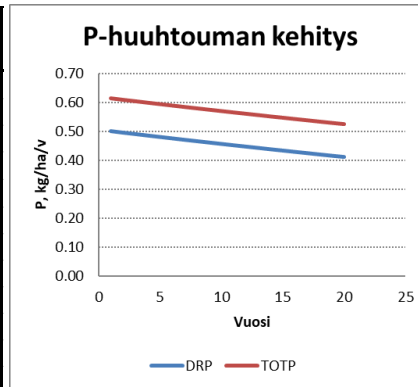
Esimerkkejä simuloinneista 1



2. Karjanlantapoikkeuksen vaikutus P-kuormitukseen ja P-luvun kehitykseen nurmilla luokassa "Hyvä"

Karjanlantapoikkeus voimassa

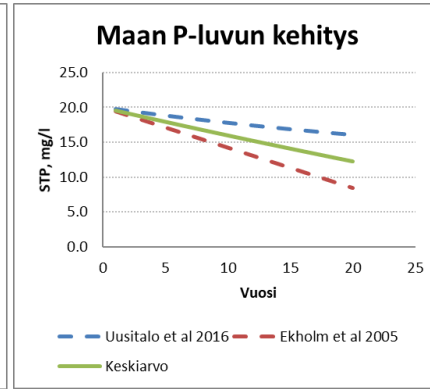
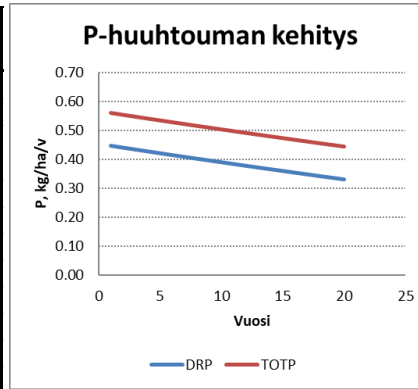
Skenaarion taustamuuttujat	
Maalaji	3
Kyntökerroksen P-luku alussa	20
Lietteen levitysmäärä	33.5
Lietteessä P kg/ha	20.1
LisäP	0
Levitystapa	3
Levitysaika	2
Pintavaluma	109
Lisätiedot	
N lannoitus (liukoinen)	230
Sato	7685
Viljelyn P-tase	-1.4



Ei karjanlantapoikkeusta

Jos poikkeuksesta luovutaan, DRP-huuhdonta on 20 v kuluttua 0.33 kg/ha/v eli n. 20 % alempi kuin poikkeuksen ollessa voimassa

Skenaarion taustamuuttujat	
Maalaji	3
Kyntökerroksen P-luku alussa	20
Lietteen levitysmäärä	18
Lietteessä P kg/ha	11
LisäP	0
Levitystapa	3
Levitysaika	2
Pintavaluma	109
Lisätiedot	
N lannoitus (liukoinen)	230
Sato	7659
Viljelyn P-tase	-10.4

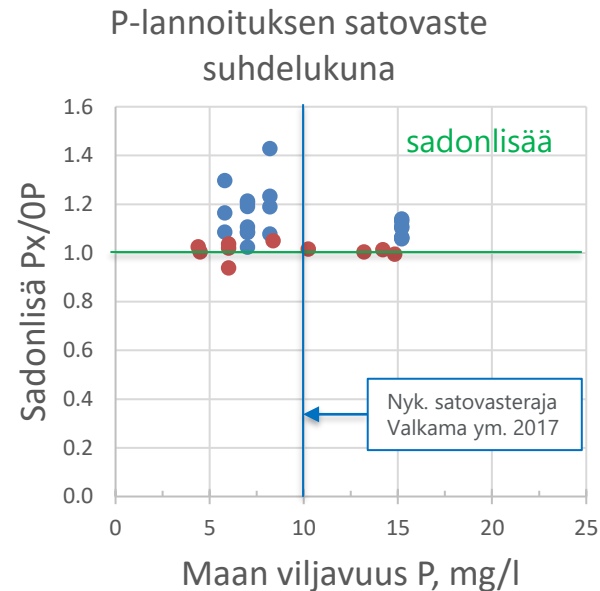


Kehittämistarpeita

- Pellon pinnan kaltevuus esim VIHMA?
- Turvemaat – uutta mittausaineistoa tulossa
- P-satovaste alentunut (Louhisuo ym. 2024)
- Kalkituksen vaikutus viljavuus-P:n kehitykseen
- Lisää levitystekniikasta?
- Pohtimista: mikä on koekenttien ja valuma-alueiden kuormitusriskiarvioiden suhde?

NURMAP löytyy myös netistä:

<https://maatalousinfo.luke.fi/fi/nurmenfosforihuuhtoumalaskuri>



● Vanhat 1979-1999 ● Uudet 2000->

Kiitos!



Mitä uutta opimme fosforista?

Maan perintöfosforivarat ovat merkittävät – tarve kehittää fosforianalytiikkaa

Ohran ja nurmen erilainen kyky hyödyntää maan fosforivaroja

- Nurmi ”tankkaa” fosforia, jos on märkää. Otettu siirtyy seuraavaan kevääseen.
- Nurmella ei saatu kokeissa satovastetta 2000-luvulla edes kun maan P-luku on ollut <5 mg/l – kasvukausien pidentyminen ja lämpeneminen x perintöfosfori?

Ohran sadonmuodostus kärsii, kun maan P-luku laskee

- Mikä merkitys ohran sadonlisällä on ja missä olosuhteissa?
- Suojavilja – rehuvilja – leipävilja – vesistökuormitus - sijainti

Rehun fosforipitoisuus ei laske herkästi alle suositusrajan

- Kuivuus vaikuttaa enemmän kuin maan P-luku tai lannoitus – rehuanalyysit!
- Jos pitoisuus alle suositusten -> lisää kivennäisiä – myös rypsi sisältää P:a

Mittaustulokset nurmen suorasta P-kuormituksesta alentuneet vuosikymmenten aikana

- Käytetyt lannoitusmäärät, politiikka ja teknologia
- Ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat lisänneet/lisäävät kuormitusta
- Välillinen kuormitus rehuviljan ja rypsin tuotannon kautta

