

Peltojen vesitalouden hydrologinen mallintaminen

Lohkotasolta kuivatusalueelle

Heidi Salo ym.

Salaojituksen neuvottelupäivät

17.02.2023



Aalto University
School of Engineering

Vesi ja Maatalous Aalto-yliopistossa

- Kehitetään ja sovelletaan fysikaalisia malleja, joilla kuvataan veden virtausta ja aineiden kulkeutumista ympäristössä
- Keskeistä mallien sovittaminen kunkin maankäyttömuodon / tutkimusongelman erityistarpeita vastaavaksi
- Tavoitteena tuottaa tietoa, jota ei pelkästään mittaamalla pystytä tuottamaan
- Erityisesti on tarkasteltu vesienhallintaa sekä kuormituksen pienentämisen että viljelyn tuottavuuden näkökulmasta
- Laskennallisten menetelmien ja kenttämittausten avulla voidaan tutkia kuivatuksen, suojelutoimenpiteiden sekä maan muokkauksen vaikutuksia vesitaseeseen ja kuormitusreitteihin.

Tutkimuskohteita ja teemoja

Savipellot

Oikovirtausreitit
Kutistuminen ja paisuminen
Eroosioprosessit
Typen kierto ja huuhtoumat
Eri ikäiset salaojitukset
Täydennysojitus

Mineraalimaat

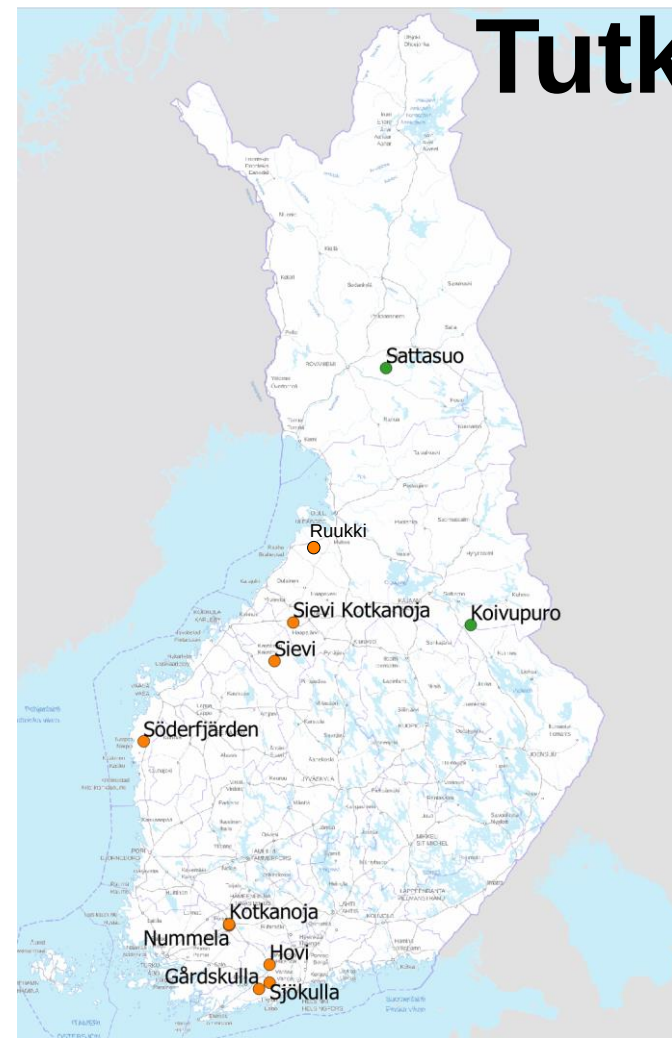
Salaojien asennus
Säätösalaajitus
Valtaojan padotus

Turvemetsät / pellot

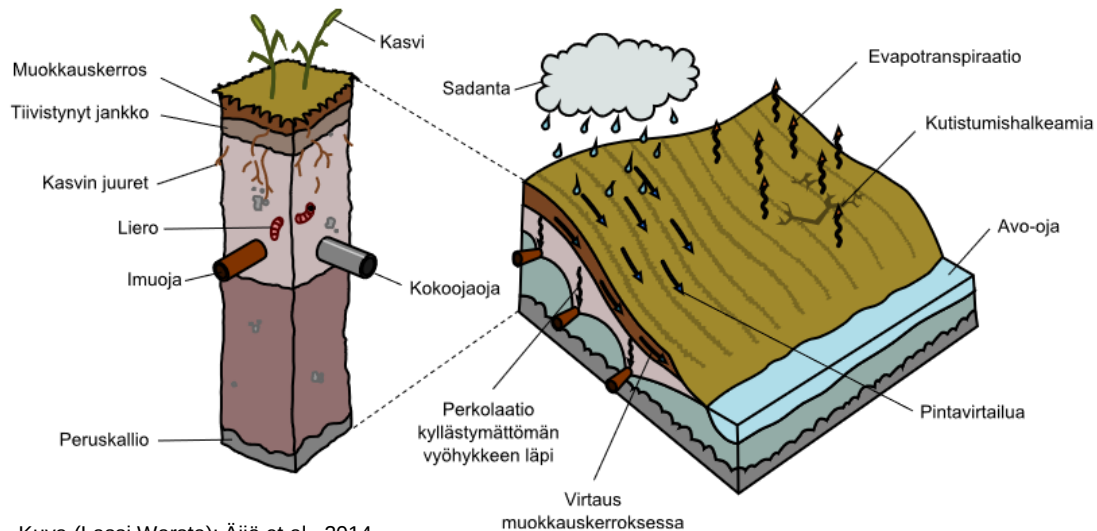
Avo-ojitus
Eroosio
Ojien kunnostus
Veisen suojelu toimenpiteet

Happamat sulfaattimaat

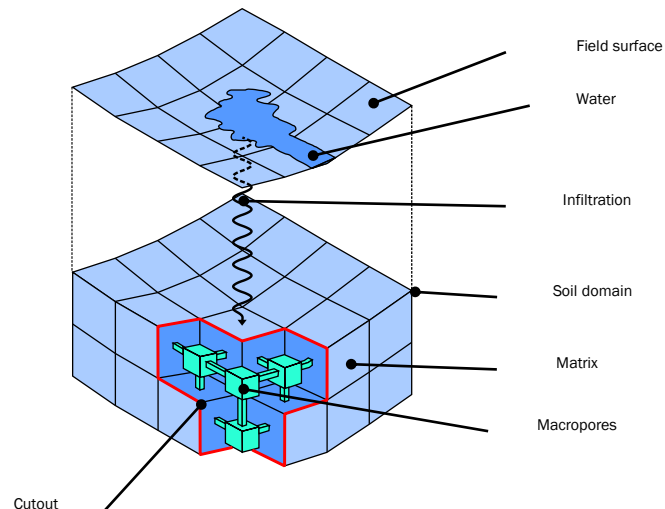
Säätösalaajitus
Ympäröivien alueiden vaikutus



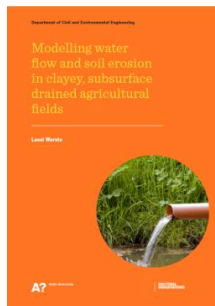
FLUSH-malli



Kuva (Lassi Warsta): Äijö et al., 2014



Prototype of the computational grid.

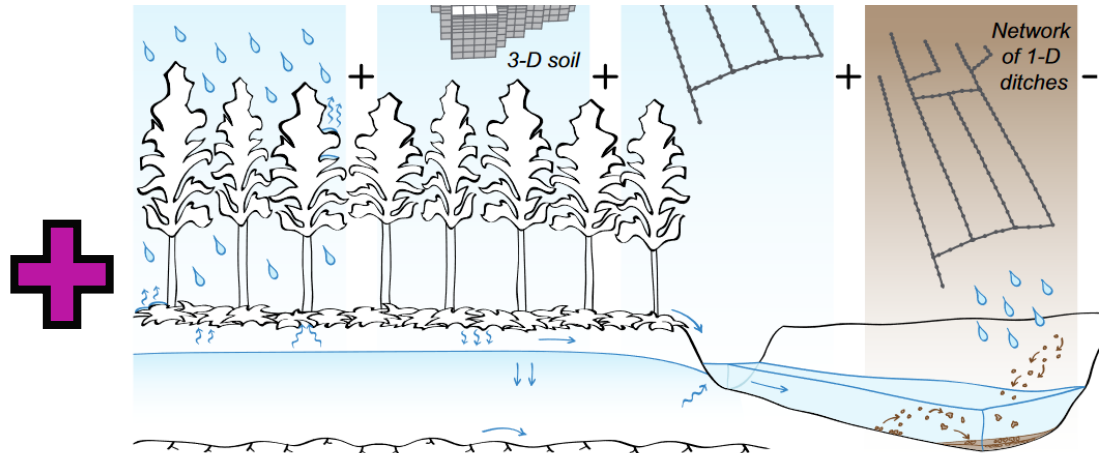
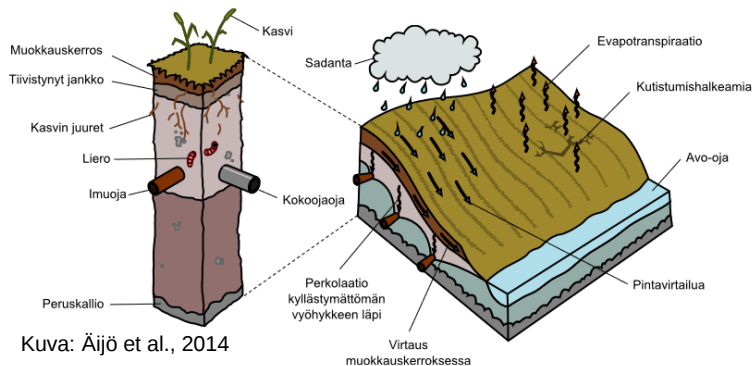


Viitteet:

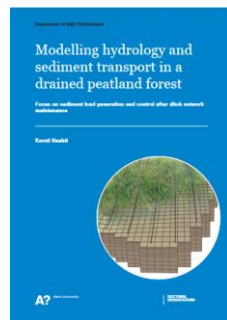
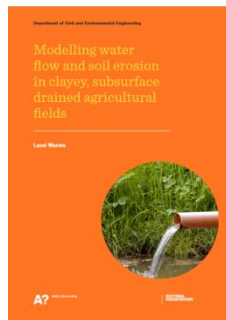
Äijö et al., 2014. Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedote 31.

Warsta, 2011. Doctoral dissertation. Aalto University.

FLUSH-malli



Kuva: Haahti, 2018



Viitteet:
Haahti, 2018. Doctoral dissertation. Aalto University
Äijö et al., 2014. Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedote 31.

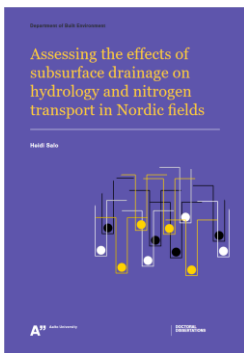
Muuta FLUSH-mallissa

Eroosio

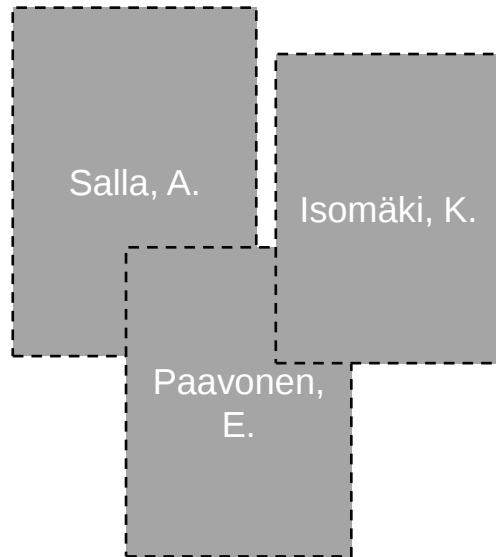
Kutistumishalkeilu
ja paisuminen



Aineiden kulkeutuminen



Vesienhallinta Paikallis- ja peruskuivatus



- ➡ Pohjavesivalunta 10–20% vesitaseesta, jopa yhtä suuri kuin salaojavalunta
- ➡ Sedimentin kulkeutuminen maaperässä aiheuttaa ison osan kiintoaineen kokonaiskurmituksesta

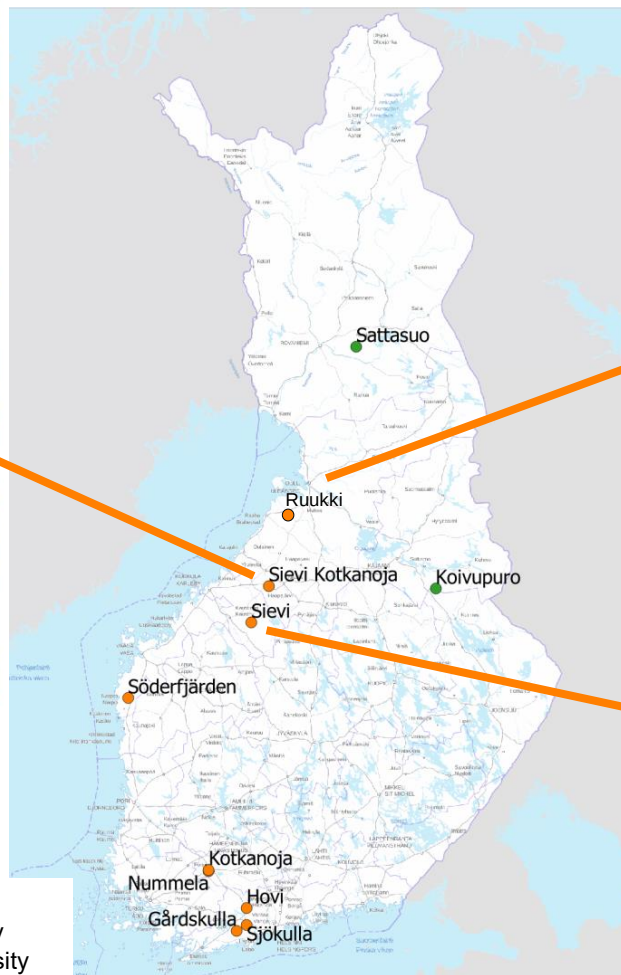
- ➡ Syksyn typpihuuhtoumiin vaikuttivat kasvukauden jälkeinen typpivarasto sekä sateen ajoittuminen
- ➡ Täydennysojitus ei suoraan lisännyt typpihuuhtoumaa vaan muutti kuormitusreittejä pohjavesivalunnasta salaojavaluntaan

Valtaojan padotus

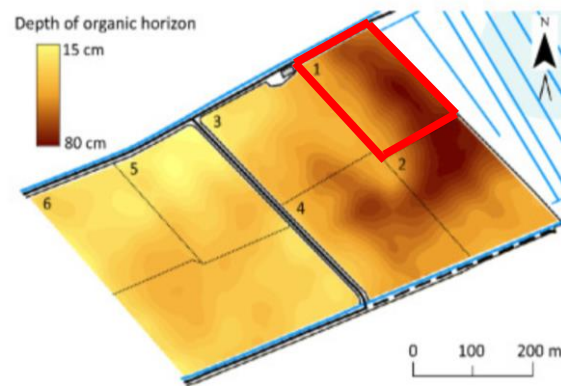
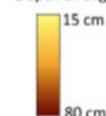


Ditch network Adjustable weir Field plot Forest

Kuva: Paavonen, 2022



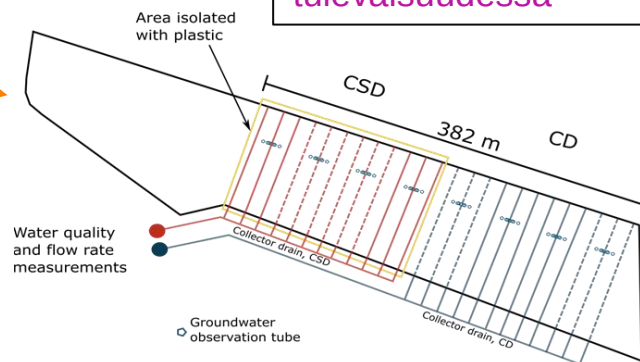
Depth of organic horizon



Kuva: Yli-Halla et al., 2020

Säätösalaojitus

Nykyilmastossa sekä tulevaisuudessa



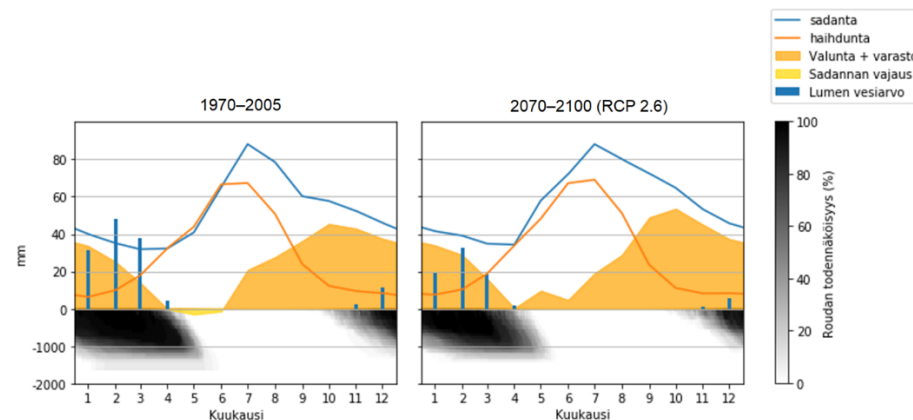
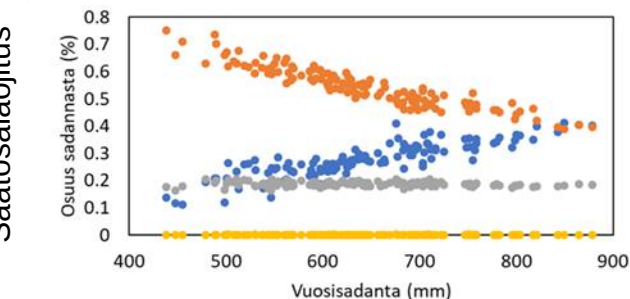
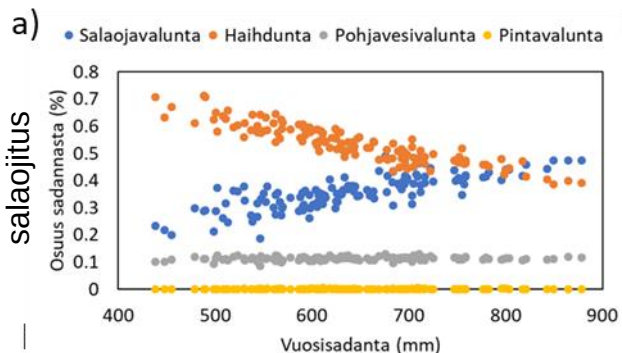
Kuva: Isomäki, 2023

Viitteet:
Isomäki, 2023. Master's thesis, Aalto University
Paavonen, 2022. Master's thesis, Aalto University
Yli-Halla et al., 2020. Science of the Total Environment

Säätösalaajitus muuttuvassa ilmastossa

Taulukko 1. Säätösalaajituksen vaikutus keskimääräiseen vuotuisen salaojavaluntaan ajanjaksoilla 1970–2005 ja 2070–2100.

	Sadanta [mm]	Salaojavalunta normaali salaojitus [mm]	Salaojavalunta säätösalaajitus [mm]	Erotus [mm]
1970–2005	615	217	163	54
2070–2100	670	253	201	53



Kuva 5. Vuodenaikainen vesitase nyt (1970–2005) ja tulevaisuudessa (2070–2100) (päästökkenaariolla RCP 2.6). (muokattu Salla, 2020)

➡ Säätösalaajitus vähensi salaojavaluntaa ja lisäsi pohjavesivaluntaa pidentäen veden viipymää maassa

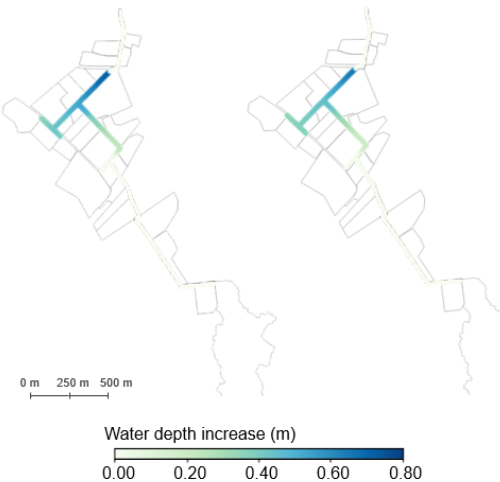
➡ Talviaikaisen valunnan kontrollointi riippuu koko vuoden säädön ajoittamisesta

Perus- ja paikalliskuivatuksen säätö

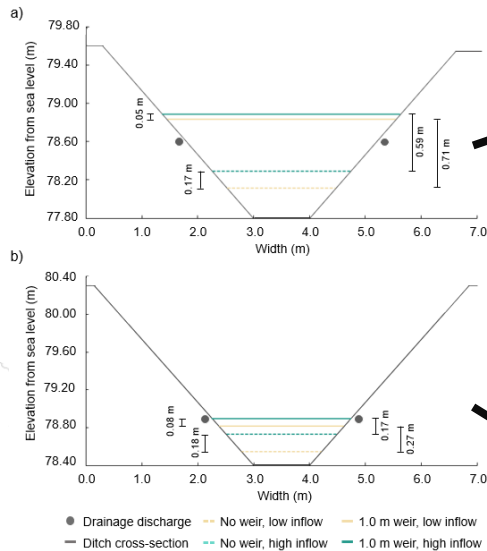
Kuvat: Isomäki, 2023

Low flow resistance
(Manning $n = 0.03$)

High flow resistance
(Manning $n = 0.15$)

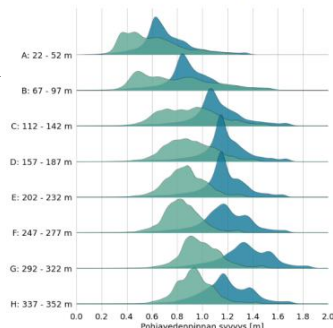


Kuva: Paavonen, 2022

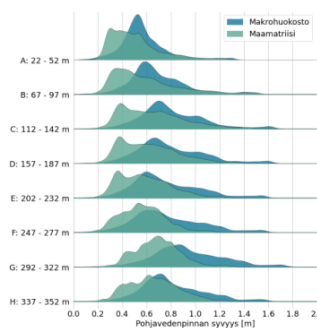


Kuva: Paavonen, 2022

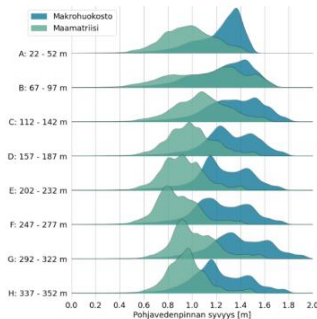
d) S4: Tavanomainen salaojitus +
Padottu valtaoja



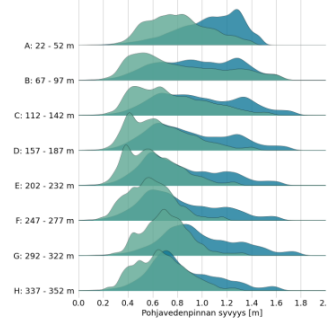
b) S2: Säättösalojitus + Padotettu valtaoja



a) S1: Perustilanne



c) S3: Säättösalojitus + Avoin valtaoja



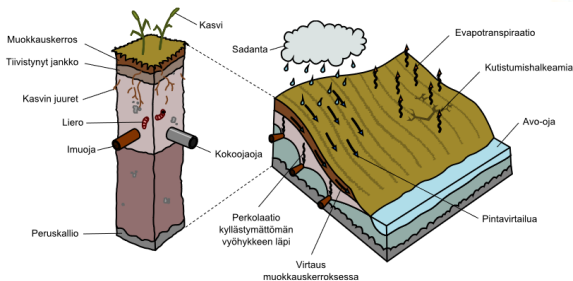
Padotukseen vaikuttivat uoman
topografia, padotuskorkeus sekä
uoman kasvillisuus.

Säättösalojitus ylläpiti
pohjavedenpintoja tasaisesti koko
peltoalueella, valtaojan padotus
vaikutti valtaojan läheisyydessä.

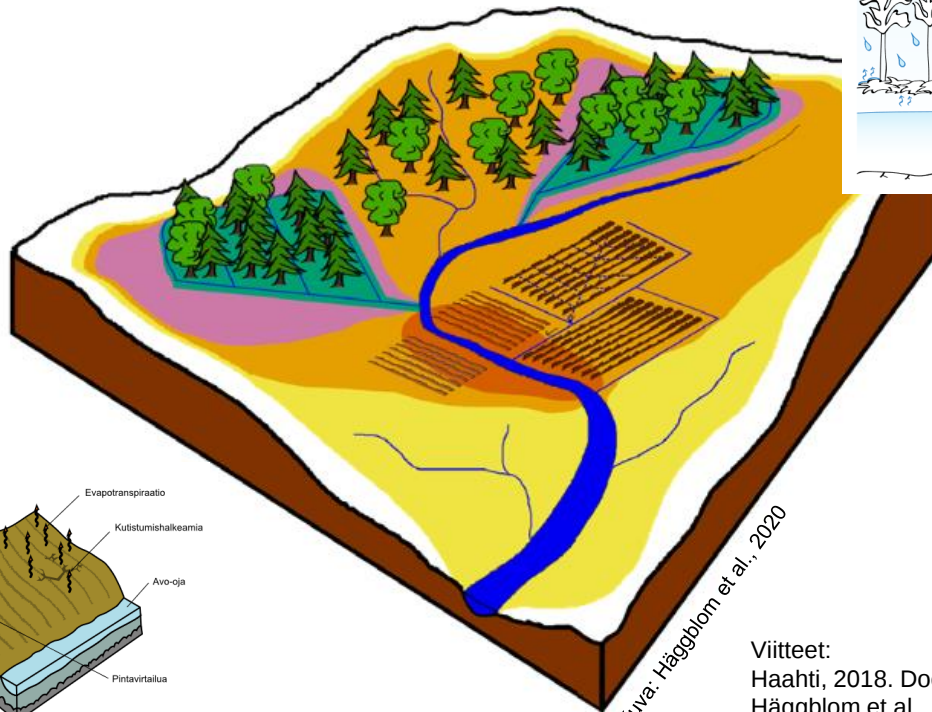
FLUSH tulevaisuudessa

Pelloilta kuivatusalueelle

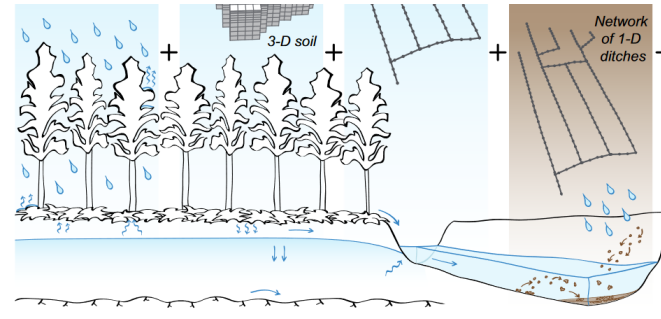
Peltohydrologia



Kuva: Äijö et al., 2014



Kuva: Häggblom et al., 2020



Kuva: Haahti, 2018

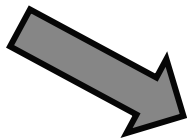
Metsähydrologia ja
avouomavirtaus

Viitteet:

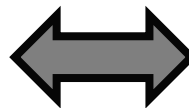
- Haahti, 2018. Doctoral dissertation. Aalto University
Häggblom et al., 2020. Publications of the Ministry of Agriculture and Forestry 2020
Äijö et al., 2014. Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedote 31.

Avoim data

Meteorologiset havainnot
Korkeusmalli
Maalajit



FLUSH-malli



Kenttä- data

Valunta
Pohjavedenpinnat
Maan kosteus

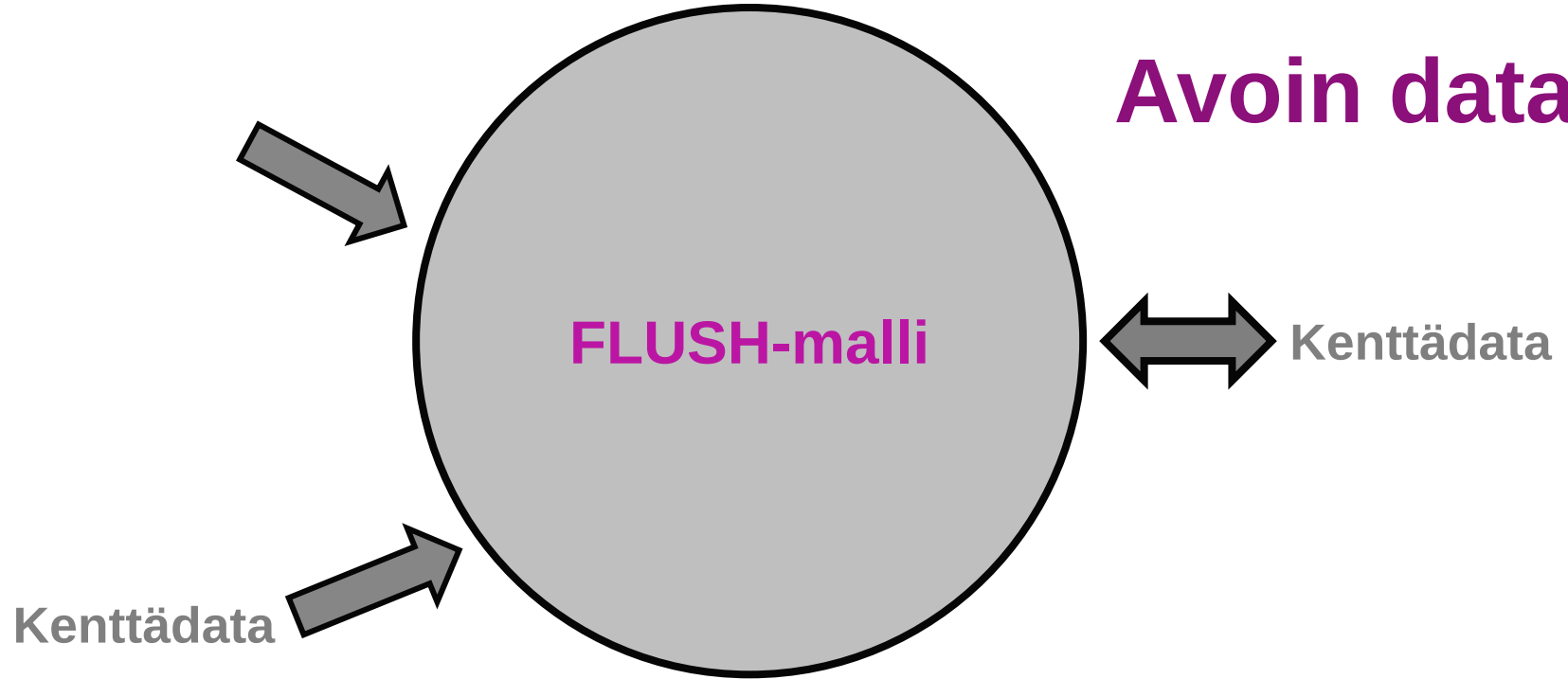
Kenttädata

Maaperän ominaisuudet
Kuivatus
Viljelykäytännöt



Avoim data

Avoim data



Vesienhallintamenetelmien mallinnus kuivatusalueella tai pienillä valuma-alueilla

Sievi, Korvenoja



Sievi, Söderfjärden



Mallin kalibrointi- / validointidataa?

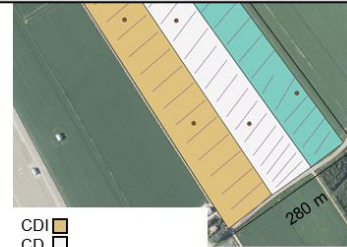


Ditch network

Adjustable weir

Field plot

Forest



CDI

CD

CONV

GW-tubes

Subsurface drains

Computational area

FLUSHin hyödyt

- Voidaan räätälöidä sopivaksi erilaisiin tutkimusongelmiin ja paikkakohtaisiin ominaisuuksiin (esim. hydrologiset yhteydet)
- On laajasti testattu kenttämittauksia vasten eri kohteissa ja sovellettu mm. 6 tutkimushankkeessa
- Geneeriset prosessikuvaukset
- Voidaan käyttää eri ojaväli-, peltolohko, tai kuivatusalueetasolla



Mihin mallinnus voi vastata isossa kuvassa?

- Miten ja missä vesi voidaan tehokkaasti käyttää ruuantuotannon hyväksi samalla huolehtien ympäristöstä?
- Minkälaisia muutoksia kasvava kastelutarve aiheuttaa ympäristölle?
- Kuinka avoimia aineistoja voidaan tehokkaasti hyödyntää mallien kehittämisessä ja soveltamisessa, kun halutaan kuvata luonnon prosesseja monimutkaisissa ympäristöissä?

Kiitos!

Mallin kehitystyön ovat mahdollistaneet tutkimushankkeet sekä näiden rahoittajat.

Yli 10 vuoden ajan työtä ovat rahoittaneet

Salaojituksen tukisäätiö sr, Maa- ja vesitekniikan tuki ry, Aalto-yliopisto, Sven Hallinin tutkimussäätiö. Mallin kehitystä ovat tehneet lukuisat tutkijat: Lassi Warsta, Mika Tähtikarhu, Riikka Nousiainen, Heidi Salo, Kersti Leppä, Olle Häggblom, Leena Stenberg, Aleksi Salla, Kielo Isomäki, Elina Paavonen.

CSC – tieteen tietotekniikan keskus oy on tarjonnut laskentaresursseja tutkimuksessa tehtyjä simulaatioita varten.

