



Tulvakartat apuna ilmastonmuutokseen sopeutumisessa: uudet meritulvaskenaariot ja -kartat

Mikko Sane, Suomen ympäristökeskus

Ulpu Leijala, Ilmatieteenlaitos

Havu Pellikka, Aalto-yliopisto



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

Ilmastonmuutoksen vaikutus tulviin

Vaikutusalue Suomessa, mm.	Muutos 2040 vesistötulvat	Muutos 2080 vesistötulvat	Muutoksen suunta:
Pohjois-Suomi ja Pohjanmaa	≈ Ei merkittävää muutosta	? ↓ Epävarma kehitys tai pienenee	↑ Kasvaa ↓ Vähenee ≈ Ei merkittävää muutosta ? Epävarma kehitys
Järvi-Suomen suurimmat järvet	≈ ↑ Vesistötulvat yhtä yleisiä tai yleisempiä	↑ Vesistötulvat lisääntyvät	
Etelä- ja Länsi-Suomen pienet vesistöt	≈ ↑ Vesistötulvat yhtä yleisiä tai yleisempiä	≈ ↑ Vesistötulvat yhtä yleisiä tai yleisempiä	

Vaikutukset vaihtelevat alueittain, sopeutumisella ja varautumisella voidaan vaikuttaa tulvariskeihin.



Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010)

- Sidosryhmäyhteistyö
- Suunnitelmaehdotuksista kuuleminen

- Riskialueiden tunnistaminen
- Merkittävien alueiden nimeäminen

Tulvariskien alustava arviointi

2011

& 2018 & 2024

Merkittäville tulvariskialueille:

- Tulvaryhmät
- Tavoitteet tulvariskien hallinnalle

Tulvakartoitus

- Tulvavaarakartat 2013
- Tulvariskikartat & 2019 & 2025

- Tavoitteet ja toimenpiteet tulvariskien hallitsemiseksi
- Tulvaryhmä hyväksyy ehdotuksen

Tulvariskien hallintasuunnitelmat

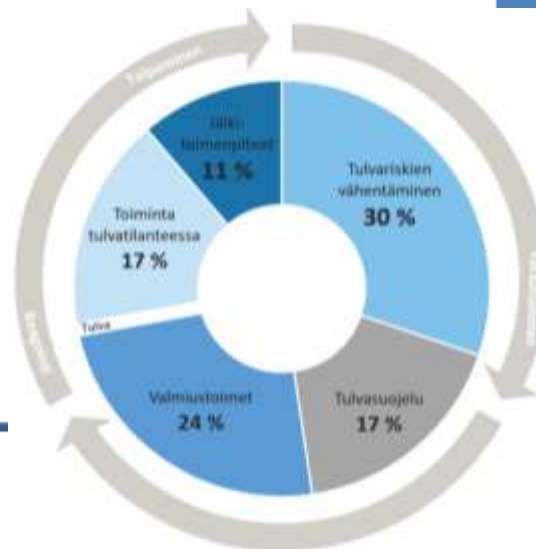
2015

- MMM hyväksyy & 2021 & 2027

➔ Toimeenpano ja seuranta

<http://vesi.fi/trh>

Prosessi toistuu
jatkoissa 6 v. välein



Merkittävät tulvariskialueet 2018-2024

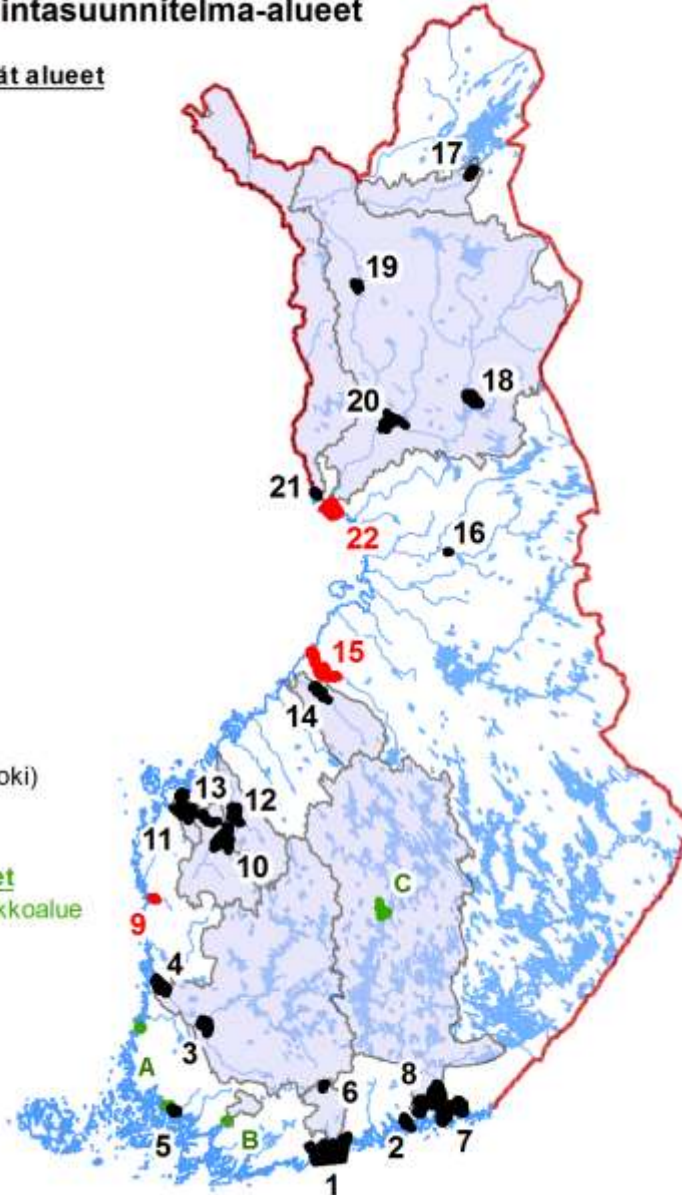
Vesistöjen ja merenrannikon merkittävät tulvariskialueet 2018-2024 sekä nykyiset hallintasuunnitelma-alueet

Olemissa olevat ja **uudet** merkittävät alueet

- 1 Helsingin ja Espoon rannikkoalue
- 2 Lovisan rannikkoalue
- 3 Huittinen (Kokemäenjoki)
- 4 Pori (Kokemäenjoki)
- 5 Turun rannikkoalue**
- 6 Riihimäen keskusta (Vantaanjoki)
- 7 Haminan ja Kotkan rannikkoalue
- 8 Kymijoen alaosa (Kymijoki)
- 9 Lapväärtti (Lapväärtinjoki) UUSI**
- 10 Ilmajoki-Seinäjoki (Kyrönjoki)
- 11 Laihia-Tuovila-Runsor (Laihianjoki)
- 12 Lapua (Lapuanjoki)
- 13 Ylistaro-Koivulahti (Kyrönjoki)
- 14 Alaveska-Ylivieska (Kalajoki)
- 15 Pyhäjoen alaosa (Pyhäjoki) UUSI**
- 16 Pudasjärven taajama (Iijoki)
- 17 Ivelon taajama (Ivelojoki)
- 18 Kemijärven kaupunki (Kemijoki)
- 19 Kittilän kirkonkylä (Kemijoki)
- 20 Rovaniemen kaupunki (Kemijoki)
- 21 Tornion kaupunki (Tornion-Muonionjoki)
- 22 Kemin rannikkoalue UUSI**

Poistuvat merkittävät tulvariskialueet

- A Raision, Naantalin ja Rauman rannikkoalue
- B Salon keskusta (Uskelanjoki)
- C Jyväskylä (Kymijoki)



→ 18 hallintasuunnitelmaa

Suomen tunnistettujen merkittävien tulvariskialueiden tunnuslukuja

Erittäin harvinaisella tulvalla, tulvasuojellut alueet laskettu mukaan



n. 25 000
rakennusta



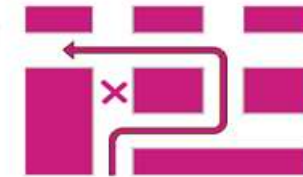
n. 40 000
asukasta



n. 400
kulttuuriperintö-
kohdetta



50-60
vaikeasti
evakuoitavaa
rakennusta



1800 km
liikenne-
verkkoa



n. 200
ympäristölle
haitallista
kohdetta

Vahingollisia seurauksia aiheuttavia tulvia on muuallakin ja tulvariskien hallintaa toteutetaan muillakin alueilla!

Meritulva Helsingissä tammikuussa 2005

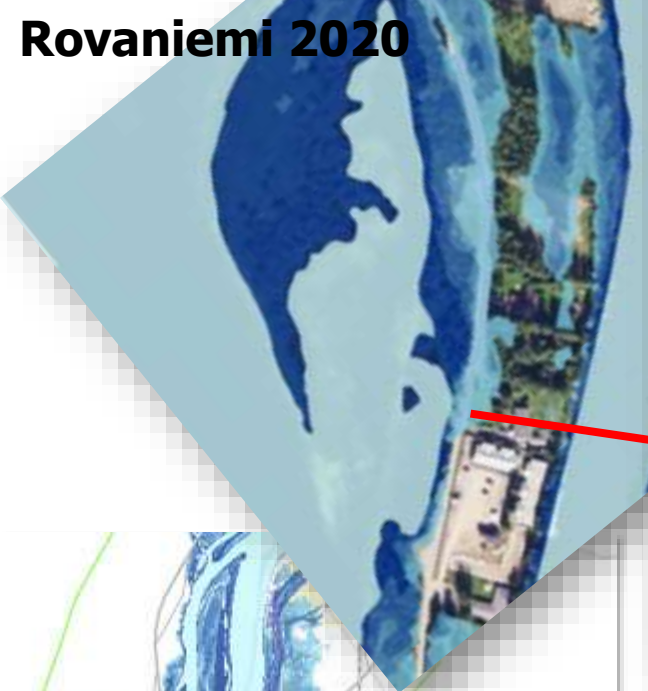


+170 cm
(N2000)

- Korkea kokonaisvesimäärä Itämeressä (+60 cm keskimääräistä korkeammalla)
- Seiche-ilmiö (Itämeren vedenpinnan edestakainen ominaisheilahtelu)
- Gudrun myrsky



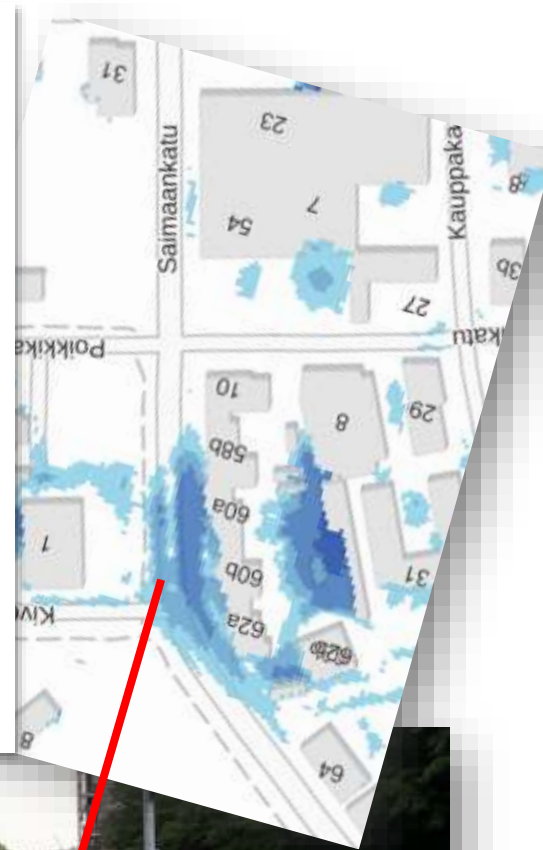
Rovaniemi 2020



Kuva: Lapin pelastuslaitos

*Myös harvinaisiin tulviin, joista ei ole tiedossa havaintotietoa, tulee varautua!
Tulvien mallintaminen mahdollistaa tämän.*

Tulvavaara- kartoista nähdään etukäteen erisuuruisten tulvien tulvavaara- alueet



Ylitornio 2023



S2-satelliittikuva
Syke Tarkka



Fintraffic
liikennetilanne



Lahti 2018

Kuva: Juha Alaluukas, Lahden kaupunki.

Tulvamallinnus

- Tulva-alue ja vesisyvyys saadaan määritettyä vähentämällä vedenpinnasta maanpinnan korkeusmalli
 - esim. vedenpinta **95,30 m** – maanpinta **93,60 m** = **vesisyvyys 1,70 m**

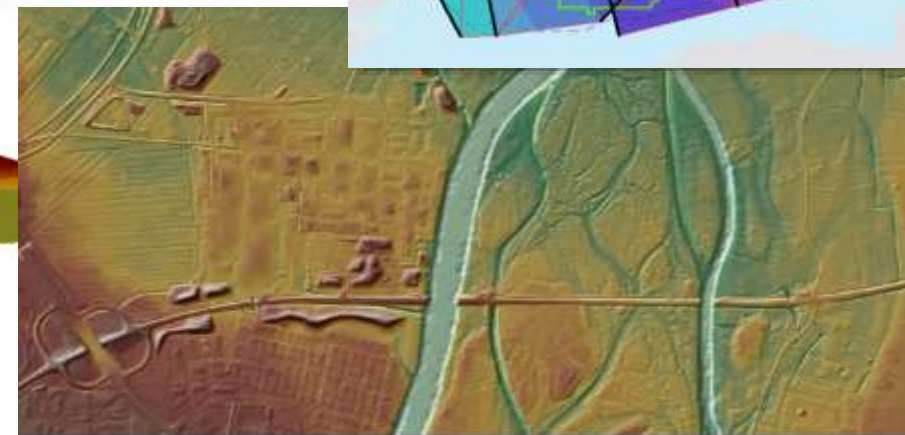
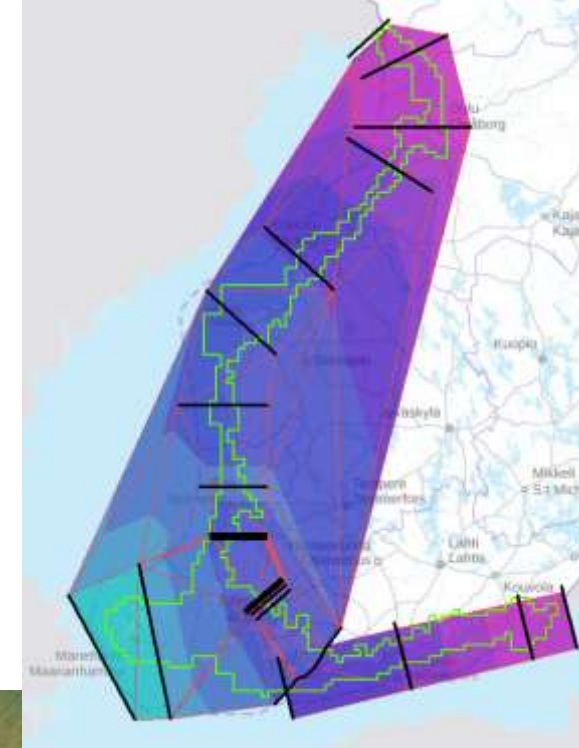
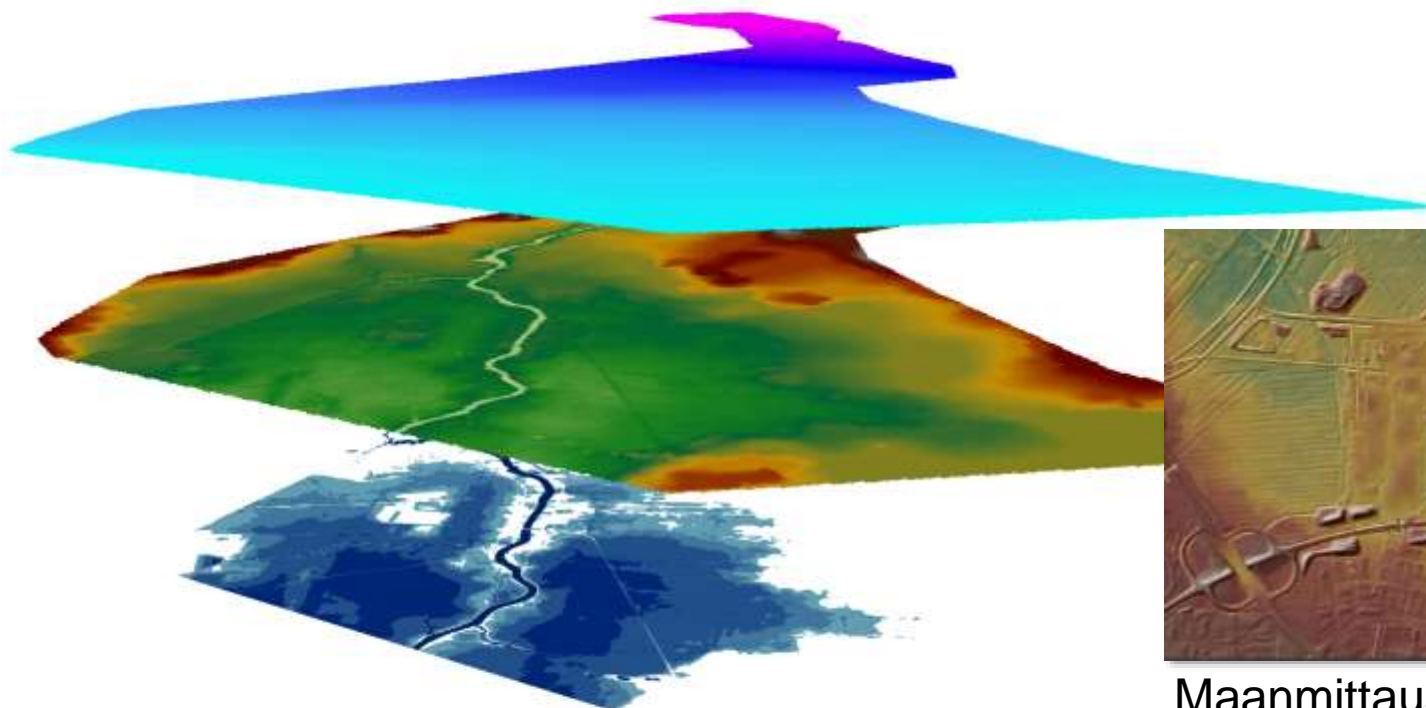
Vedenpinta



Maanpinta



Tulva-alue,
vesisyvyys

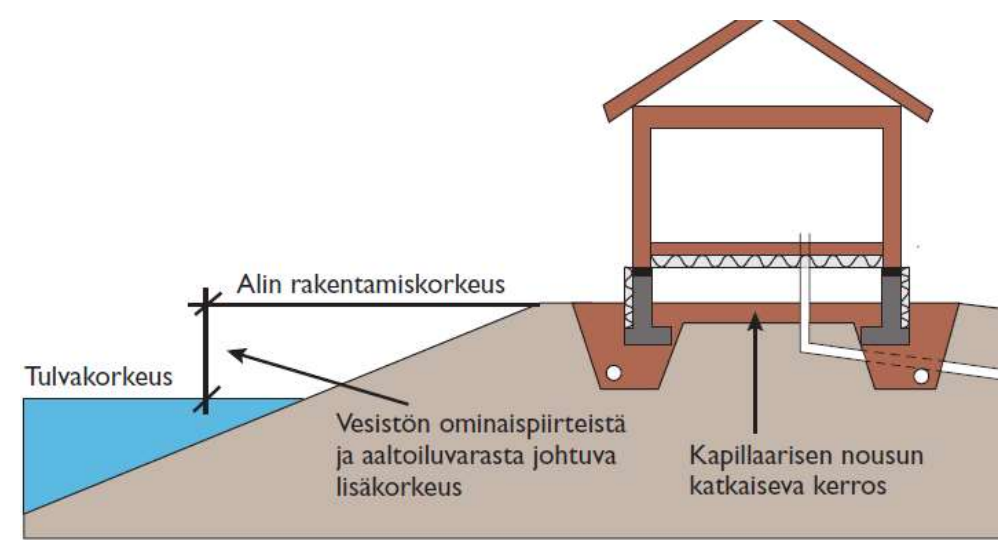


Maanmittauslaitoksen laserkeilauksella tuottama KM2-korkeusmalli

7 → Tulvavaarakartta, esitetty kartalla syvyysvyöhykkeinä

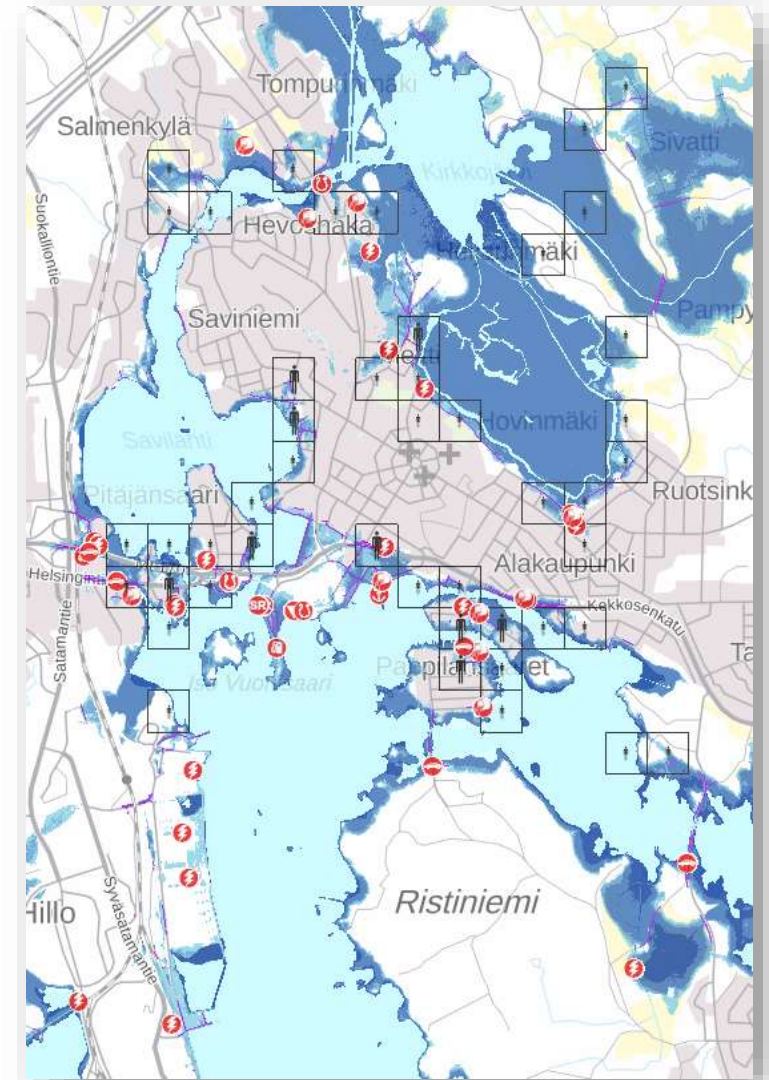
Tulviin varautuminen rakentamisessa

- Alueiden käytön suunnittelu on keskeinen tulvariskien hallinnan toimenpide
 - Tärkeätä, että tulvavaara-alueelle ei muodostu uutta rakennuskantaa
- Alin suositeltava rakentamiskorkeus
 - Taso, jonka alapuolelle ei tulisi sijoittaa kastuessaan vaurioituvia rakenteita
 - Ympärivuotisessa käytössä olevat rakennukset tulisi sijoittaa niin korkealle, että niille voi aiheutua vahinkoa vasta keskimäärin kerran 100...200 vuodessa esiintyvistä harvinaisesta tulvakorkeudesta
 - Korkeudessa huomioidaan myös **ilmastonmuutoksen vaikutus** ja rakennustyyppi
 - Nykyiset suositukset meritulvien osalta vuodelta 2014



Meritulvien kartoitus

- Koko Suomen rannikkoalueen meritulvakartta laadittiin ja julkaistiin Tulvakarttapalvelussa 2017, avoimena datana vain nykyisen ilmaston mukaiset skenaariot)
 - Tämän jälkeen on päivitetty vain meritulvien merkittävien tulvariskialueiden tulvakarttoja
 - Korkeusmalli on nyt ajantasaistunut muualtakin
- TIIMA-hankkeessa (2022-2023)
 - Päivitetään nykyisen ilmaston mukaiset tulvakartat
 - **Tuotetaan eri päästöskenaarioihin perustuvat tulevaisuuden ilmaston mukaiset tulvakartat**
 - Julkaistaan Tulvakarttapalvelussa ja avoimena aineistona
 - www.syke.fi/hankkeet/tiima



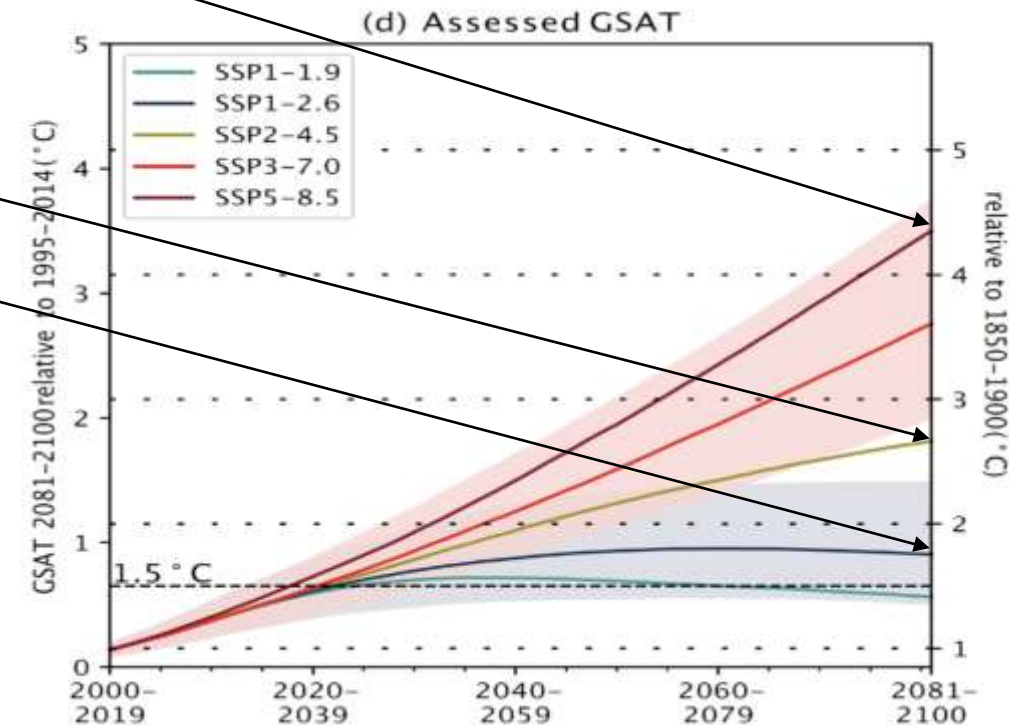
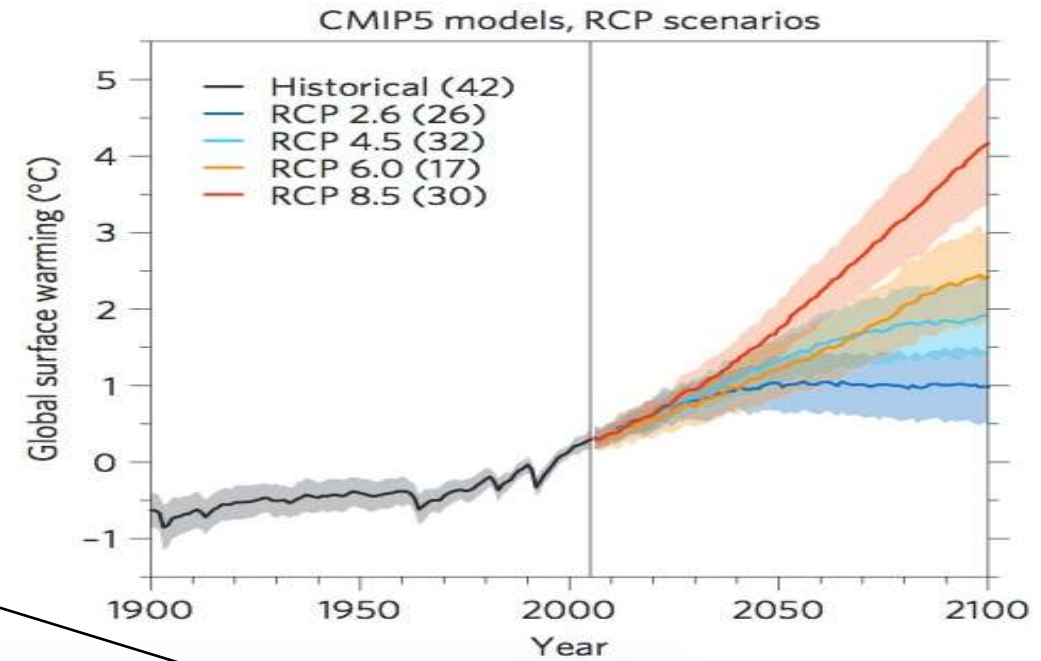
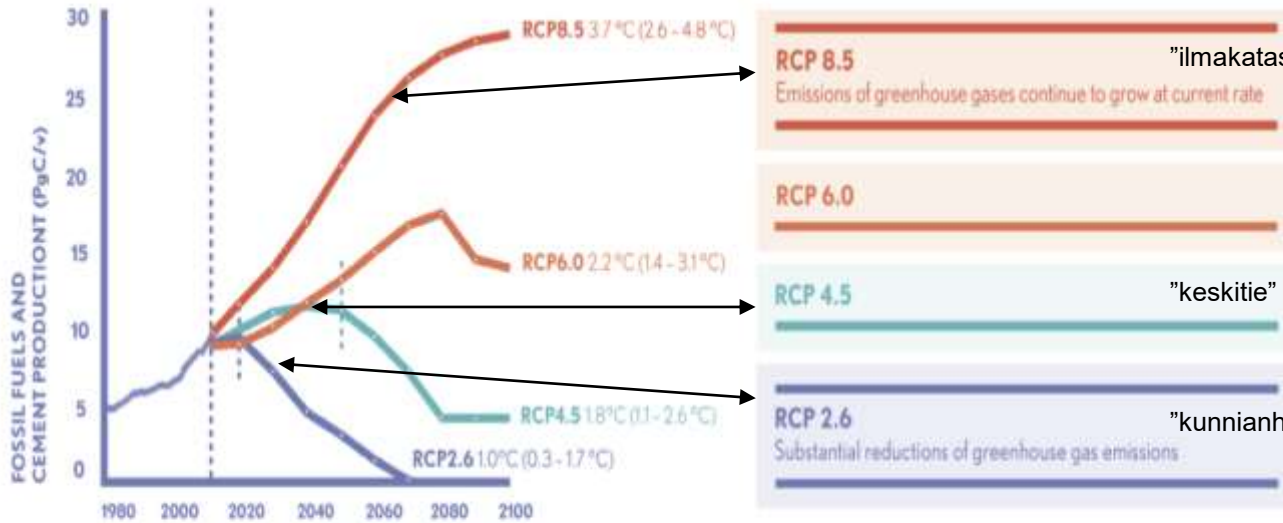
Suomen rannikon vedenkorkeusvaihteluita ohjaavat tekijät



Ilmastokenaariot

REPRESENTATIVE CONCENTRATION PATHWAYS (RCP)

For the Fifth Assessment Report of IPCC, the scientific community has defined a set of four new greenhouse gas scenarios, referred to as the Representative Concentration Pathways (RCP).



"ilmakatastrofi"

"keskitie"

"kunnianhimoinen"

Based on IPCC Assessment Report 5, Working Group 1.

@ IPCC
 ilmasto-opas.fi
 Ilmatieteen laitos
 Ympäristöministeriö

Pitkäaikaiset vedenkorkeusvaihtelut

Artikkeli 28.4.2023 luettavissa:

<https://doi.org/10.5194/nhess-23-1613-2023>

- **Matala (RCP2.6 / SSP1-2.6):** kunnianhimoiset päästövähennykset, ilmaston lämpeneminen < 2 °C
- **Keskitaso (RCP4.5 / SSP2-4.5):** päästöt laskuun ~2050, lämpeneminen +2,7 °C v. 2100
- **Korkea (RCP8.5 / SSP5-8.5):** päästöjen kasvu jatkuu voimakkaana, lämpeneminen > 4 °C

Station	Low				Medium				High			
	5%	50%	95%	99%	5%	50%	95%	99%	5%	50%	95%	99%
Oulu	-59	-37	-2	25	-47	-21	30	72	-27	8	99	171
Vaasa	-64	-42	-8	20	-52	-26	25	67	-31	3	94	166
Mäntyluoto (Pori)	-50	-28	6	34	-39	-13	39	80	-18	16	107	180
Turku	-30	-8	26	54	-18	7	59	100	2	36	128	200
Helsinki	-13	9	43	71	-1	25	76	118	20	54	145	217
Global	26	45	78	107	36	60	111	152	54	85	176	248

Päivitetyt meritulvien toistuvuusarviot

- Vuoden 2014 alimpien rakentamiskorkeussuosituksien pohjana käytettiin **yhtä jakaumaa, joka yhdisti kaikki päästöskenaariot**
- Nyt vedenkorkeudet on laskettu **kolmelle eri päästöskenaariolle** vuosille 2020 (nykyhetki) sekä 2050-2100 kymmenen (10) vuoden välein
 - SSP1-2.6, SSP2-4.5 ja SSP5-8.5
- Käytössä oli myös uudempi jakauma vedenkorkeuden ääriarvoista (lyhytaikaiset vedenkorkeusvaihtelut) (Pellikka et al., 2018)
 - Muutokset eivät tilastollisesti merkitseviä
- Keskimääräiset merenpinnan tason skenaariot ja vedenkorkeuden lyhytaikaisvaihtelun yhdistämällä saatiin yhdistetyt jakaumat 13 mareografipaikalle Suomen rannikolle
 - Tulvan toistuvuudet: 1/20a, 1/50a, 1/100a, 1/250a ja 1/1000a vuosille 2020 (nykyhetki) sekä 2050-2100 kymmenen (10) vuoden välein
 - Nykyhetkelle (vuosi 2020, SSP2-4.5) lisäksi toistuvuudet: 1/2a, 1/5a ja 1/10a



Vedenkorkeuden havaintoasemat
Kuva: IL



Kuvat: Mikko Sahe

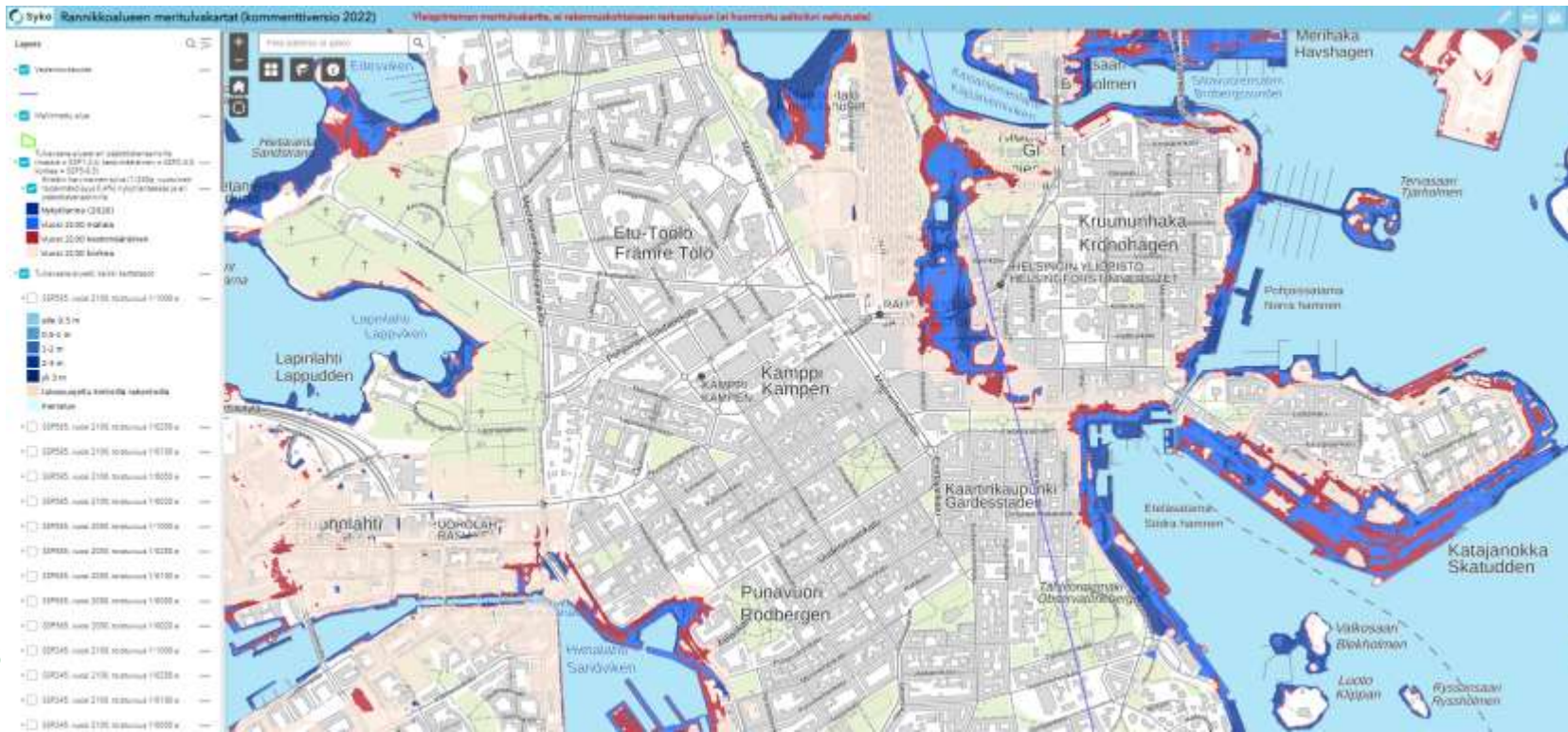
Yhteenveto

- Jos **kasvihuonekaasupäästöjä** ei onnistuta leikkaamaan, valtamerien pinta voi nousta vuosisatojen kuluessa jopa useita metrejä
 - Suomessa **maankohoamisilmiö** suojaa rannikkoa merenpinnan nousulta, mutta tulevaisuudessa maankohoamisen nopeus ei riitä kumoamaan merenpinnan nousua kokonaan
- Meritulvariskien odotetaan pahenevan erityisesti **Suomen etelärannikolla** vuosisadan loppuun mennessä
 - Merenpinnan keskitason noustessa myös lyhytaikaiset tulvatilanteet nousevat aiempaa korkeammalle ja yleistyvät
 - Vuoden 2005 tulvan toistuvuus nykyisin 1/50a, mutta vuonna 2100 tämän suuruinen tulva toistuisi keskimäärin joka toinen tai kolmas vuosi
- Merenpinnan nousuennusteissa on suuria **epävarmuuksia**
- Keskimmaiseen päästöpolkuun on jo **varauduttu** Suomessa rannikkorakentamisessa
 - Onko suosituksia syytä kuitenkin päivittää?

Tulvakartat kommentoitavana



- Tulvakartat kommentoitavana karttapalvelun / WMS-rajapinnan kautta:
 - <https://bit.ly/meritulvakartat>
 - WCS-rajapinta (lataus) ja metatiedot (sis. IL:n raportti) tulossa...
 - **Viimeistellään** ja varsinainen julkaisu 2024
 - Tulvasuojeltujen alueiden digitointia ja korjailua
 - Rakennusmontuista yms. aiheutuneiden virheiden korjailua



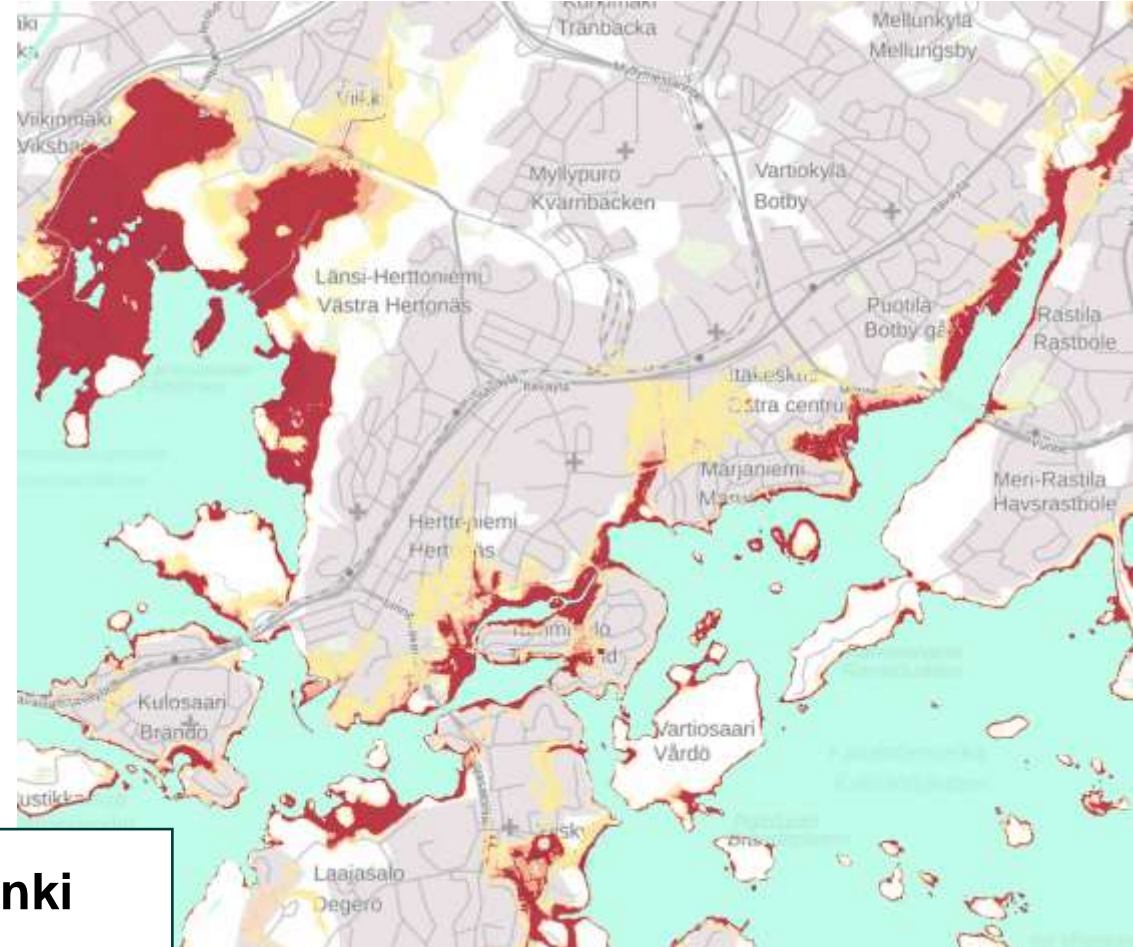
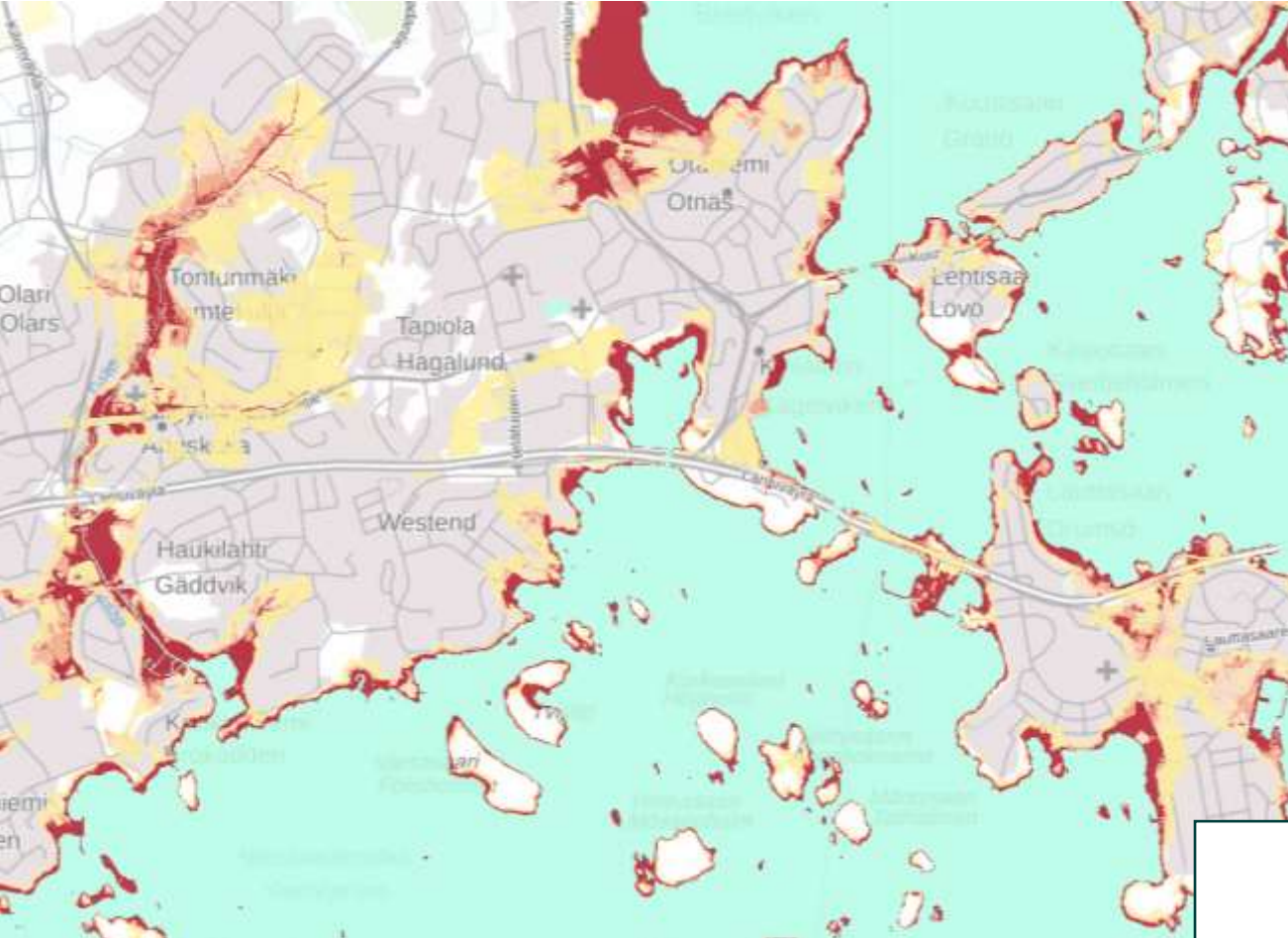
Esimerkkejä eri skenaarioiden vedenkorkeuksista ja tulvakartoista



<https://bit.ly/meritulvakartat>

	Hamina
Vuosi 2100 Korkea RCP8.5 / SSP5-8.5 1/250a tulva	4,41 m (N2000)
Vuosi 2100 Keskitaso RCP4.5 / SSP2-4.5 1/250a tulva	3,19 m (N2000)
Vuosi 2100 Matala RCP2.6 / SSP1-2.6 1/250a tulva	2,84 m (N2000)
Nykytilanne (2020) 1/250a tulva	2,46 m (N2000)

Nykyinen suositus:
3,20 m (N2000)



Helsinki

Vuosi 2100 Korkea RCP8.5 / SSP5-8.5 1/250a tulva	4,09 m (N2000)
Vuosi 2100 Keskitaso RCP4.5 / SSP2-4.5 1/250a tulva	2,80 m (N2000)
Vuosi 2100 Matala RCP2.6 / SSP1-2.6 1/250a tulva	2,41 m (N2000)
Nykytilanne (2020) 1/250a tulva	2,01 m (N2000)

Nykyinen suositus:
2,80 m (N2000)

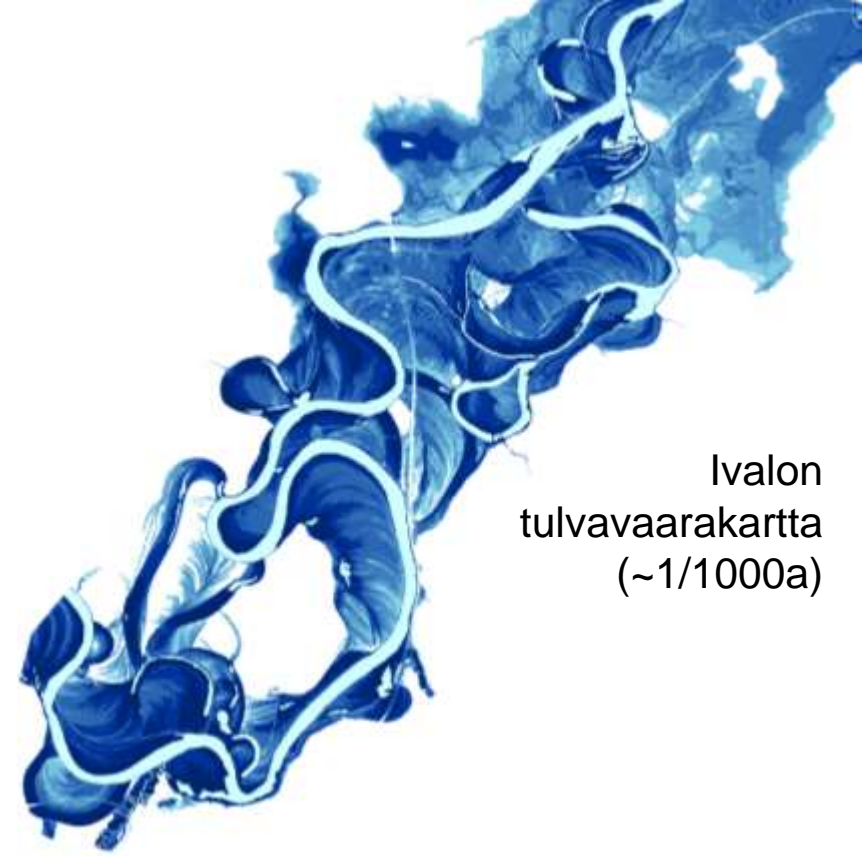


Kiitos!

tulvakartoitus@syke.fi



Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute



Ivalon
tulvavaarakartta
(~1/1000a)

<https://bit.ly/meritulvakartat>