



Hulevesienhallinnan tulevaisuutta kunnissa

Kestävät hulevesiratkaisut

14.11.2024

Minna Kivimäki, Turun kaupunki

Katariina Yli-Heikkilä, Valonia



Hulevesien hallinnan merkitys kasvaa

- Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sään ääri-ilmiöiden lisääntyminen
- Kaupunkien ja kuntien keskeinen rooli tulva- ja hulevesiriskien hallinnassa
- Hulevesien hallinta osana kestävästä kaupunkikehityksestä
- Luonnon monimuotoisuuden ja vesistöjen tilan parantaminen

Kunnat ja kaupungit ympäri Suomen ovat erilaisessa asemassa ja tilanteessa hulevesien hallinnan suhteen

Kestävyyttä ja sopeutumista tukevat hulevesien hallinnan tavoitteet

- Tulvariskien hallinta - kolme tasoa:
 - Rakenteiden kuivatus ja normaali sade; yleensä putket
 - Rankkasateiden hallinta; altaat, kosteikot, tilapäiset tulvatilat...
 - Tulvareitit; yleiset alueet, kuten kadut
- Erilaisten ratkaisujen ketju
- Pyrkimys viivytykseen kaikissa ratkaisuihissa, myös putkien kohdalla. Hybridiratkaisut.
- Ekosysteemien säilyttäminen ja paikallisten elinympäristöjen turvaaminen
- Kaupunkilaisten hyvinvointi viherympäristöjä lisäämällä → viihtyisyys lisääntyy
- Hulevesien laadun hallinta



Yleiskaava 2029

- Yhdyskuntarakennekartan lisäksi 7 teemakohtaista karttaa, joista yksi vesistä
- Teemakartan sisältö:

Hulevesien hallinnan toimenpidealue
Olyeellinen rajaus alueelle, jolla on tunnistettu tarve hulevesien hallintatoimenpiteille. Hallintamenetelmät ja sjainnit selvitetään tarkemmin jatkosuunnittelussa. Merkintä on informatiivinen Lentosaeman ja sen ympäristön osayleiskaava-alueella.

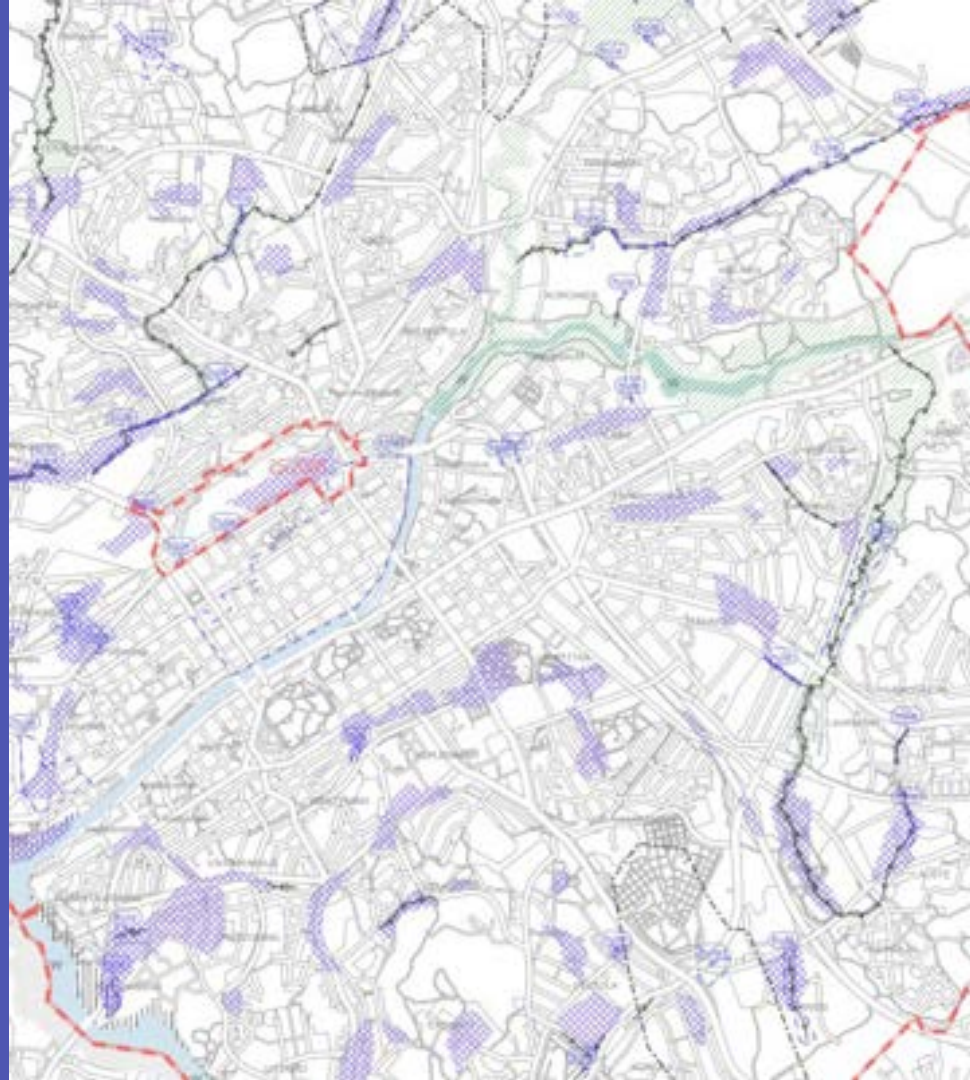
Luonnon ja/tai maiseman kannalta merkittävä joen- tai purovarsi
Uoman luonnollinen kulku sekä joen- tai purovarren ekologiset ja maisemalliset arvot on säilytettävä. Alueita koskevien hankkeiden yhteydessä on pyrittävä lisäämään alueen arvoja. Ennen toimenpiteitä on otettava yhteyttä Turun kaupungin ympäristönsuojeluun.

Hulevesien kannalta tärkeä säilytettävä ojauma
Merkintä on informatiivinen Lentosaeman ja sen ympäristön osayleiskaava-alueella.

Hulevesitulvavaara-alue
Alueella on todettu harvinaisen safeen aiheuttama tulvavaara. Tulvavaara on huomioitava jatkosuunnittelussa. Merkintä on informatiivinen Lentosaeman ja sen ympäristön osayleiskaava-alueella.

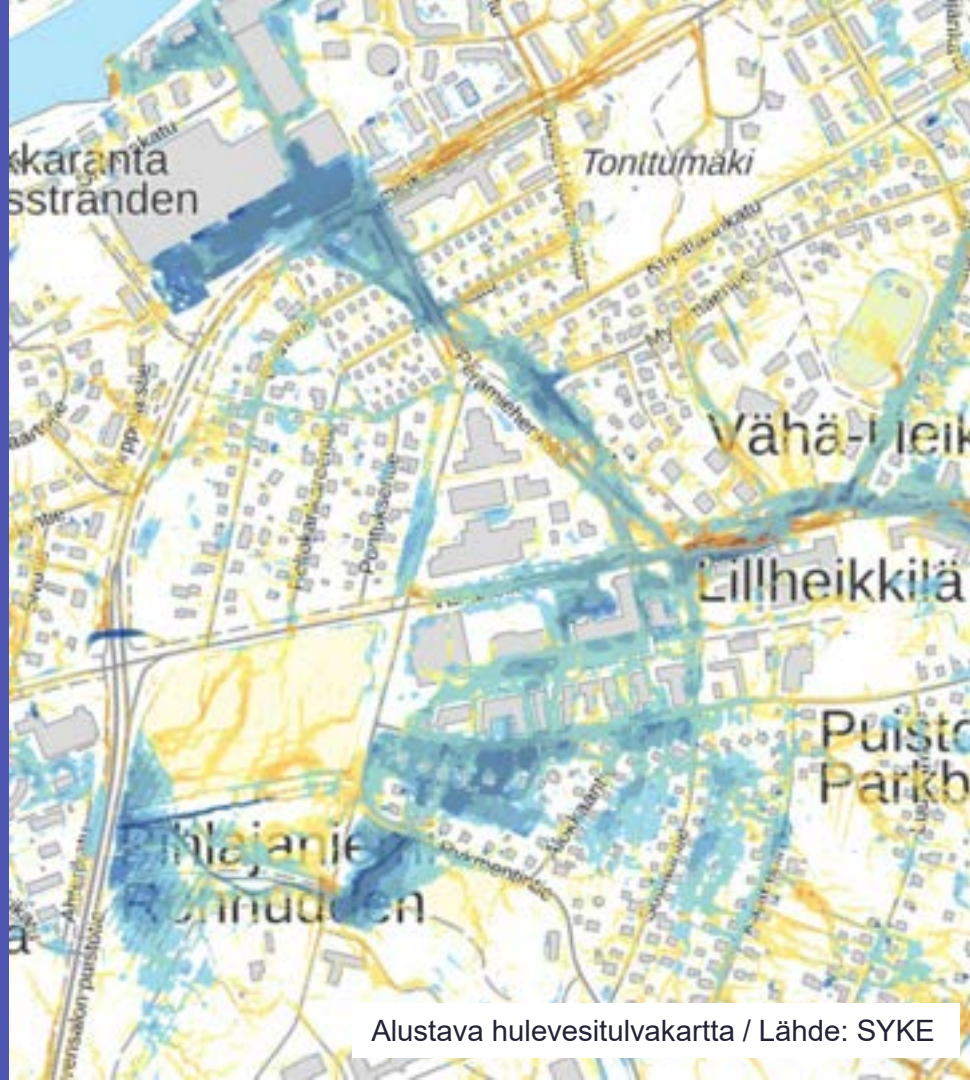
Meritulvavaara-alue
Alueelle ei suositella asuinrakentamista. Alueelle ei tule sijoittaa yhteiskunnan toiminnan kannalta merkittäviä tai haavoittuvia kohteita.

Pohjavesialue
Pohjavesialueella tapahtuvat toimenpiteet on suunniteltava ja toteutettava niin, etteivät ne heikennä pohjaveden laatua tai vähennä pohjaveden antoisuutta. Alueelle ei saa sijoittaa toimintoja, joista voi aiheutua pohjaveden pilaantumisaaraa. Pohjaveden muodostumisen turvaamiseksi puhtaast hulevedet on imeytettävä maaperään ja suositava läpäiseviä pintoja. Hulevedet on johdettava pois pohjavesialueille sijoituvilta liikennealueilta.



Tausta-aineistot

- Turun seudun alueellinen hulevesisuunnitelma (2014)
 - Suunnittelualue valuma-alueiden, ei kuntarajojen perusteella, mukana myös naapurikunnat. Yhteensä 213 km².
 - Valuma-alueittain nykytila, maankäytön muutokset ja niiden vaikutukset, toimenpide-ehdotukset ja yleiskaavamerkinnot.
- Yleispiirteinen hulevesitulvakartta
 - Topografiaan perustuva tulvamallinnus
 - Mahtava, monikäyttöinen aineisto
- Tulvakarttapalvelu, rannikon meritulva-alueet



Haasteet hulevesien hallinnassa

- Rakennetut, vanhat alueet
 - Tilan puute niin maanpinnalla kuin maan alla
 - **Mitä tehdään alueiden kanssa, joihin ei kohdistu rakentamispainetta?**
 - Kaupunkialueen täydennysrakentaminen
 - Olevan verkoston ympärille tiivistyvä kaupunki
 - Läpäisevien, maan varaisten ja vihreiden pintojen väheneminen
- **tulvariski kasvaa koko ajan**



Tulevaisuuden näkymiä haasteiden ratkaisemiseksi



Tietoon perustuvaa hulevesien hallintaa



- Ajantasainen verkostotieto tukee nopeaa päätöksentekoa ja auttaa ennakoimaan tulvatilanteita.
→ reaaliaikaisen tiedon merkitys kasvaa
- Tieto toimii mallintamisen perusteena
→ Simulointien avulla voidaan suunnitella tehokkaita, aluekohtaisia hulevesiratkaisuja ja arvioida niiden vaikutusta.
- Ratkaisujen parantuminen jatkuvan seurannan kautta: laatu, ylläpidettävyys, käyttäjäkokemukset

Valuma- aluepohjainen lähestymistapa

- Keskittyminen valuma-aluekohtaisiin ratkaisuihin, räätälöinti eri alueiden tarpeiden mukaan
- Tärkeää: paikalliset ekosysteemit, maaperän ominaispiirteet ja purkupaikkojen kapasiteetti
- Luontopohjaisten viivytyksratkaisujen lisääminen
- Mallintamisen avulla voidaan ymmärtää koko valuma-alueen toimintaa, mikä mahdollistaa kokonaisvaltaisen hulevesien hallinnan.





Asukkaat mukaan ”talkoisiin”

- Kun vedet pysyvät mahdollisimman pitkälti tonttien alueella, valuma-alue toimii tasapainoisemmin, eikä yleisille alueille keräänny liiallista vettä. Tämä tasapaino ehkäisee myös paikallisia kuivuusongelmia ja parantaa yleistä vesitasapainoa, mikä tukee ekosysteemien toimintaa ja vähentää tulvariskiä.
- Miten kaupungit voisivat paremmin tukea asukkaiden osallistumista hulevesien hallintaan? Ohjeistukset ja kannustimet luonnonmukaisiin ratkaisuihin.
- Asukkaiden panos paikalliseen hulevesien hallintaan on tärkeä osa kaupunkien ilmastosopeutumista

Sääntely vauhdittamaan muutosta





Paikallisella sääntelyllä merkittävä rooli

- Turun kaupungin uusi rakennusjärjestys on lausunnoilla, keskeisenä muutoksena tontin vihertehokkuutta koskeva 12 § on muutettu velvoittavaksi (sivi).
- →RESISTissä tunnistettu tarve valtakunnalliselle siville, jossa paikalliset ominaispiirteet otettaisiin paremmin huomioon
- Työmaavesien osalta uuteen rakennusjärjestykseen on kirjattu, että työmaille tulee laatia työmaavesisuunnitelma, joka liitetään osaksi työmaasuunnitelmaa.
 - työmaavesien parempi hallintaa edellyttää suunnitelmallisuutta
 - Turun amk:lla rahoitus työmaavesikoulutuksen pilotointiin, tilaajien rooli korostuu
- Lisäksi kohdennettujen viivytyks- ja laatumääräysten suunnittelu kaavoihin lisääntynee



Uusi jätevesidirektiivi

- Hulevesien hallinnan näkökulmasta merkittävin kirjaus löytyy 5 artiklasta:

Kokonaisvaltaiset yhdyskuntajätevesien hallintasuunnitelmat

- 1. Jäsenvaltioiden on varmistettava, että taajamille, joiden avl on vähintään 100 000, laaditaan kokonaisvaltainen yhdyskuntajätevesien keräysalueiden hallintasuunnitelma viimeistään 31 päivänä joulukuuta 2033.*
- 5. Kokonaisvaltaisiin yhdyskuntajätevesien hallintasuunnitelmiin on sisällytettävä vähintään liitteessä V esitetyt tiedot, ja niissä on asetettava etusijalle vihreät ja siniset infrastruktuuriratkaisut aina, kun se on mahdollista.*

Turussa sekaviemäreitä on korvattu erillisviemäreillä vitkaan. Viime vuonna 56 kilometrin mittaista yksiviemäriverkkoa saatiin uudistettua kilometrin verran. Hitautta perustellaan kuinkas muuten rahapulalla. TS.Pääkirjoitus 8.8.2013

Ennallistamisasetuksen toimeenpanon ensimmäinen vaihe on suunnittelu



Kuva: Minna Kivimäki

- Asetuksen toimeenpanoa varten laaditaan kansallinen ennallistamissuunnitelma, jossa muun muassa määritellään keinot asetuksen tavoitteiden saavuttamiseksi. Kansallisen ennallistamissuunnitelman on määrä valmistua kahden vuoden kuluessa asetuksen voimaantulosta.
- Mitä tarkoittaa hulevesien näkökulmasta?
Kaupunkivihreän osuutta ja latvuspeitteisyyttä koskevilla tavoitteilla pyritään parantamaan luonnon monimuotoisuuden lisäksi ilmastomuutokseen sopeutumista. Kaupunkiympäristöissä pyritään lisäämään varjostusta ja haihtuvuutta sekä esimerkiksi sade- ja tulvavesien imeytyspintoja (ympäristöministeriö)

Kohti kestävämpää hulevesien hallintaa Turussa

- Kestävä, luonnonmukainen ja räätälöity lähestymistapa
 - Tiedon hyödyntäminen ja lainsäädännön muutoksiin valmistautuminen
- Kaupungin ja sidosryhmien yhteistyön vahvistaminen
 - Kerran 100 vuodessa sateiden yleistyminen – prioteettien, rahoituksen ja toiminnan muutos



Kuva: Anna Räisänen

Kirstinpuisto



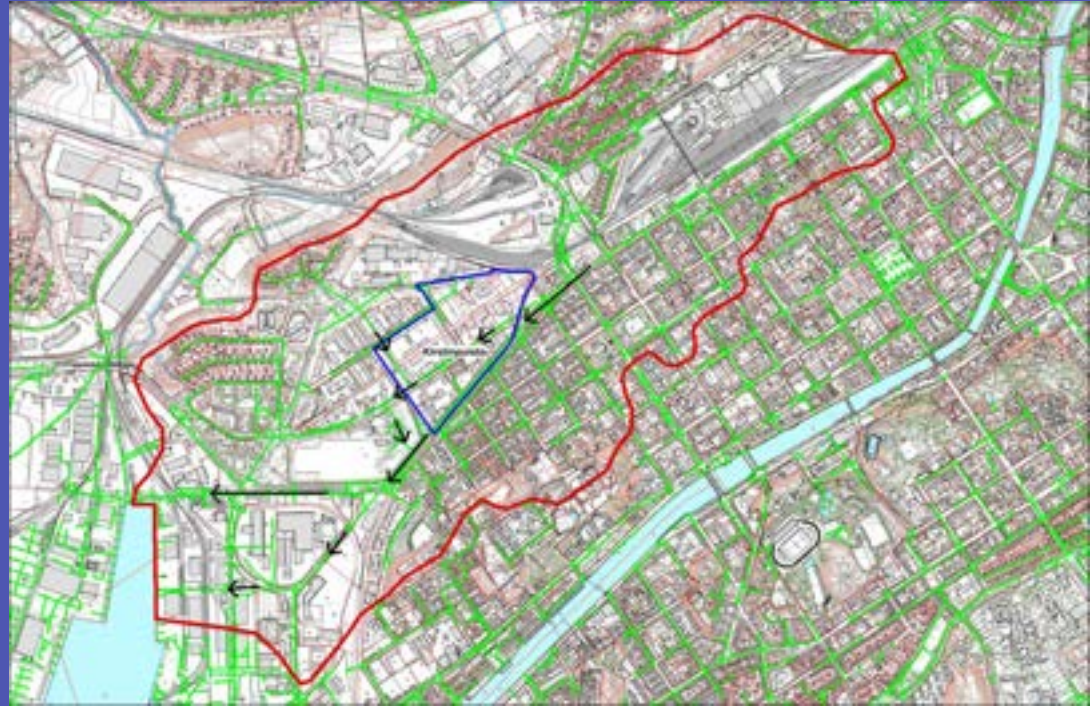
- Asuinkerrostalojen korttelialue, liike- ja toimitiloja
- 3400 uutta asukasta, työpaikkoja 400-500
- Yhteensä n. 200 000 k-m²
- Keskustan laajenemisaluetta
- Vanhaa pienteollisuus- ja varastoaluetta



Haasteet



- Alue hyvin tasainen ja lähellä meren pinnan tasoa > merivettä hulevesiputkissa
- Olemassa olevien putkien kapasiteetti jo käytössä
- Maaperä savea ja täyttömaata
- Pilaantuneita maita
- Laaja valuma-alue, 1,7 km² yläjuoksun puolella
- Valuma-alueella monta suurta maankäytönmuutoshanketta -> hulevesien määrä lisääntyy entisestään



Kirstinpuisto



Kuvat: Matilda Laukkanen



Kiitos!

Minna Kivimäki

minna.kivimaki@turku.fi

0449072176



HULEVESIEN HALLINTA SAARISTOMEREN VALUMA- ALUEELLA



SAARISTOMERI-OHJELMAN TOIMEENPANO - VALONIA / VARSINAIS-SUOMEN LIITTO

- Varsinais-Suomen liitto ja Valonia VARELY-keskuksen yhteistyökumppaneina edistää Saaristomeren maatalouden vesiensuojelun -tiekartan toimeenpanoa
- Edistää rahoitusten saamista alueelle aktivoimalla ja kehittämällä Saaristomeren alueen vesienhoidon ja vesistökunnostusten sidosryhmyötä.
 - Erityisesti kuntien aktivointia vesien- ja merenhoidon toimenpiteisiin
- Keskeisenä tehtävänä maa- ja metsätalouden vesienhallinnan toteutukseen, vesistökunnostuksiin sekä hankeaktivointiin liittyvä verkostotoiminta ja viestintä.
 - Lisäksi toimintaa on kohdennettu erityisesti Paimionjoen, Aurajoen valuma-alueille ja Kemiönsaaren kuntaan, joilla on kaikilla omat valuma-aluekoordinaattorit.
- Tavoitteena saada käynnistettyä lisää ja vaikuttavimpia hankkeita Saaristomerellä ja valuma-alueella.
- Työ kytkeytyy Varsinais-Suomen vesistökunnostusverkostotoimintaan



HULEVEDET JA SAARISTOMERI-OHJELMA



- Saaristomeren tilan parantamisessa pääpaino on maatalouden ravinnekuormituksen vähentämisessä.
- Kuitenkin kaikkea kuormitusta on vähennettävä, kirjaus Saaristomeri-ohjelmassa:
 - ” Toimintavarmuuden ja käsittelyn laadun varmistamisen edellyttäminen kuntien hulevesien käsittelyssä siten, että käsittelemättömän jäteveden ylijuuksutukset vesistöihin vähenevät murto-osaan ja ravinteiden talteenotossa päästään kaikkialla parhaiden käytäntöjen tasolle.”
 - Myös ilmastonmuutokseen sopeutuminen kuten tulvien hallinta.

KUNTIEN HULEVESIHANKE VARSINAIS-SUOMESSA

- Pienten taajamien vesistölähtöiset hulevesiratkaisut-hanke
 - 1.8.2024-15.7.2025
 - Rahoitus YM Ahti-ohjelman Haitalliset aineet hallintaan-teema
- Tavoitteena on lisätä Varsinais-Suomen alueen kuntien (27 kpl) yhteistyötä hulevesien hallinnassa ja siten vesiensuojelussa. Vaikuttaa erityisesti Saaristomeren valuma-alueella.
- Hankkeen kautta tarjotaan koulutusta ja asiantuntija-apua kuntien työntekijöille ja päättäjille.
- Lisäksi tuetaan kuntia erilaisissa käytännön kokeiluissa hulevesien hallinnassa
- Sekä hulevesiin liittyvässä viestinnässä
- Kunnille tarvekysely lokakuussa, joiden pohjalta toimintaa suunnitellaan.

HANKE JOO, MUTTA MIKSI?

- Valonian käymissä kuntakeskusteluissa erityisesti pienten kuntien taajamien osalta on noussut keskusteluihin se, että tarvitaan lisää yhteistyötä hulevesien hallinnan osalta.
 - Vain hulevesiin liittyviä tapaamisia, tapahtumia ja verkostoitumista alueellisesti hyvin vähän.
 - Tuodaan uutta ja ajantasaista tutkimustietoa kuntien saataville sekä kannustetaan erilaisiin kokeiluihin.
- Varsinais-Suomen kuntien taajamat ovat jonkin vesistön tai pienveden varrella. Hulevesien vesistölle haitalliset vaikutukset on tärkeä ottaa huomioon.
 - Erityisesti taimenpurot korostuvat Varsinais-Suomessa Saaristomeren valuma-alueella.
- Kuntien mahdollisuudet vaikuttaa vesiensuojeluun ovat usein hulevesissä ja vaikutukset näkyvät erityisesti lähivesistöissä.
- Nopea kysely kuntiin kesäkuussa ja uudestaan 15.10.-1.11.2024. Vastausten perusteella suunnitellaan hankkeen toimintaa.

MIKÄ KUNTIA KIINNOSTAA?

- Kyselyyn vastasi 18/27 kunnasta, joista 17 kiinnostunut teknisestä asiantuntijatuesta ja 12 viestintäkokeilusta.
- Mihin ”tekniistä asiantuntijatukea halutaan” mitä kunnassa haluttaisiin ottaa käyttöön hulevesien paremman hallinnan edistämiseksi:
 - Hulevesiohjelman laatiminen tai päivittäminen
 - Luontopohjaisten rakenteiden suunnittelu vesistöjen varsille päättyviin hulevesiverkostoihin
 - Avuomien kunnostaminen luonnonmukaisin menetelmin hillitsemään hulevesitulvia ja lisäämään monimuotoisuutta
 - Lisätietoja hulevesiverkoston lisättävistä ratkaisuista kuten kaivopuhdistamot tai suodattimet avo-ojiin
 - Vaikka vain muutama esimerkiksi halusi apua kunnan sisäisen hulevesityöryhmän perustamiseen niin tämä on toisaalta tärkeä jatkuvuuden turvaamiseksi.
- Viestintä, mistä kunnissa haluttaisiin viestiä hulevesiin liittyen:
 - Halutaan viestiä nimenomaan asukkaille ja verkostoliittyjille
 - Infografiikkaa jaettavaksi kuntalaisille: mitä ovat hulevedet?
 - Eniten viestintä kannatusta sai yhteistyötä koulujen kanssa roskaantumisen ehkäisemiseksi ja roskien siivoamiseksi, esimerkiksi hulevesiluento, teemapäivä tai pieni oppimateriaali
 - Mutta ei kaivotarroille, ei yleisöseminaareja tai osallistumista muihin yleisötapahtumiin aiheen kanssa

Kiitos!



Elsi Laine
vesiasiantuntija
elsi.laine@valonia.fi



Katariina Yli-Heikkilä
ympäristöasiantuntija
katariina.yli-heikkila@valonia.fi

Tilaa uutiskirjeEmme!



Valonia.fi/uutiskirje



@valonia_keskus



@valonia.fi



@valoniakeskus

Haitallisista aineista ravinteisiin - tutkimustuloksia hulevesien laadusta

Riikka Vainio
Turun ammattikorkeakoulu
14.11.2024 Edacity

Huleveden laatuun vaikuttavaa kuormitusta tulee kaikkialta

Kuormituksen laatuun vaikuttavat mm. maankäyttö, rakennuskanta, liikenteen määrä, alueella harjoitettava toiminta, maaperän laatu, ilmalaskeuma...

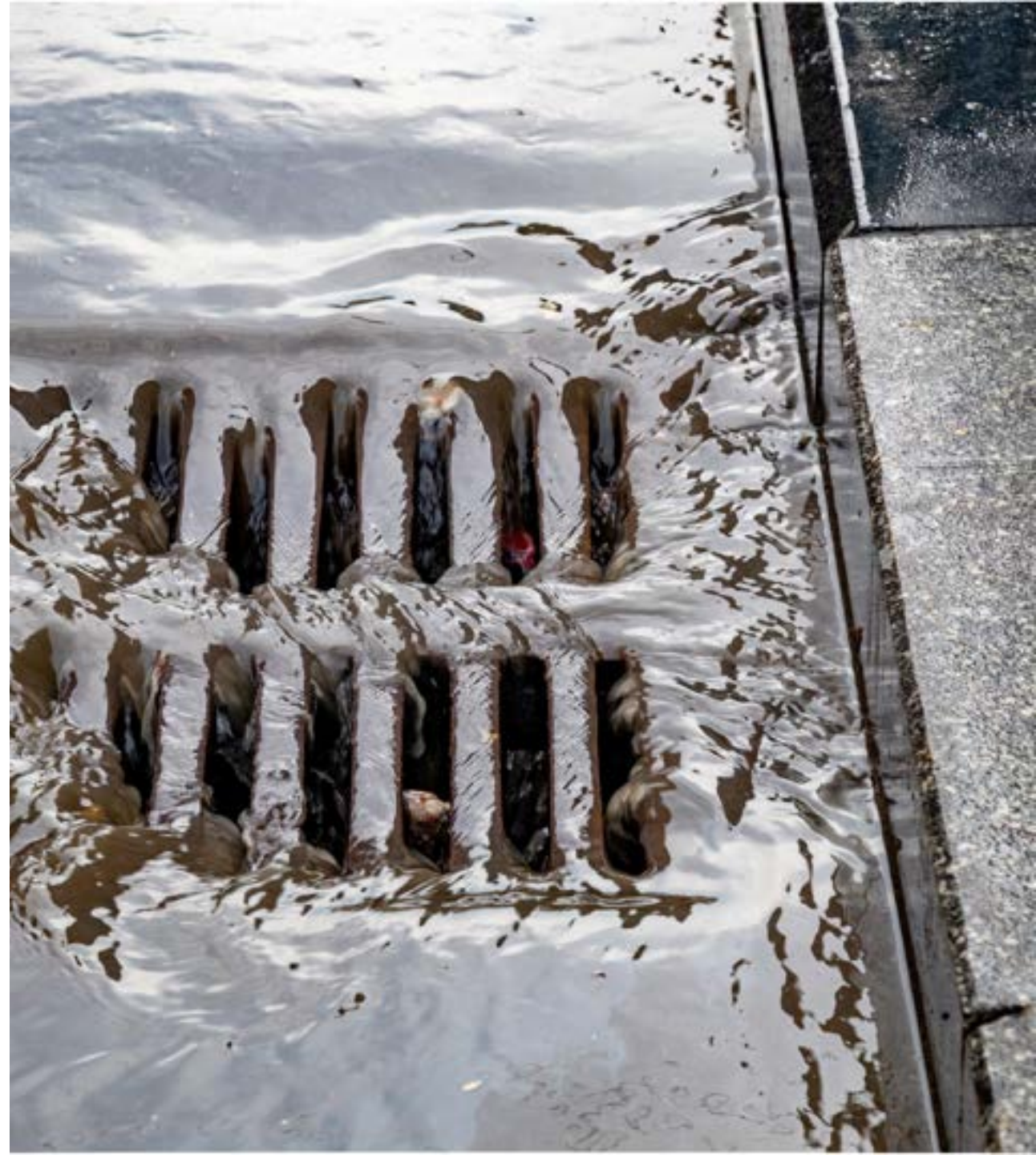
Aiempia tuloksia hulevesien laadusta: Ravinteet Turun alueella

Fosforikuormitus kaupunkialueelta per neliökilometri on samaa luokkaa kuin maatalouden käytössä olevilta alueilta

- Fosforipitoisuus on tyypillisesti Turun alueen hulevesissä 100-400 µg/l

Typen määrät hulevesissä ovat yleisesti kohtuulliset

- Paikallisesti hulevesissä voi kuitenkin olla korkeita pitoisuuksia esimerkiksi jätevesivuotojen yhteydessä



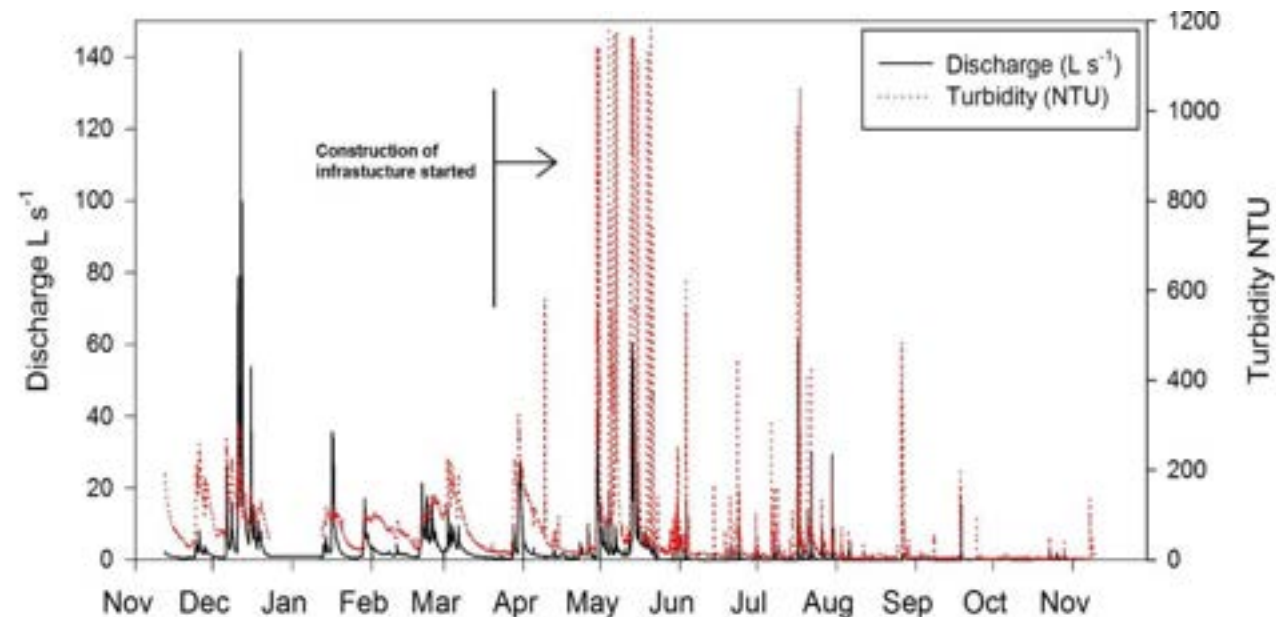
Aiempiä tuloksia hulevesien laadusta: Työmaiden hulevedet

Työmaavesissä runsaasti kiintoainesta:
lyhytaikaisenkin työmaan kiintoainekuormitus
voi vastata 10 vuoden kuormitusta valmiiksi
rakennetulta alueelta.

Myös työmaiden hulevesien **pH:ssa** voi olla
suuria vaihteluita

Työmaavesistä on löydetty myös **haitta-aineita**,
kuten

- PAH-yhdisteitä, metalleja, PCB:itä ja
PBDE:itä (bromattuja palonestoaineita)



Aiempia tuloksia hulevesien laadusta: **Haitalliset aineet hulevesissä**

Kaupunkialueen hulevesistä on havaittu mm.
PAH-yhdisteitä, öljyjä, raskasmetalleja

(erityisesti Zn, Pb, Cu, Cr) ja PFAS-yhdisteitä

- Lähteinä (luultavasti) esimerkiksi liikenne ja rakennusmateriaalit

Monien haitallisten aineiden pitoisuuksista hulevesissä on kuitenkin vain vähän tietoa



Interreg
Baltic Sea Region



Co-funded by
the European Union



SUSTAINABLE WATERS

NonHazCity 3

Rakennusmateriaalien haitalliset aineet hulevesissä: NonHazCity3-hanke



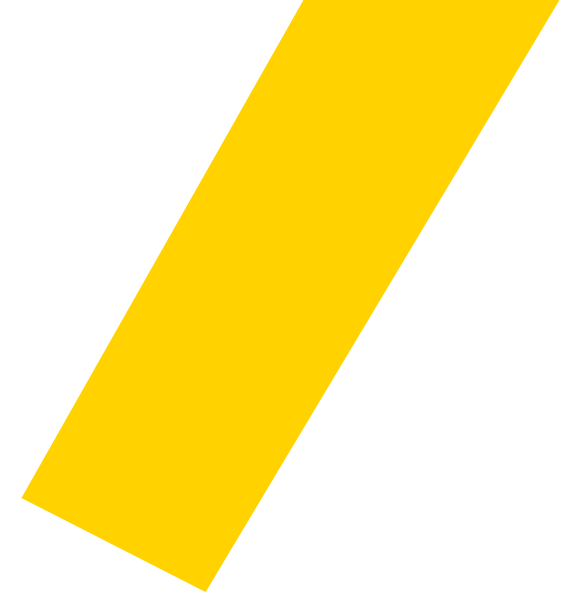
Rakennusmateriaalien haitalliset aineet

Rakennusmateriaaleissa esiintyviä ja niistä irtoavia haitallisia aineita ovat mm.

- **Säilöntäainebiosidit sekä erilaiset ulkopintojen biosidikäsittelyt**
- **Erilaiset palonestoaineet**
- **PFAS-yhdisteet ja fluoropolymeerit**
- **Ftalaatit**

Edellä mainittuja on löydetty eurooppalaisista hulevesistä*

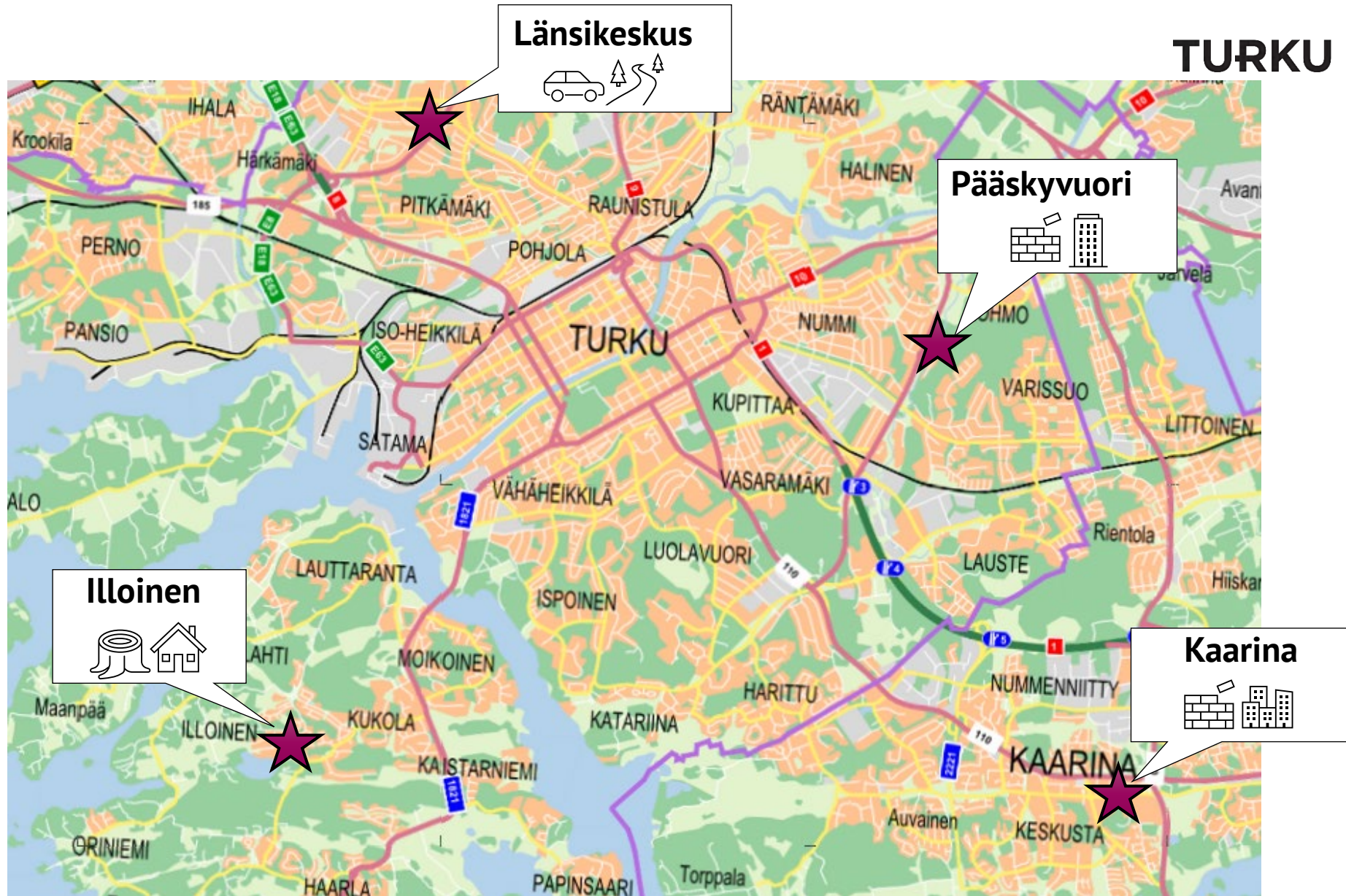
Suomesta monien aineiden esiintymisestä hulevesissä ei ole lainkaan tietoa



**Tutkimme osana NonHazCity3 -hanketta
ulkorakennusmateriaalien sisältämien haitallisten
aineiden esiintymistä hulevesissä**



TURKU AMK

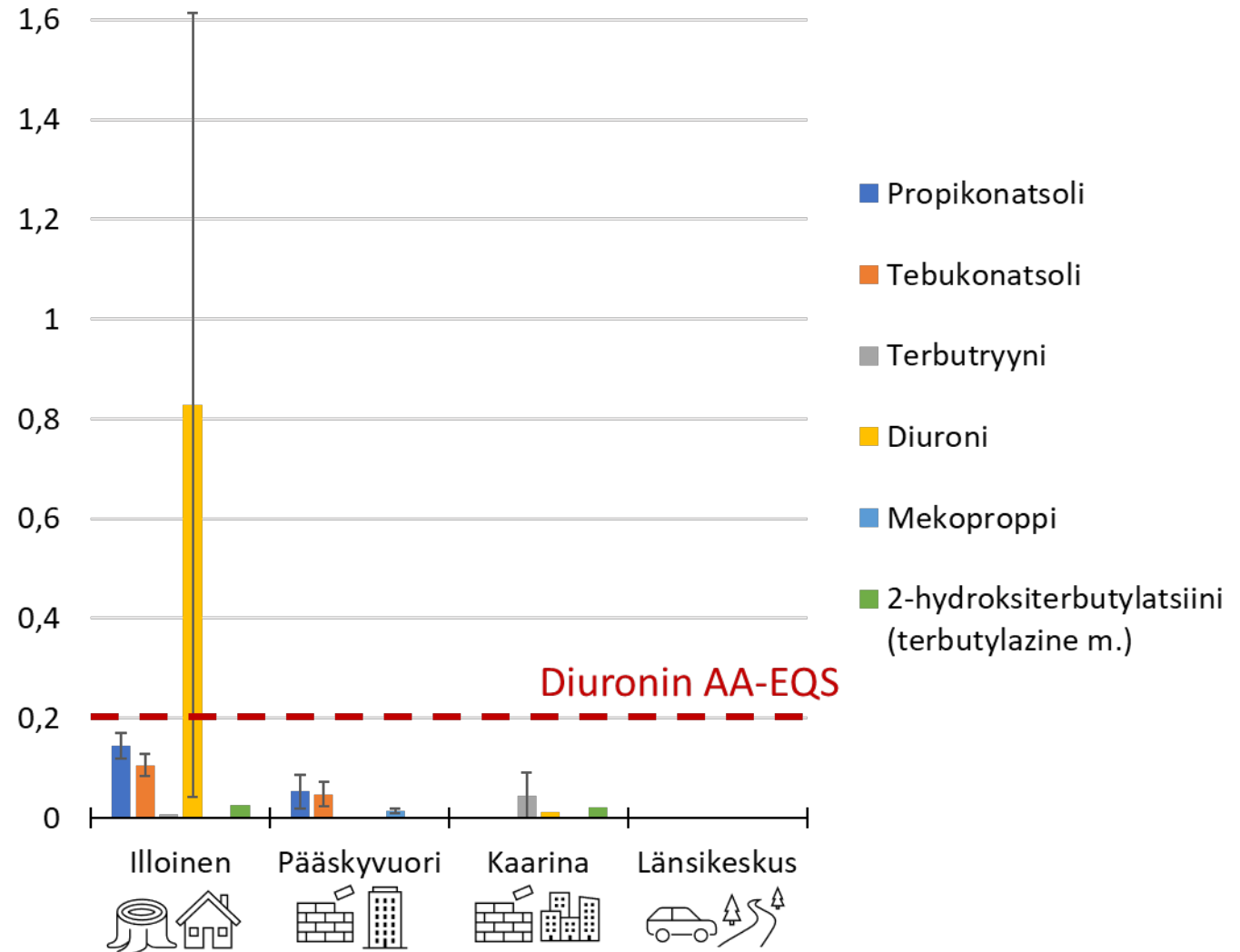


Tulokset: torjunta-aineet

Rakennusmateriaaleissa käytettävien torjunta-aineiden pitoisuudet olivat suurimmat puutalovaltaisella alueella

- Diuronin keskipitoisuus puutaloalueella ylitti aineen nykyisen AA-EQS arvon (0,2 µg/l), minkä lisäksi yhden näytteen pitoisuus ylitti MAC-EQS arvon (1,8 µg/L)

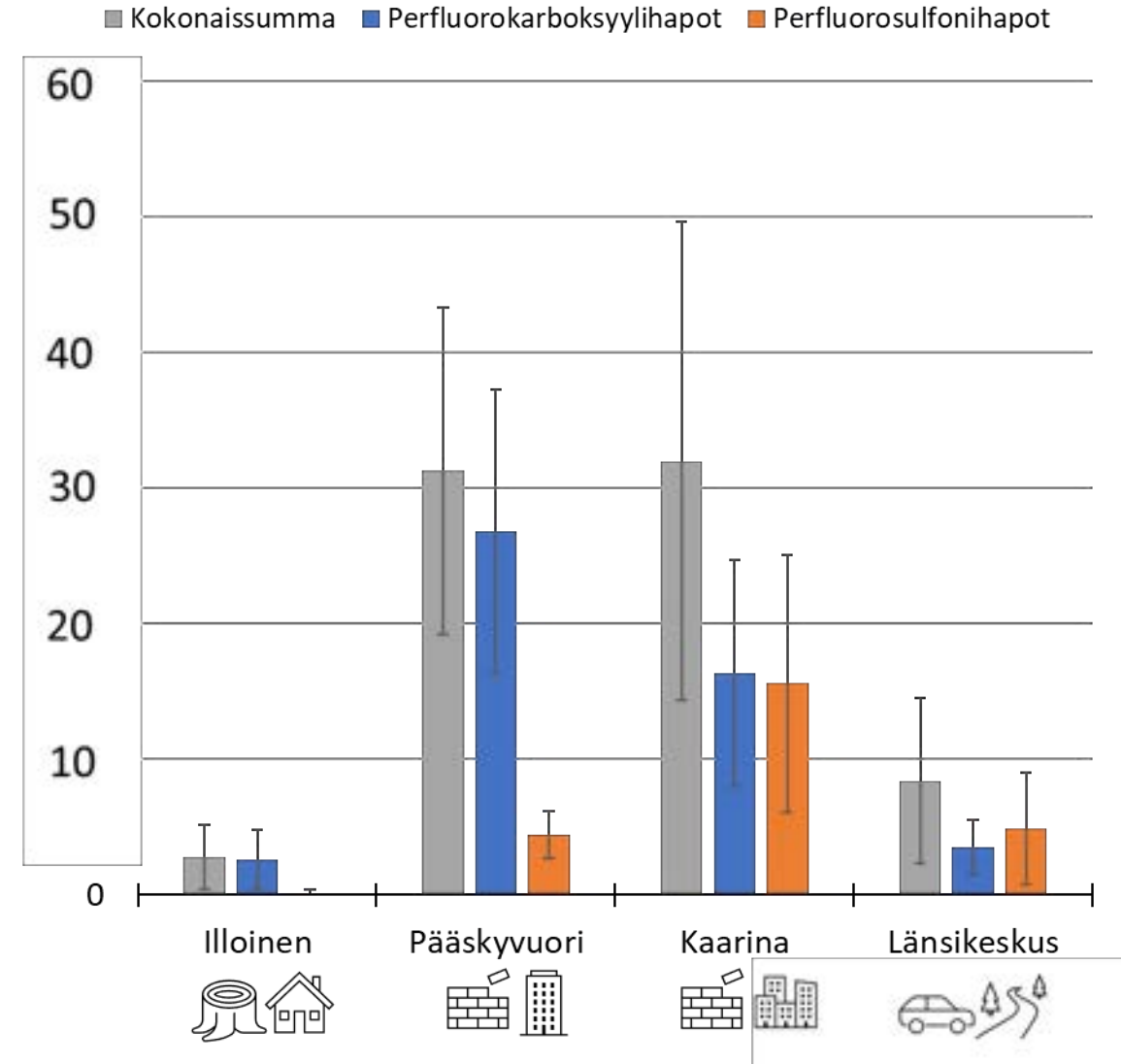
Kontrollialueelta (ei rakennuksia) ei löytynyt mitään torjunta-aineita



Tulokset: PFAS-yhdisteet

Puutalovaltaiselta alueelta löytyi vähemmän PFAS-yhdisteitä kuin muilta alueilta

- PFAS-yhdisteitä löytyi myös kontrollialueelta: mahdollinen liikenteen ja ilmalaskeuman vaikutus?



Yhteenveto

Tuloksien perusteella vaikuttaa, että alueella käytetyt rakennusmateriaalit vaikuttavat myös alueen hulevesien haitta-ainekuorman laatuun

- Puutaloalueella enemmän biosidejä ja vähemmän PFAS-yhdisteitä (?)
- Metallien pitoisuuksissa ei juurikaan eroja tutkimusalueiden välillä → metalleja pääsee hulevesiin luultavasti suurempia pitoisuuksia muista lähteistä kuin rakennusmateriaaleista
- Joistakin näytteistä löytyi myös ftalaatteja ja organofosforiyhdiste TCPP:tä

Lisää tuloksia (myös muilta hankekumppaneilta) raportista [*Occurrence of substances of concern in Baltic Sea Region buildings, construction materials and sites*](#)

Occurrence of substances of concern in Baltic Sea Region buildings, construction materials and sites



NHC3 GoA2.1. Deliverable D.2.1

June 2024



Interreg
Baltic Sea Region



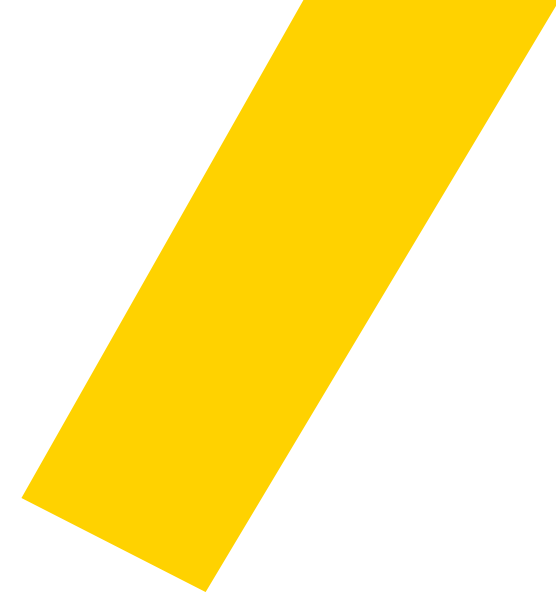
Co-funded by
the European Union

 SUSTAINABLE WATERS
EMPEREST

PFAS-yhdisteet Turussa: EMPEREST-hanke

PFAS-yhdisteet

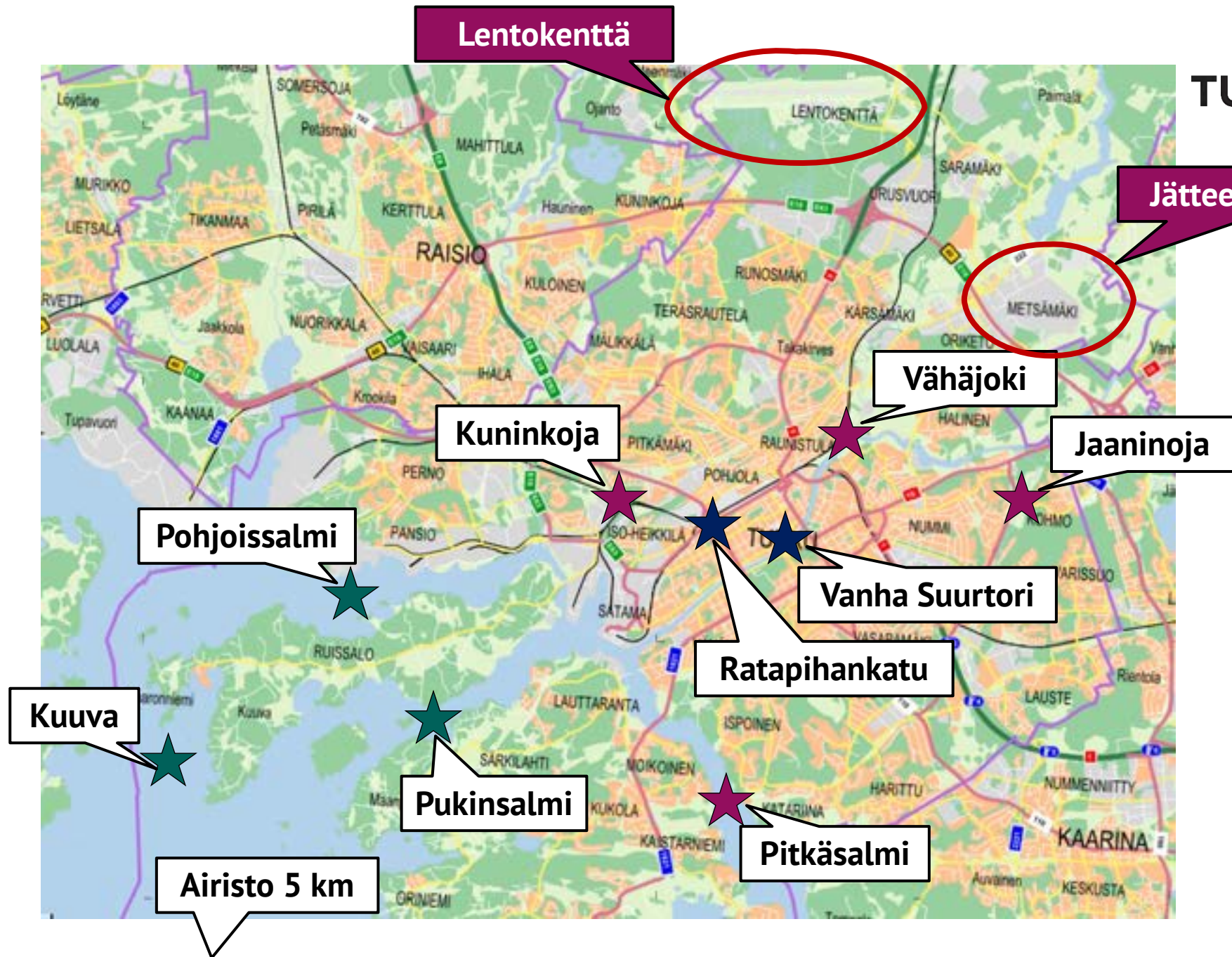
- PFAS-yhdisteet ovat ihmisen valmistamia fluoria sisältäviä hiiliyhdisteitä
 - Niitä käytetään mm. sammutusvaahdoissa, voiteluaineissa ja hydraulikkaneesteissä ja erilaisissa tuotteissa lisäämässä veden, rasvan ja lian hylkivyyttä
- **PFAS-yhdisteet ovat olleet käytössä vuosikymmeniä ja levinneet laajalle ympäristöön**
- PFAS-yhdisteet ovat ympäristössä **erittäin pysyviä** ja ne voivat mm. **aiheuttaa syöpää, haitata lisääntymistä ja häiritä hormonitoimintaa**
 - Jotkut PFAS-yhdisteet kertyvät elimistöön
 - Monien PFAS-yhdisteiden terveysvaikutuksia ei tunneta



**Tutkimme osana EMPEREST-hanketta
PFAS-yhdisteiden esiintymistä ja pitoisuuksia
Turun hulevesissä, kaupunkipuroissa ja rannikolla**



TURKU AMK



Lentokenttä

Jätteenkäsittely

Vähäjoki

Jaaninoja

Kuninkoja

Pohjoissalmi

Kuuva

Pukinsalmi

Airisto 5 km

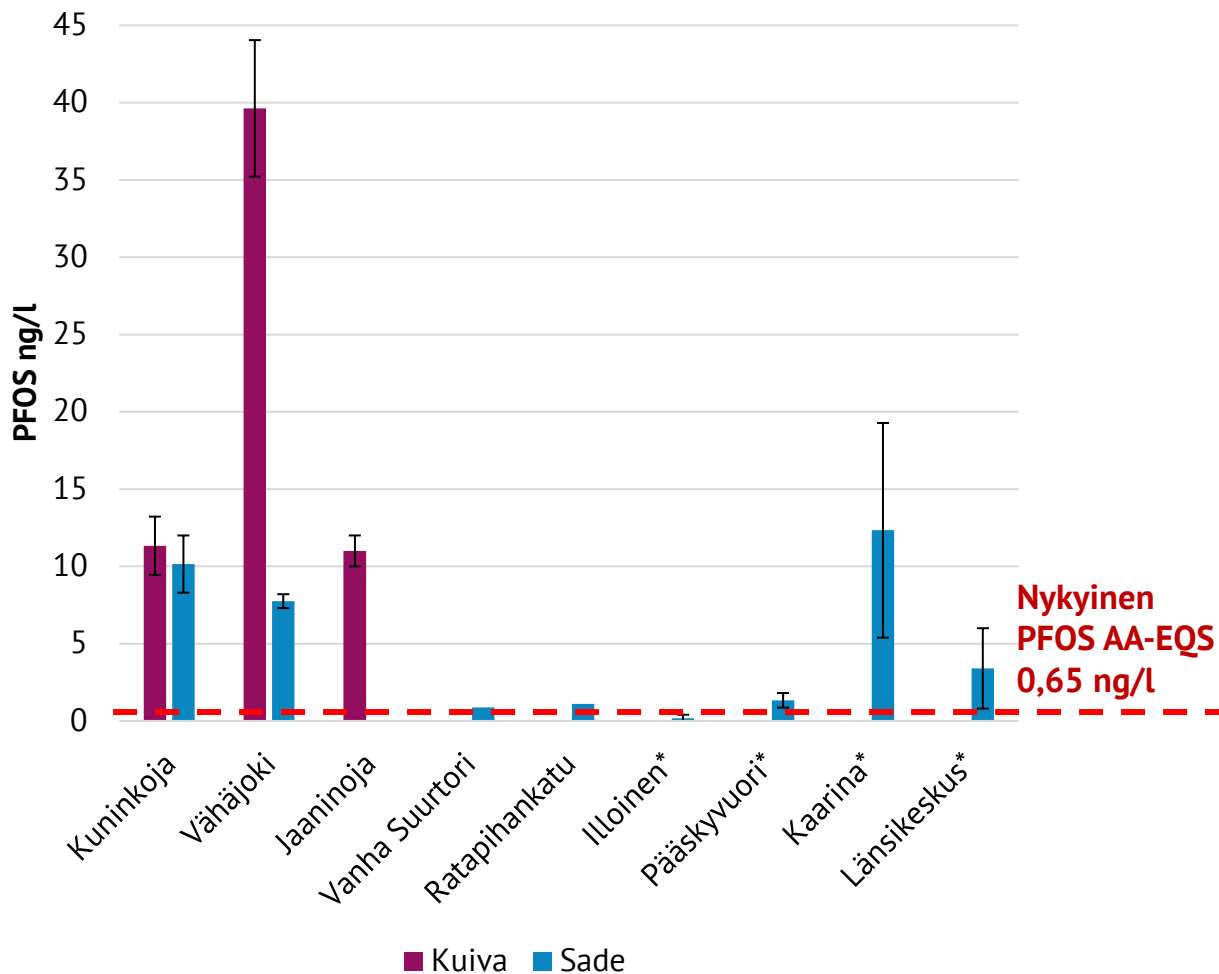
Ratapihankatu

Vanha Suurtori

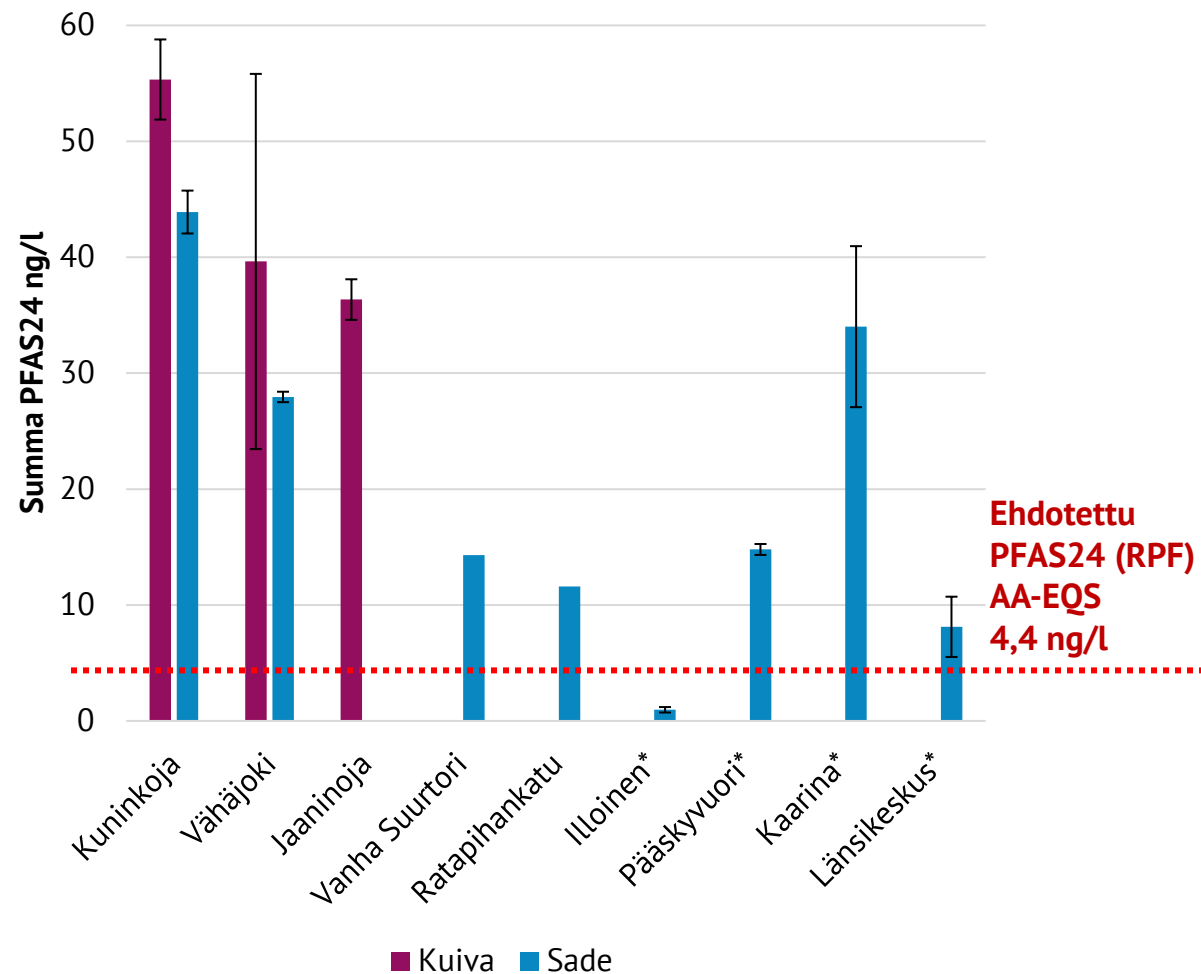
Pitkäsalmi

PFAS-pitoisuudet hulevesissä ja kaupunkipuroissa

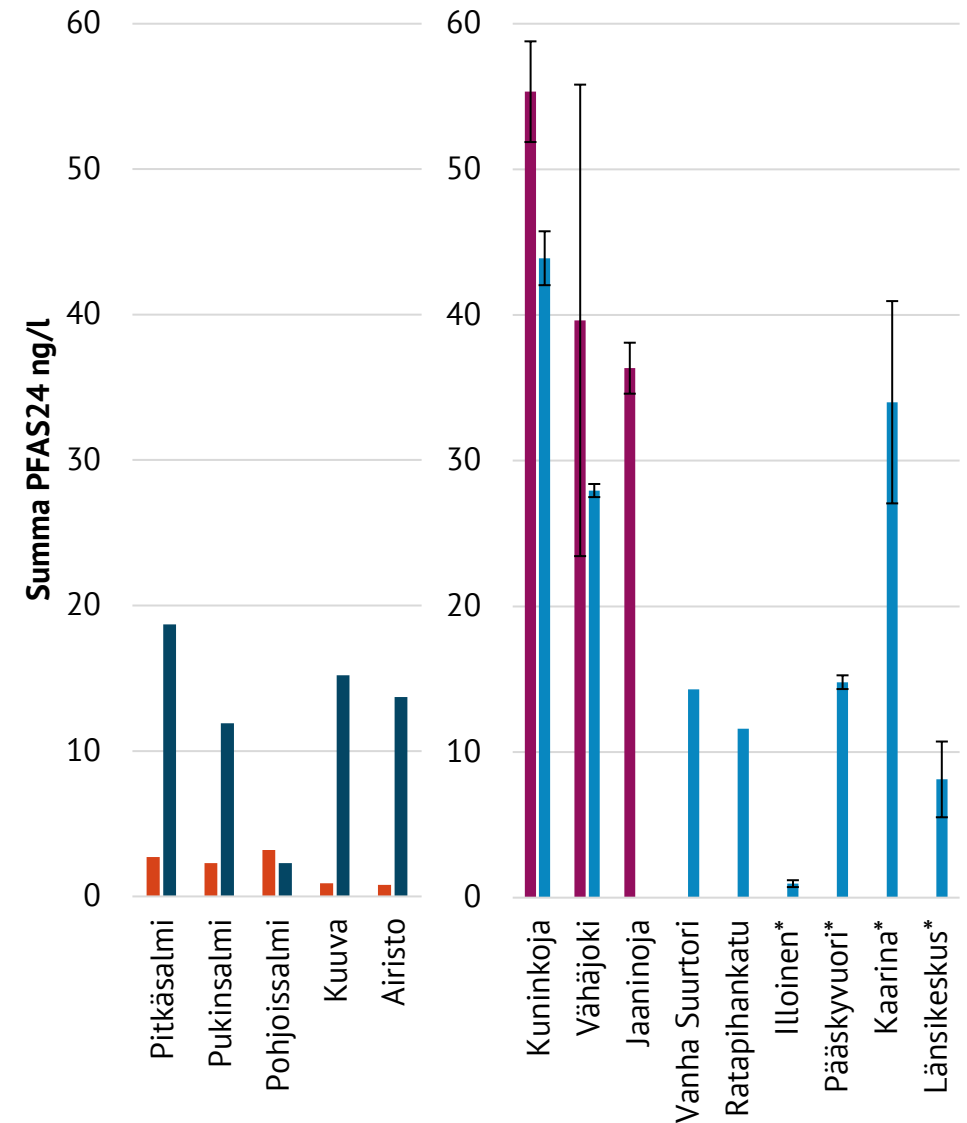
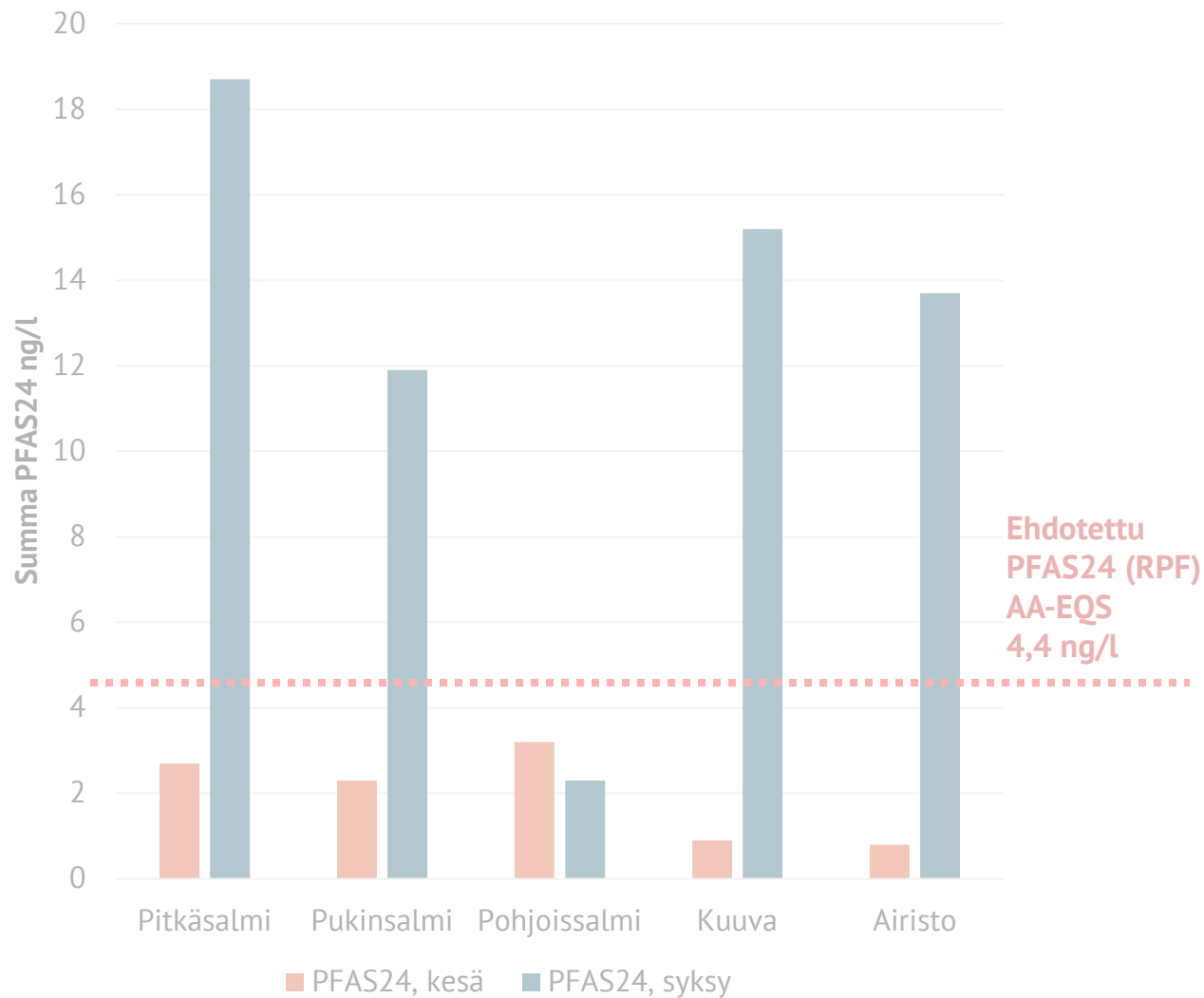
PFOS



PFAS24 (toksisuusekvivalentteina)



PFAS-pitoisuudet merivedessä



PFAS-yhdisteitä vaikuttaa olevan kaikkialla

Vaikka tiedossa on joitain merkittäviä kuormittajia, suuri osa kuormituksesta tulee tuntemattomista lähteistä

- Aineiden pysyvyyden takia PFAS-yhdisteet kertyvät hiljalleen ympäristöön
- Näytteistä löytyi myös lainsäädännöllä rajoitettuja aineita: edelleen käytössä, vanhaa ympäristökuormaa vai muiden PFAS-yhdisteiden muuntumista?

Tuloksien avulla on tarkoitus arvioida Turun kaupunkialueen PFAS-yhdisteiden kuormitusta.

Kiitos



Interreg
Baltic Sea Region



Co-funded by
the European Union



SUSTAINABLE WATERS

EMPEREST

Interreg
Baltic Sea Region



Co-funded by
the European Union



SUSTAINABLE WATERS

NonHazCity 3

Hulevesien laatuun vaikuttavat rakenteet

Piia Leskinen, Turun ammattikorkeakoulu 14.11.2024, Educuity



Pitääkö hulevesiä puhdistaa vai ei?

- Jätevedenpuhdistamolle, suoraan vesistöihin vai luontoon?
- Ei olemassa raja-arvoja tai lainsäädäntöä
- Kuinka merkittävää on kuormitus esim. Maatalouteen verrattuna?
- Kuitenkin vesistöt pitäisi saada hyvään kuntoon ja kaupunkivihreääkin halutaan...



Mihin hulevesien puhdistus perustuu?

- Mekanismeja joilla aineita siirtyy pois hulevedestä

- Laskeutuminen
 - Vain riittävän massan omaavaan kiintoaineeseen sitoutuneet yhdisteet
 - Vaatii virtaaman hidastumisen ja sedimentoitumistilan, josta aine ei enää virtaa edelleen
- Maahan imeytyminen veden mukana (→ siirtyy pohjaveteen?)
- Haihtuminen
 - Vain helposti haihtuvat yhdisteet sopivalla säällä
 - Mikrobitoiminta voi tuottaa haihtuvia yhdisteitä (esim. $\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2$)
- Fysikaalinen suodattuminen kiintoaineen koon perusteella

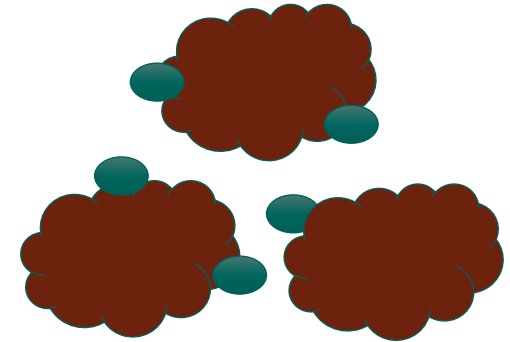


Mihin hulevesien puhdistus perustuu?

- Mekanismeja joilla aineita siirtyy pois hulevedestä

Adsorptio esim. hiekka/orgaaninen aines/ biohiili/ kasvit

- Tarttuminen pintaan kemiallisten sidosten tai fysikaalisten voimien vaikutuksesta
- Kemiallinen sitoutuminen spesifistä ja vahvempaa kuin fysikaalinen
- Kasvit ja mikrobit voivat myös aktiivisesti “pumpata” aineita sisälleen
- Sitoutumiseen vaikuttavat myös ympäristöolosuhteet mm. pH ja happipitoisuus
- Tarttumapinta-alan suuruus vaikuttaa suoraan puhdistustehokkuuteen
- Biohiiliä on erilaisia: raaka-aine, valmistustapa ja -lämpötila vaikuttavat olennaisesti adsorptiokykyyn (mm. pinta-ala, kationinvaihtokyky, haitta-aineiden pitoisuus)



Mihin hulevesien puhdistus perustuu?

- Mekanismeja joilla aineita hajooa

- Biohajoaminen (ja kemiallinen hajoaminen)
 - Hapetus-pelkistysreaktiot, hydrolyysi
 - Monivaiheinen prosessi, vaatii usein ketjun eri organismien suorittamia hajoamisreaktioita
→ monimuotoisuus edistää
 - Vaatii yleensä happea
 - Lämpötila
 - Vaatii riittävästi aikaa
- Hajoaminen UV –säteilyn vaikutuksesta
 - Merkitystä lähinnä kesäisin hulevesialtaiden pintakerroksessa, jossa valoa on riittävästi



”

TURKU AMK 

**Laadun hallintaan
päästään, kun
luodaan otolliset
olosuhteet yhteen tai
useampaan
edellisistä!**



Laskeutusaltaat

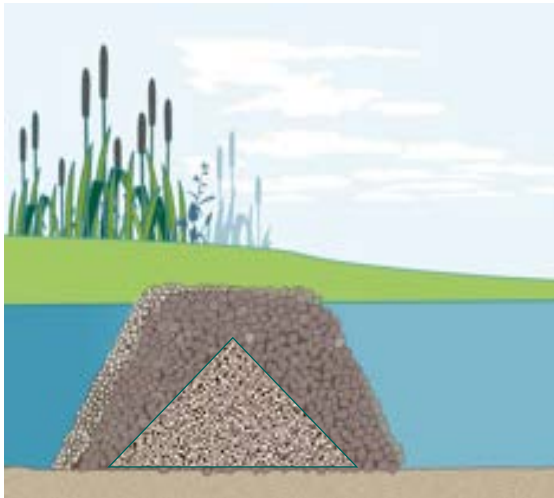
- Laskeutusaltaassa pyritään optimoimaan kiintoaineen laskeutuminen (ja minimoimaan sen uudelleen liikkeelle lähtö suurilla virtaamilla)
- Riittävä mitoitus (viipymä) suhteessa valuma-alueen kokoon on ratkaisevaa toiminnan kannalta, myös pitkänomainen muoto
- Savimailla toimivuus kyseenalaista, voi kuitenkin toimia jollain tavoin jos riittävä mitoitus, onnistunut hydraulinen suunnittelu ja säännöllinen tyhjennys
- Toimintaa voidaan tehostaa käyttämällä suotopatoa purkurakenteena



Suotopadot

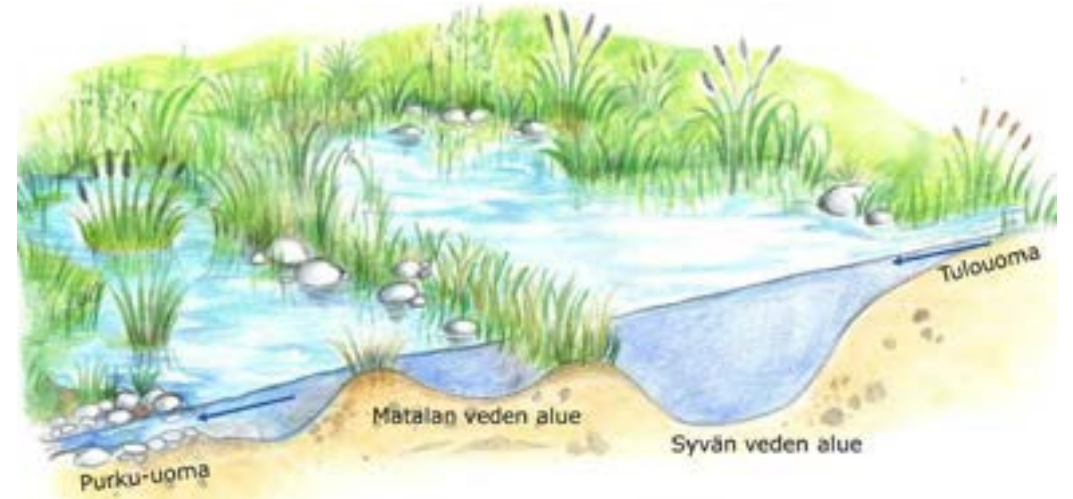
- Varsinaisena suodatinmateriaalina voidaan käyttää hiekkaa, aktiivihiiltä ja tai väliaikaisissa ratkaisuisa esim. Puu- tai kasvisainesta
- Toimintaa voidaan tehostaa esim. Ferrosulfaatilla, kalkilla tai muulla aktiivisesti reagoivalla aineella
- Suotopatojen teho jää usein heikoksi, vähäisen viipymän, ohivirtaamien ja tukketumisen takia

Kuvat: WEE-tutkimusryhmä



Kosteikot

- Kosteikko eroaa laskeutusaltaasta siinä, että siinä on pyritty maksimoimaan monipuolinen biologinen toiminta
- Kosteikkojen toiminnassa olennaista on riittävä koko suhteessa valuma-alueeseen (ts. Viipymä)
- Tulvaniitty –tyylisillä eritasoratkaisuilla voidaan tasata huippuvirtaamia, välttää seisovia vesilammikoita alivirtaamalla ja savimailla tulvaniittykasvillisuuden on todettu toimivan hyvin myös kiintoaineen pidätyksessä



Lähde: Hulevesien laatu/Kuntaliitto, piirros: Ramboll
Taru Mäkiranta 2022



Biosuodatusalueet

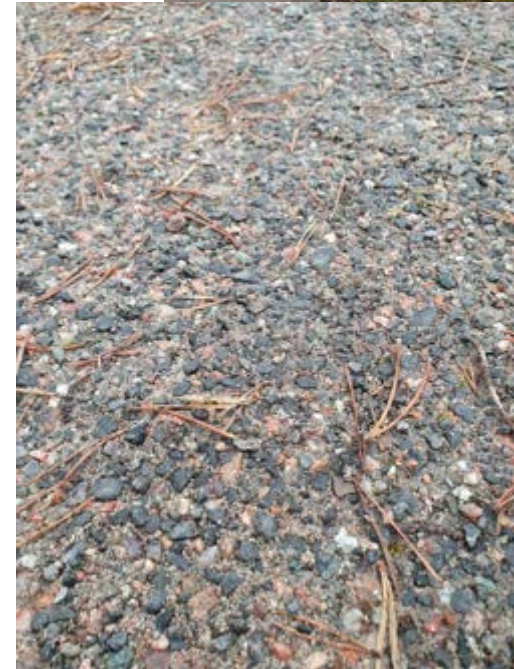
- Suodatuskerroksissa tai kasvualustassa voidaan käyttää hiekkaa tai esim. Biohiiltä
- Kasvillisuus estää tukkeutumista ja lisää maan huokoisuutta, happipitoisuutta ja mikrobitoimintaa
- Sopii sekä kiintoaineen että liukoisten haitta-aineiden puhdistukseen, vaatii kuitenkin esikäsitteilyn/vähäisen kiintoainepitoisuuden
- Monissa tutkimuksissa on raportoitu myös ravinteiden liukenemista, erityisesti rakenteen ollessa uusi ja/tai kasvukauden ulkopuolella
- Metallien ja fosforin pidätyskyky yleensä hyvä



Kasvualusta
Suodatuskerros
Siirtymäkerros
Ojituseros/
viivytystilavuutta

Läpäisevät päällysteet

- Läpäisevillä maalajeilla mahdollistavat veden imeytymisen maaperään ja pohjaveteen
- Tiiviilläkin maalajeilla parhaimmillaan hyödyntävät sekä biosuodatusta että tarjoavat viivytystilavuutta ennen johtamista hulevesiverkostoon, mutta
HUOM! Hiekka/kivituhkapinnoite saven päällä ei ole läpäisevä päällyste eikä tarjoa merkittävää veden viivytystä eikä puhdistusta!



Viherpainanteet ja kaksitasouomat

- Hidastamalla virtaamaa mahdollistavat imeytymisen
- Voivat toimia myös kuormituslähteinä, mikäli eroosionhallinta ei ole kunnossa
- Maataloudesta tutut kaksitasouomat voivat olla hyvä ratkaisu savimailla, tutkimusten mukaan tulvatasanteet pidättävät kiintoainesta, fosforia ja myös typpeä kun ne pidetään kasvipeitteisinä



Yhteenveto puhdistustehosta

- Luontopohjaisilla menetelmillä on merkittävä vaikutus huleveden laatuun
- Biosuodatusratkaisulla hyvä poistoteho erityisesti kiintoaineeseen kiinnittyneiden fosforin, raskasmetallien ja PAH –yhdisteiden osalta
- Raskas



Vaikeammat tapaukset esim. mikromuovit

- Hulevesien mikromuovit pääasiassa rengasrouhetta/jauhetta sekä pakkauksista peräisin olevia kuituja
- Makromuovia on kuitenkin määrällisesti vielä enemmän ja siitä tulee aikanaan mikromuovia - makromuovin vähentäminen on ensimmäinen askel!
- Erilaisilla suodatusratkaisulla saadaan pidätettyä mikromuovia, mutta muovin kohtalosta maassa ei tiedetä paljon



Vaikeammat tapaukset esim. PFAS

Erittäin monenlaisia yhdisteitä, täydellinen poistaminen ei liene mahdollista, mutta huolellisesti suunnitellulla monivaiheisella puhdistusjärjestelmällä (esim. kiintoaineen poisto – aktiivihiilisuodatus – phytoremediaatio) voidaan saada merkittävä poistuma



Kuva: Clean Nature AB, Ruotsi

Kustannustehokkaan laadunhallinnan suunnittelun ja mitoituksen periaatteita

- ✓ Tavoitteet on hyvä määrittää **ennen** kuin lähdetään tekemään, monihyötyisyydellä päästään parempaan kustannustehokkuuteen
- ✓ Usein on **halvempaa kun tehdään vähemmän** – olemassa olevan kasvillisuuden ja maaperän suojelu on usein erittäin tehokas ja edullinen keino estää kuormitusta!
- ✓ Laadunhallinnan rakenteita **ei mitoiteta huippuvirtaamille**, vaan esim. kesäajan mediaani- tai keskiarvosateille, pyrkimyksenä saada 60-80% vuosivalunnasta käsiteltyä
- ✓ **Osa laadunhallinnan kustannuksista kannattaa vierittää tontinomistajille** ja vaatia viivytystä ja viherpinta-alaa



Lähteitä

- Minnesota Stormwater Manual 2024
- Selvitys hulevesien laadusta. Kuntaliitto 2023.
- KasviHAVA-hanke - Haitta-aineiden pidätyminen hulevesialtaissa. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys 22/2022
- Systematic review of urban stormwater research in Sweden (2012-2021). Luleå University of Technology
- **Esityksen valokuvat: Turun AMK:n vesi- ja ympäristötekniikan tutkimusryhmä - ellei kuvan yhteydessä jokin muu lähde mainittuna**



Ympäristön tilan seuranta hulevesiratkaisujen suunnittelun ja käytön tueksi

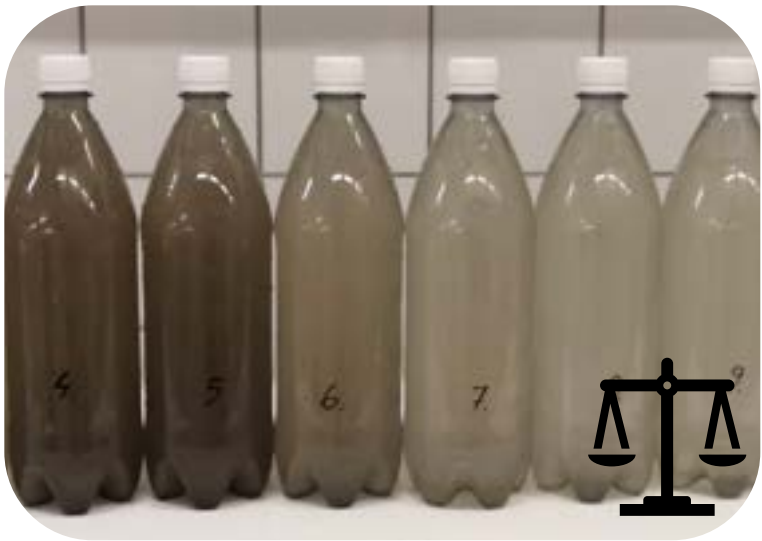
Kestävät hulevesiratkaisut 14.11.2024
FT Emil Nyman, johtava asiantuntija
Vesi- ja ympäristötekniikan tutkimusryhmä



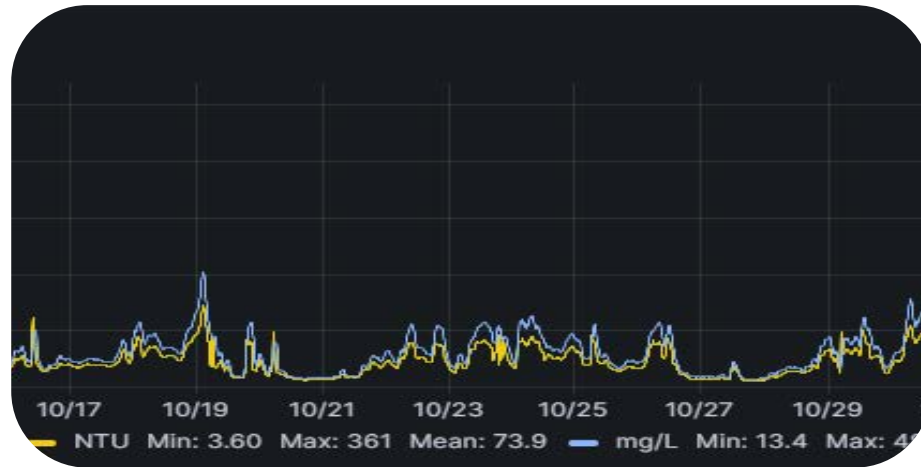
Seurantamenetelmät koostuvat neljästä osatekijästä

1. Tarve
2. Tieto
3. Tekninen ratkaisu
4. Tiedon analysointi





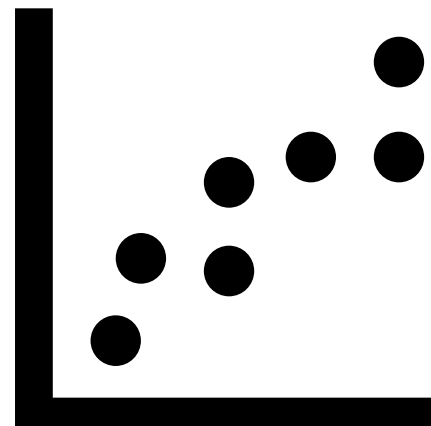
Tarve



Tieto



Tekninen ratkaisu



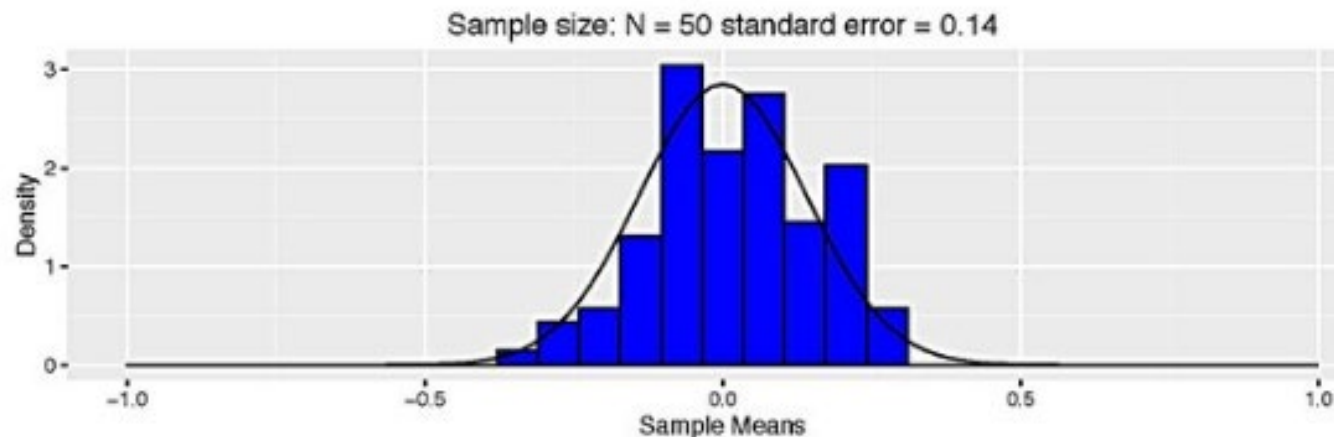
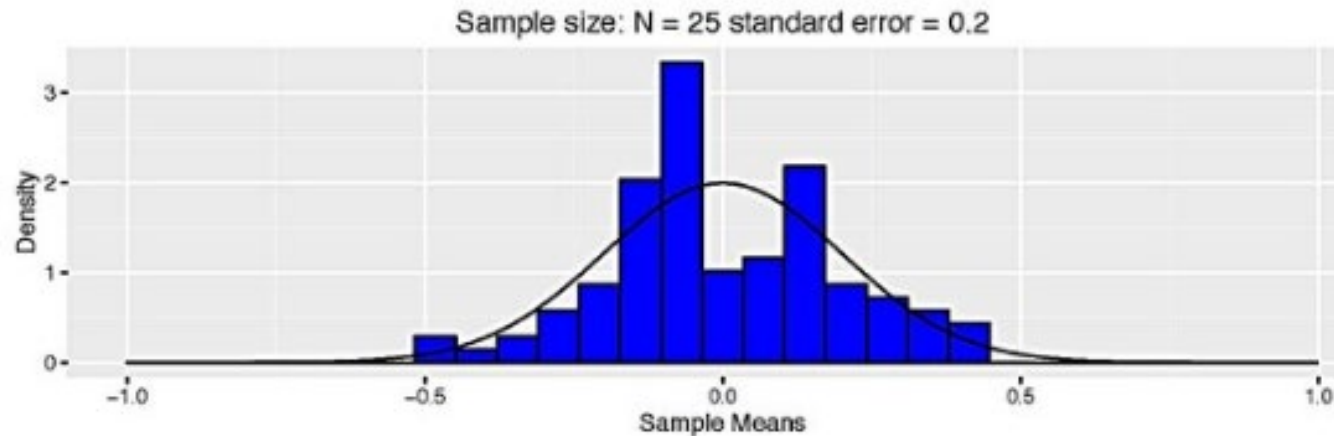
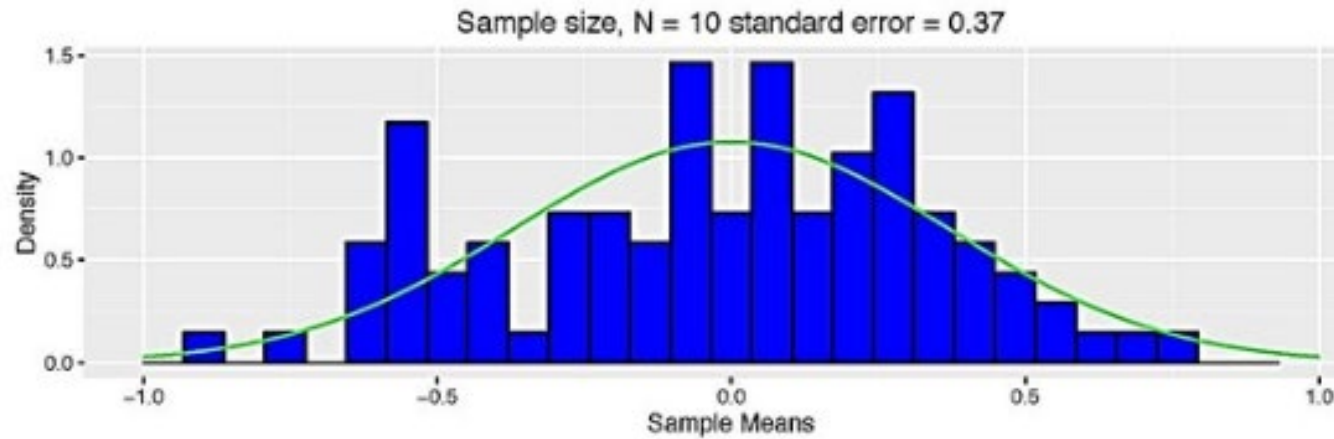
Tiedon analysointi

5. Analysoidun tiedon kommunikointi
6. Hinta

Tilastotieteellisistä peruskäsitteistä

Populaatiokoko
Otoskoko

Jotta seurattavan vaikutuksen arvioinnin kannalta sopiva otoskoko voidaan valita tulee meidän 1) määritellä tarve, haluttu tilastollinen voima ja merkitsevyystaso; 2) arvioida vaikutuksen suuruus, aineiston vaihtelu; 3) valita seuranta- ja aineiston analysointimenetelmät



Kattava jatkuvatoiminen ympäristön tilan seurantaverkosto

Ratkaisuna IoT?



OPETUS- JA
KULTTUURIMINISTERIÖ

SAVY

Saaristomeren valuma-alueen ja rannikon ympäristöseurantajärjestelmä



Varsinais-Suomen liitto
Egentliga Finlands förbund

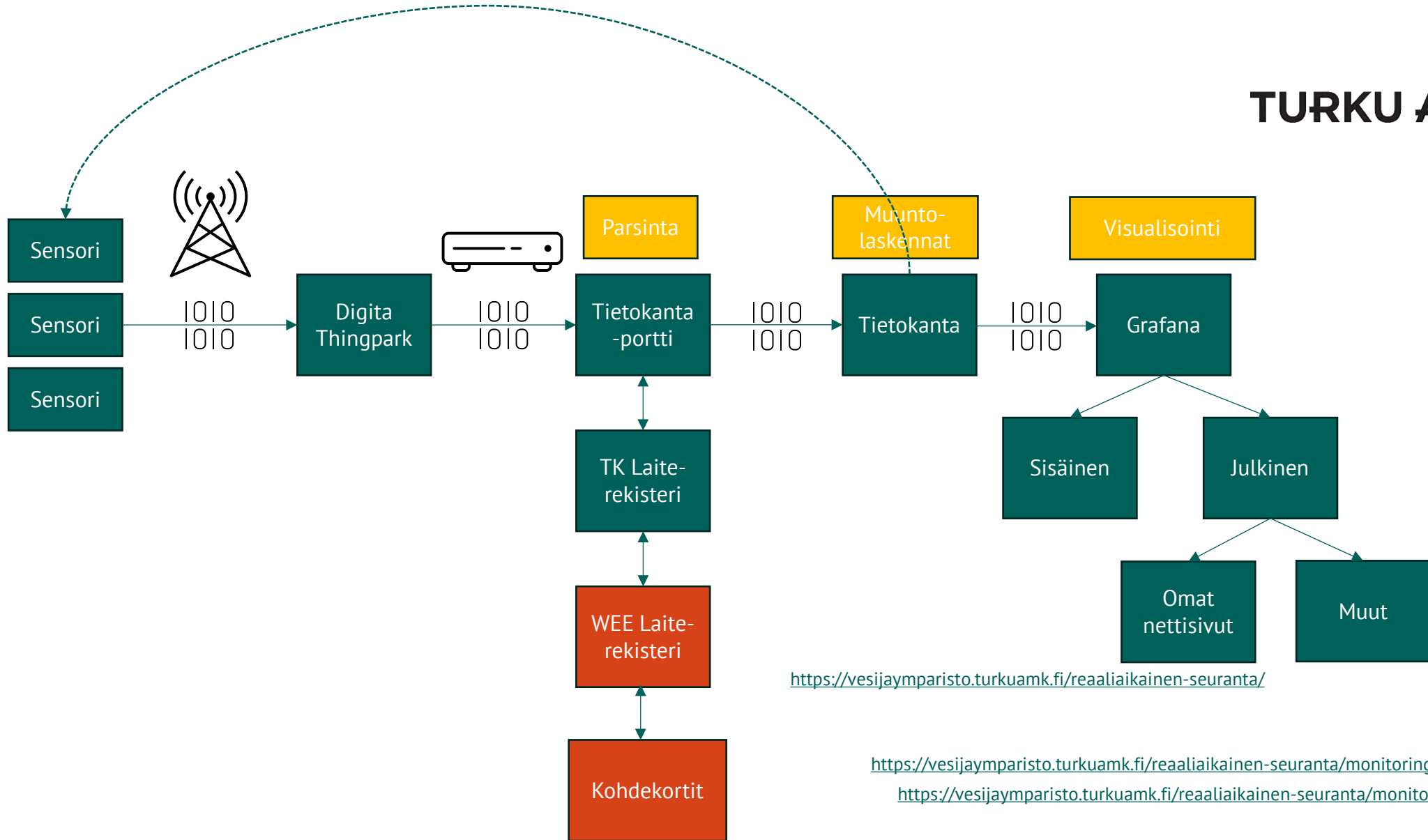
Internet of Things (IoT)

Laitteiden ja järjestelmien muodostama verkosto jonka kautta laitteet ja järjestelmät voivat kommunikoida ja reagoida.

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)

- Pitkä kantama suhteessa virrankulutukseen
- Mahdollistaa laitteiden kytkemisen toisiinsa langattomasti
- Pieni virrankulutus (paristot voivat kestää vuosia)
- Päätelaitteet suhteellisen edullisia asennus helppoa





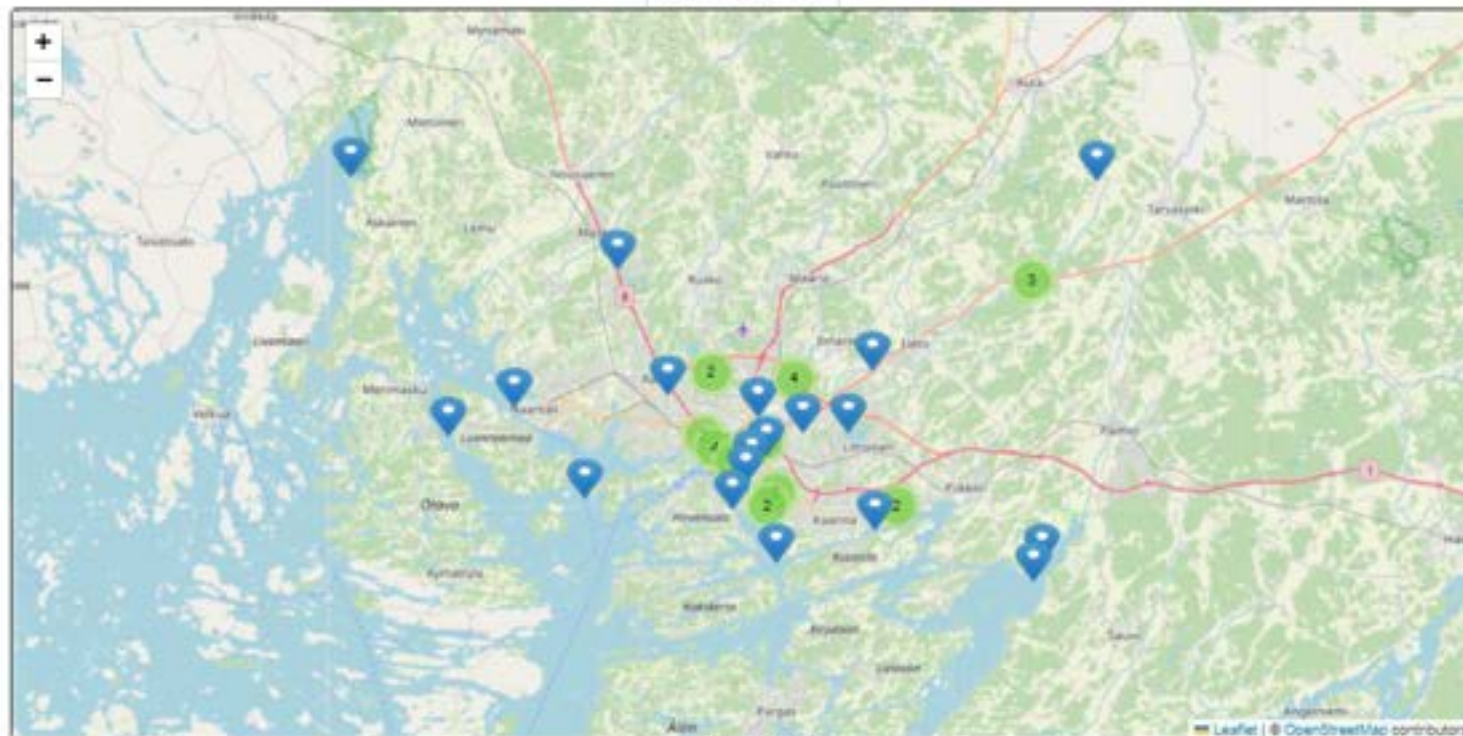
<https://vesijaymparisto.turkuamk.fi/reaaliaikainen-seuranta/>

https://vesijaymparisto.turkuamk.fi/reaaliaikainen-seuranta/monitoring_Savijoki/

https://vesijaymparisto.turkuamk.fi/reaaliaikainen-seuranta/monitoring_kuninkoja/

Devices

Select Devices | v



Selected Devices:

Unselect

Hide Unselected Devices on the Map

Show All Devices on the Map

Share

From:

To:

Fields:

11/14/2024 12:00 AM | 11/14/2024 00:00 AM | v

Selected fields:

Clear All Fields

Fetch Data as .csv | Fetch Data as .xlsx (Excel)

Data: Clear Requests



<https://vesijaymparisto.turkuamk.fi/reaaliaikainen-seuranta/>

Savijoki

Tarve tuottaa kalibrointi- ja validointiaineistoja vesitasemallinnukselle

Arvioida maaseutuvaltaisen alueen mahdollisten maankäytön muutosten vaikutus veden pidättyvyyteen

Turun yliopisto
RESIST



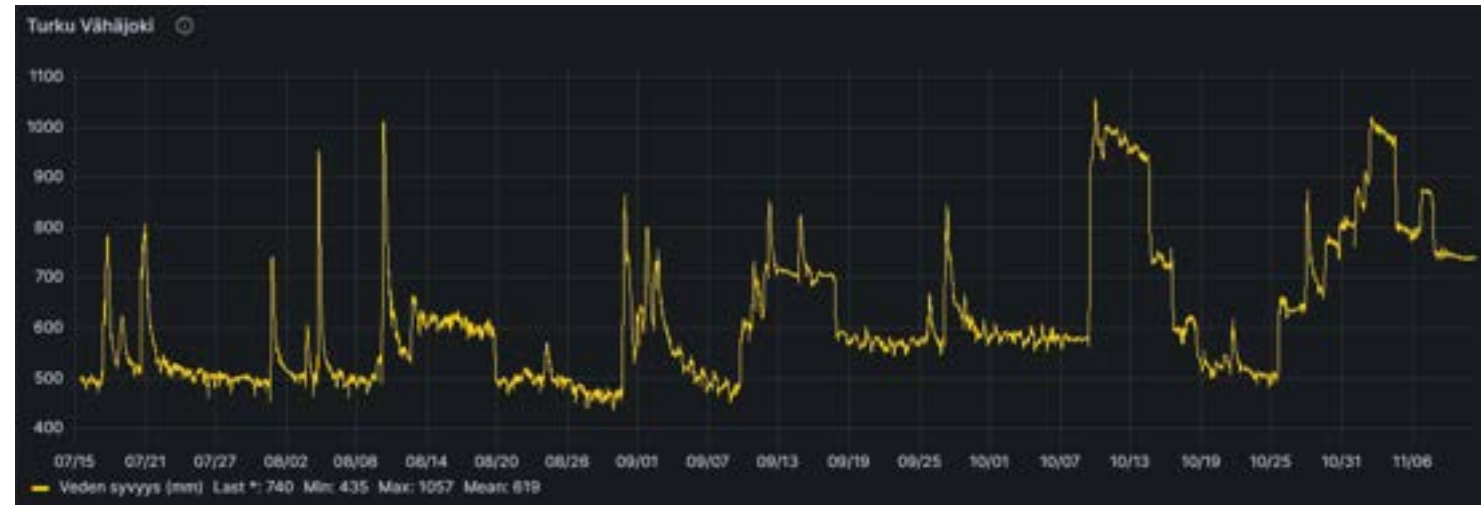
Kaupunkialueiden hulevesien hallinta

Tarve tuottaa ajantaisaista ja kattavaa tietoa vesimäärien vaihteluista hulevesiverkostossa ja viivytyksratkaisujen toiminnasta

Mallinnuksen kalibrointi ja validointi, vesitaseen säätely, viivytyksratkaisujen toiminta, varoitusjärjestelmät

Turun kaupunki

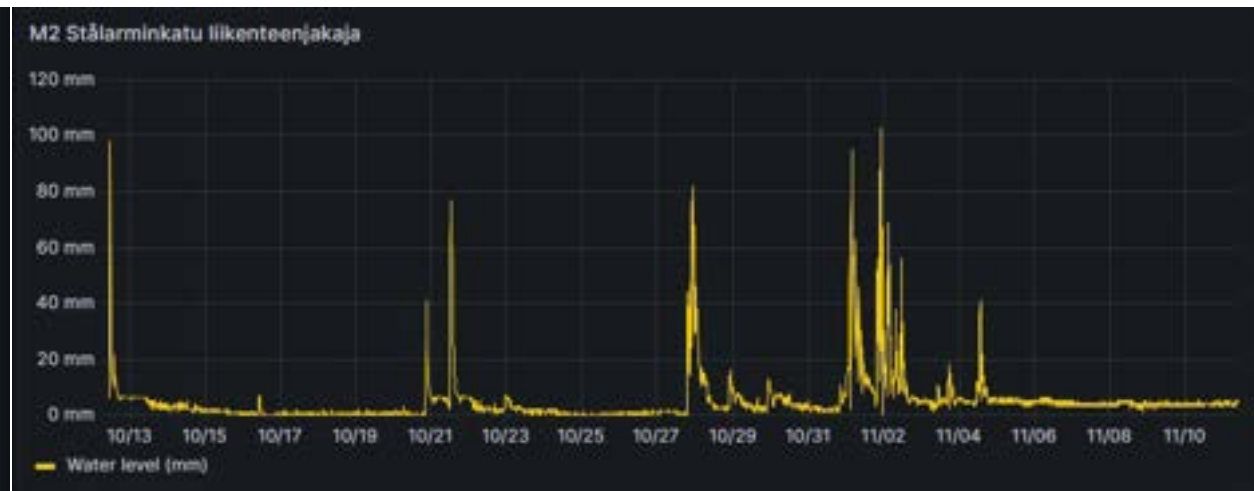
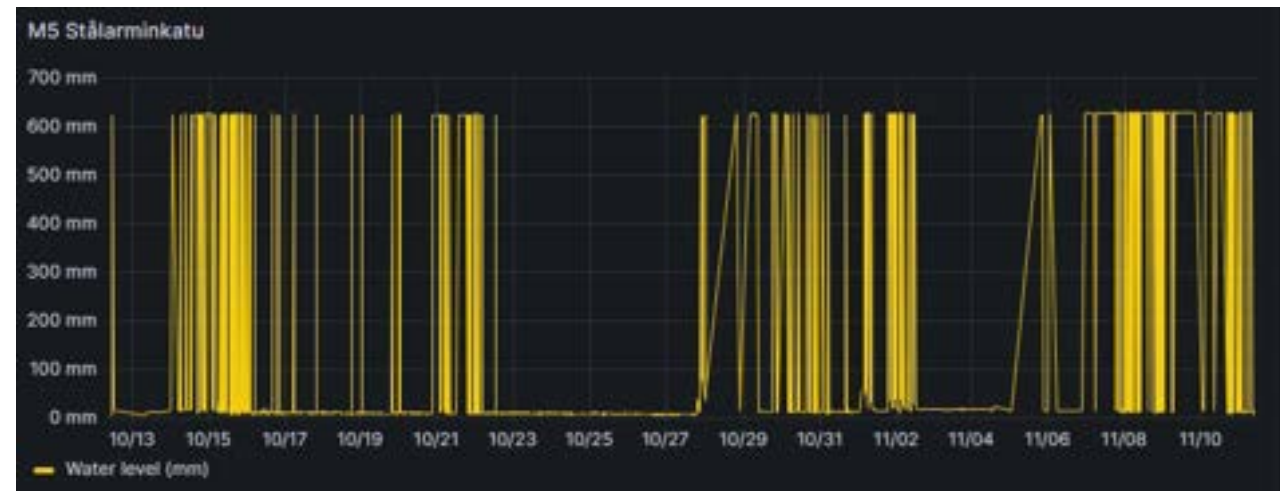
TUKHUK + Turun seudun hulevesien kokonaisvaltainen hallinta



Kaupunkialueiden hulevesien hallinta



Kaupunkialueiden hulevesien hallinta



Vahvuudet ja heikkoudet

Datan siirron luotettavuus, arkitehtuurin toteuttamiseen kuluva aika ja asiantuntemus, ajoittain tai paikoittain heikkolaatuisempi data kasvattaa työtaakkaa

Laitteisto kohtuuhintainen, joustava ja muokattava, suhteellisen vähän huoltoa vaativa, lähes reaaliaikainen, mahdollistaa laitteiden välisen kommunikation, mahdollistaa tarpeeksi suuren otoskoon tilassa ja ajassa

Jatkamme järjestelmän kehittämistä, tarvelähtöisesti, joista voimme keskustella kahvitauon jälkeen pidettävässä learningin café tilaisuudessa.

Kiiitos

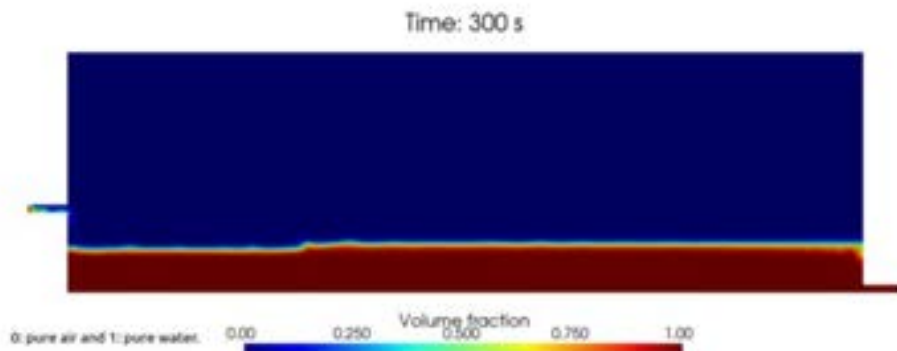


<https://vesijaymparisto.turkuamk.fi/reaaliaikainen-seuranta/>

Learning café, theme 1

Demo of an online "digital twin" solution for optimizing function of a stormwater retention solution.

Ashvin Chaudhari



OpenFOAM web server - a step toward Digital Twins

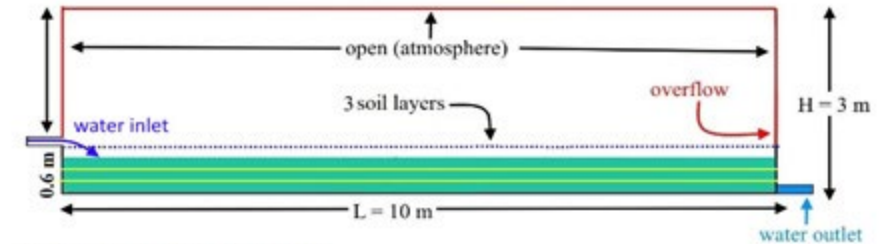


Figure 1: Schematic description of the model

Please provide the model inputs in below.

Inlet flow rate (m³/s):

Since the model domain is small (2D) in volume, the maximum allowed value is 0.002 (m³/s) to avoid numerical instabilities due to flooding.

Switch for water inlet [0=flow-OFF; 1=flow-ON]:

The input value should be either 0 or 1. In case of emptying the water from the domain use 0.

Porosity (top layer):

Porosity (middle layer):

Porosity (bottom layer):

The input value in all 3 layers MUST be between 0.05 and 0.99 to have a robust model performance.

Initial fraction of water in the cell [0=no water (dry); 1=fully saturated/no air]:

The input value for the initial water fraction MUST be bigger than 0 and smaller than 1.

Total (flow) simulation time (s):

Input a suitable simulation time or use the default one.