



# Hulevesijärjestelmän mitoitus – laadun hallinnan näkökulma

Hulevesien hallinta vesistön ehdoilla –seminaari 10.10.2018

DI Perttu Hyöty, Sitowise Oy



# Kaivostoimintaa Amazonilla

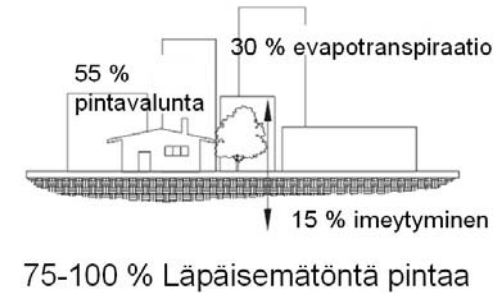
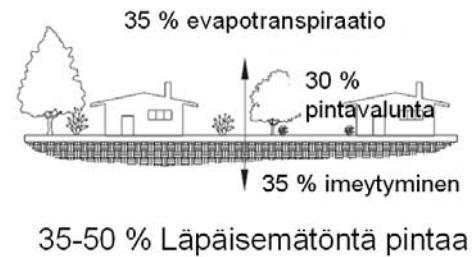
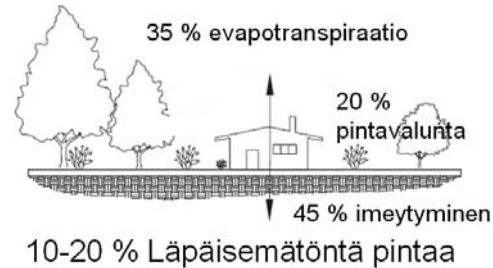
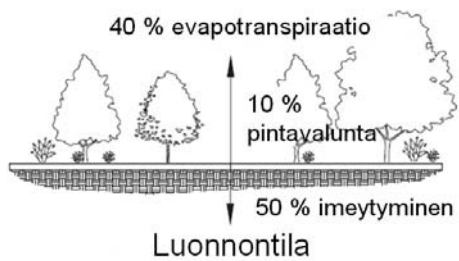
Vai tavanomaisen hulevesiviemärin purku maastoon?



**SITOWISE**



# Taustaa: maankäytön hydrologiset vaikutukset



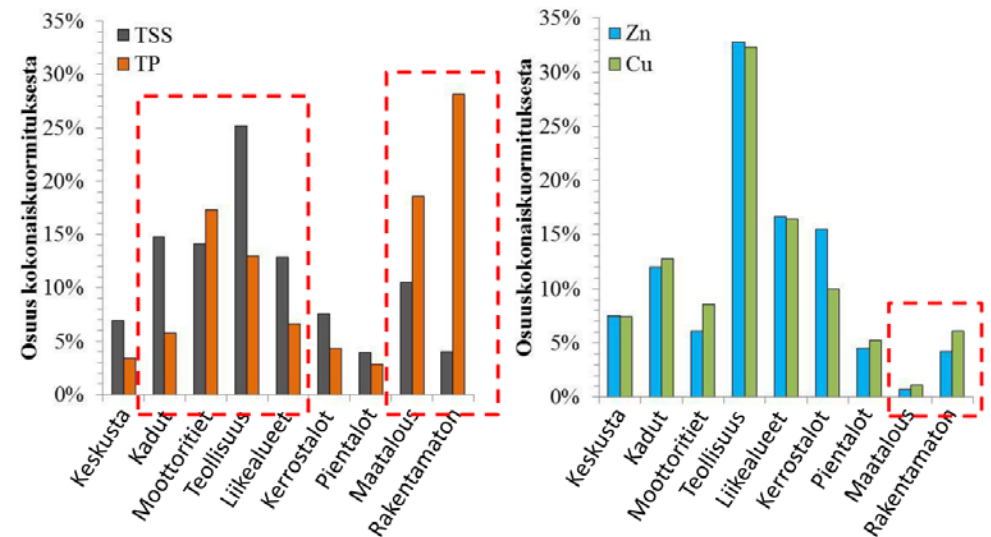
- Rakentaminen häiritsee veden luonnollista kiertoa
- Veden haihdunta- ja imeytymismahdollisuuksien heikentyessä pintavalunta nopeutuu, lisääntyy ja äärevöityy.
- Suuremmat virtaamat ja virtausnopeudet aiheuttavat tulvimista ja eroosiota
- Lisääntynyt ja nopeutunut pintavalunta myös huuhtoo valumapinnoilta mukaansa enemmän erilaisia epäpuhtauksia, kuten kiintoainesta, ravinteita sekä bakteereita.
- Imeytymisen estyminen alentaa pohjavettä ja vähentää perusvirtaamaa



# Hulevesien laadusta kansallisella ja kaupunkitasolla

- Suomen ympäristökeskuksen (2013) mukaan yli 80 % vesistöjen fosforipäästöistä tulee hajakuormituksesta ja alle 20 % pistepäästölähteistä. Hajakuormitukseen kuuluvat maataloudesta, metsätaloudesta ja haja-asutusalueilta muodostuva kuormitus.
- Huuhtouma rakennetuilta alueilta (kg/km<sup>2</sup>) voi olla kuitenkin yhtä suurta kuin maatalousalueilta
- Kaupunkimittakaavassa fosforikuormituksesta isoin osa edelleen peräisin maatalous- ja rakentamattomilta alueilta
- Kiintoainekuormitus peräisin suurimmaksi osaksi rakennetusta ympäristöstä
- Metallikuormitus lähes täysin rakennetuilta alueilta

Esimerkki 3: Hajakuormitus kaupunkimittakaavassa



Muokattu lähteistä:

- Sillanpää, N. 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality. Aalto University DOCTORAL DISSERTATIONS 160/2013
- Järveläinen, J. 2014. Land-use based stormwater pollutant load estimation and monitoring system design: Case of Lahti city, Finland. Diplomityö, Aalto-yliopisto.



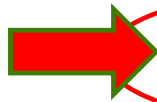
# Huleveden laatuun vaikuttavat tekijät

## ALUEEN OMINAISPIIRTEET

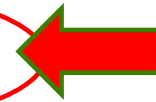
LÄPÄISEMÄTTÖMYYS

MAANKÄYTTÖMUOTO

RAKENNUSTYÖT



Vedenlaatu



## SÄÄOLOSUHTEISIIN LIITTYVÄT TEKIJÄT

SADEMÄÄRÄ

SATEEN RANKKUUS

EDELTÄVÄT OLOSUHTEET

VUODENAIKA

Kesäsateiden aikana (Sillanpää, 2013):

- Korkeita pitoisuuksia esiintyy lyhytkestoisten, rankkojen sateiden aikana
- Pienimmät pitoisuudet esiintyvät pitkäkestoisissa, suuren sademäärän tapahtumissa
- Sadetapahtuman aikainen kuormitus riippuu ennen kaikkea sademäärästä

Muokattu lähteistä: Sillanpää, N. 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality. Aalto University DOCTORAL DISSERTATIONS 160/2013.

Valtanen, M., Sillanpää, N., Setälä, H. 2014. The effects of urbanization on runoff pollutant concentrations, loadings and their seasonal patterns under cold climate. Water, Air & Soil Pollution, 225:1977.

**SITOWISE**



# Huleveden laatu - yhteenveto

## Hulevesien laadun merkitys kaupunkiympäristössä:

- taajama-alueet tuottavat moninkertaisen huuhtouman (pinta-alayksikköä kohden) verrattuna metsäisiin alueisiin; taajama-alueen huuhtouma voi olla yhtä suuri tai jopa suurempi kuin maatalousalueen
- hulevesi voi ylittää vedenlaatukriteerejä jo väljällä pientaloalueella
- huleveden laadun arvioimiseen liittyy suuria epävarmuuksia

## Huleveden laatu on heikointa:

- tiiviisti rakennetuilla alueilla
- kesällä ja/tai keväällä riippuen aluetyypistä ja haitta-aineesta
- etenkin rakennustöiden aikana

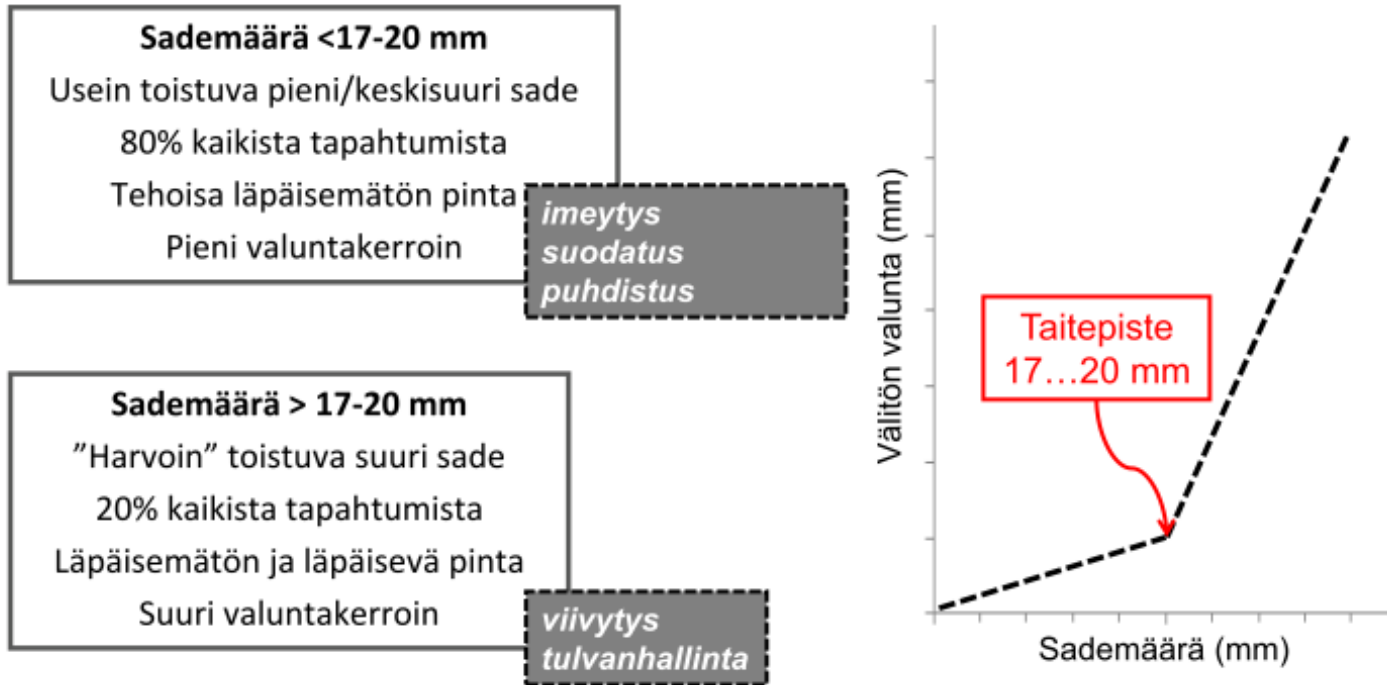
## Lisähaasteet:

- Tahattomat tai tahalliset pistepäästöt



# Mitoituksen lähtökohdat

Sadetapahtumat voidaan jakaa kahteen ryhmään tapahtuman sademäärän ja hulevesiä tuottavan alueen perusteella.



Muokattu lähteestä: Sillanpää, N., Koivusalo, H. 2014. Impacts of urbanization and event magnitude on runoff contributing area and runoff coefficients. Proceedings ICUD 2014, 7.-12.9.2014, Sarawak, Malesia. Sillanpää, N. 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality. Aalto University DOCTORAL DISSERTATIONS 160/2013.



# Yleistä mitoituksesta

- Järjestelmät mitoitetaan toimintaperiaatteensa mukaan
  - Virtaama (veden johtaminen, huippuvirtaaman kuristaminen):  $Q = C_{max} * i * A$   
( $C_{max}$ =huippu)valumakerroin,  $i$ =sateen intensiteetti,  $A$ =pinta-ala)
  - Vesimäärä (pitkäaikainen varastointi, suodatus, imeytys):  $V = C_{vol} * P * A$  ( $C_{vol}$ =koko tapahtuman valumakerroin,  $P$ =sademäärä,  $A$ =pinta-ala)
  - **$C_{max}$  ja  $C_{vol}$  eivät ole sama asia**
- Mitoitussateella neljä määräävää ominaisuutta; kesto, intensiteetti, sademäärä ja toistuvuus
- Mitoituksessa tarvittavat tiedot ovat mitoitettavan järjestelmän yläpuolisen valuma-alueen sekä mitoitussateen perusominaisuudet
- Todellisuudessa määritykset eivät ole näin yksinkertaisia, koska suureet voivat muuttua mitoitustapahtuman aikana





# Valumakertoimesta

- Cvol tarkoittaa valunnan kokonaismäärää (mm) jonka tietty sadetapahtuma aiheuttaa
- Cvol korreloi läpäisemättömän pinnan kokonaismäärän (TIA) ja tehoisan läpäisemättömän pinnan (EIA) kanssa.
- TIA, total impervious area, on valuma-alueen kaikki läpäisemättömät pinnat (katot, tiet, parkkipaikat etc)
- EIA on se osuus läpäisemättömistä pinnoista, joka on suoraan yhteydessä kuivatusjärjestelmään
- EIA:n osuus TIA:sta on 50-80% asuinalueilla ja 80-90% vahvasti läpäisemättömillä alueilla kuten keskustoissa tai teollisuusalueilla

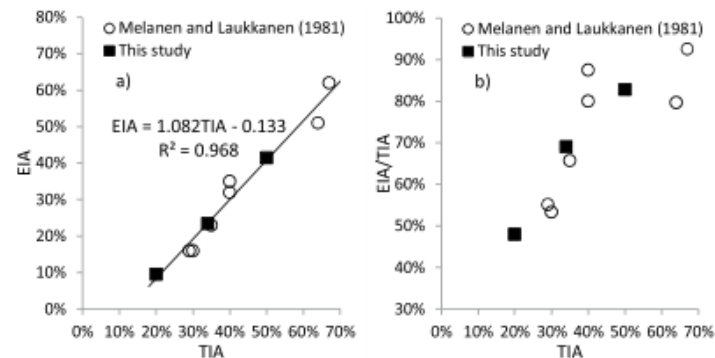


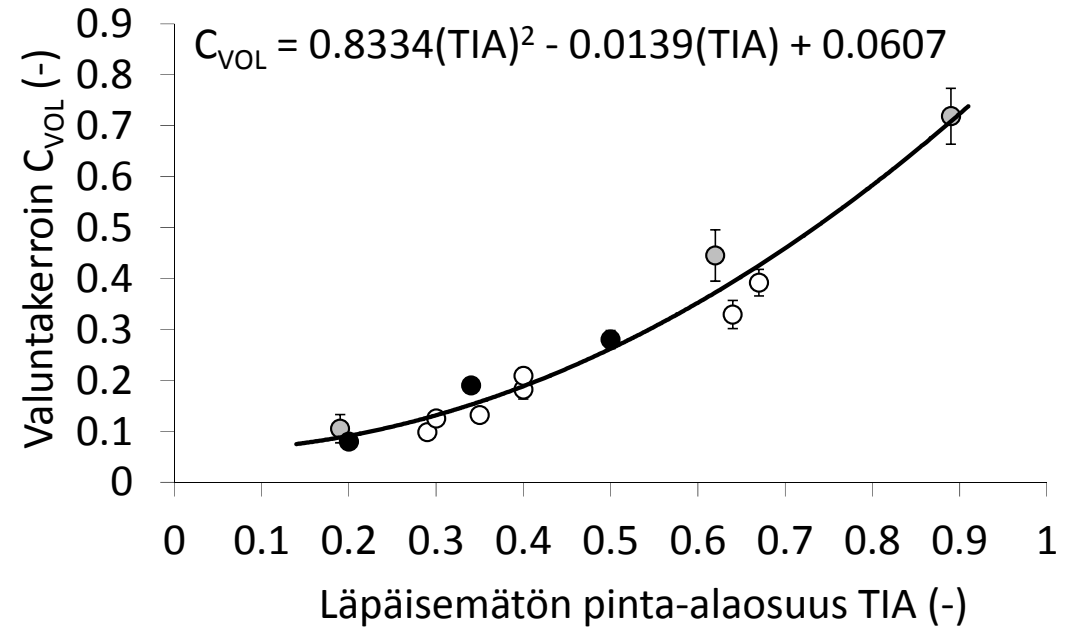
Figure 64. Relationship between the TIA and EIA (a) and the proportion of EIA in relation to TIA (b) at Finnish urban catchments.

Lähde: Sillanpää, N. 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality



# Cmax vs Cvol

- Sadetapahtuman aikana esiintyvän huippuvirtaaman valumakerroin Cmax on suurempi kuin Cvol
- Cvol on lähellä EIA:n arvoa
- Cmax huomattavasti suurempi, pienehköillä sadetapahtumilla voi olla kaksinkertainen
- Mitoitus virtaamalle (putket tms) ja vesimäärälle (viivytys, puhdistus) laskettava eri kertoimilla (tai menetelmällä joka huomioi tämän eron muuten = mallinnus)
- Laadullinen hallinta mitoitetaan Cvol –perusteella, joka on johdettavissa läpäisemättömän pinnan määrästä

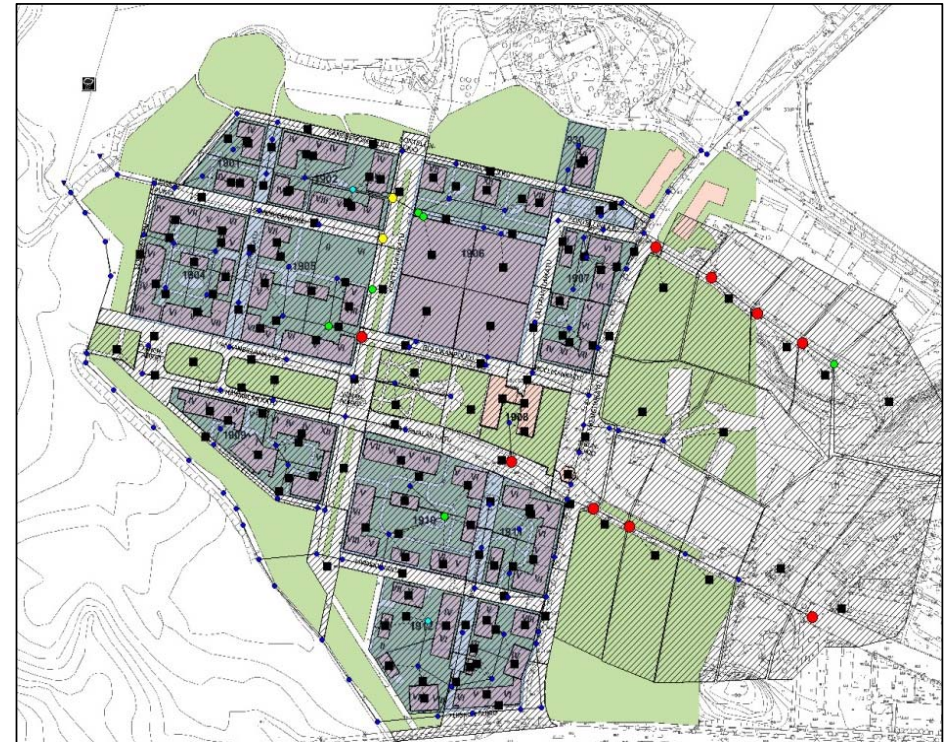


Lähde: Sillanpää, N. 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality



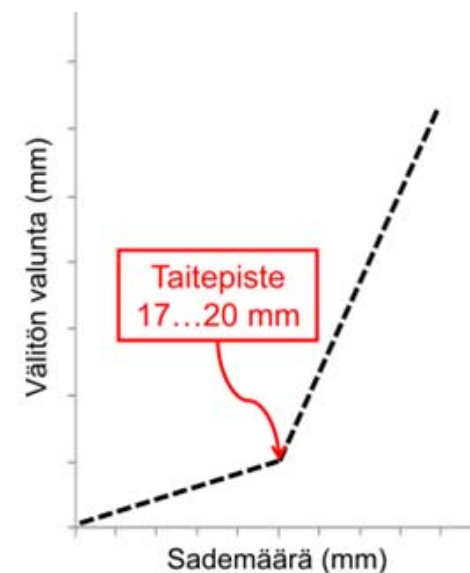
# Mitoitus mallintamalla

- Monimutkaisen järjestelmän mallintaminen on järkevää toteuttaa mallintamalla eli toteuttamalla simulaatio suunnitellusta kokonaisuudesta
- Hulevesimalli koostuu hydrologisesta valuma-aluemallista ja hydraulisesta verkostomallista.
- Valuma-alueiden parametreillä niiden toiminta saadaan vastaamaan todellisuutta, esimerkiksi purkautuvan valunnan määrä (valumakerroin) muuttuu sateen aikana ja sadetapahtumasta toiseen
- Verkostomalli simuloi todellisuudessaakin esiintyviä kapasiteettikapeikkoja, padotusta ja tulvimista



# Suosittelavia mitoitusperusteita

- Laadulliseen hallintaan ja imeytykseen käytettävät menetelmät mitoitetaan yleisesti toistuville sateille, esimerkiksi 80 % sadetapahtumista
- Huomioitava pienempi  $C_{vol}$  kuin suurissa sadetapahtumissa
- Intensiteetti ja virtaama pienempi kuin johtamisjärjestelmiä mitoittaessa
  - enemmän 1a3h sade (18 mm, 17 l/s\*ha) kuin 10a30min sade (18 mm, 100 l/s\*ha)
  - Rankkasateella virtaama menee ylivuotoon
- Jos mitoitusosuuteen ei päästä johtuen mm. tilanpuutteesta, se ei ole syy jättää hulevesirakennetta toteuttamatta!



# Mitoituksen realiteetit

- Laadullisen hallinnan tavoite 80% sadetapahtumista = 17...20 mm sademäärä on kova vaade etenkin suunniteltaessa ratkaisuja rakennettuun ympäristöön
- Mitoituksessa huomioitava kuitenkin tavoite käsitellä suurin osa tavanomaisista sateista, jolloin kyseessä pidempikestoiset ja intensiteetiltään matalat sadetapahtumat -> suurta virtaamaa ei tarvitse napata kiinni. Rankkasateella saakin mennä ylivuotoon.
- Vesistöihin / mereen kohdistuvan hulevesikuormituksen vähentämisen kannalta *tarvitaan ratkaisuja, jotka saadaan sovitettua vanhoille alueille*, osaksi hulevesiviemäriverkostoa, pieniin tiloihin sekä vähäisellä korkeuserolla
- Tällöin on hyväksyttävä lähtökohta, että järjestelmä ei käsittele kuin osan tavoitteen mukaisesta vesimäärästä, mutta kuormitusta saadaan silti vähennettyä verrattuna tilanteeseen jossa ei tehdä mitään
- Laadullisen hallinnan järjestelmiä voi toteuttaa myös sarjaan yhden isomman rakenteen sijasta. Tehokkuus on tällöin jopa parempi.
- Rakenteet tulee suunnitella siten, että ne ovat usein täynnä vettä (huomioitava tyhjenemisajassa, ylivuodon toimivuudessa ja padotusvaikutuksessa yläpuoliseen hulevesijärjestelmään)



# Esimerkki vaikeasta mitoitusilanteesta

- Helsingin kaupunki toteuttaa Metsälän teollisuusalueelta laskevaan Maunulanpuron sivuhaaraan hulevesien käsittelyrakenteen
- Kyseessä on ympäristöministeriön rahoittama hallituksen kärkihanke
- Tavoitteena hallita teollisuusalueen mahdollisia öljypäästöjä ja yleensäkin vähentää alueelta Maunulanpuroon kohdistuvaa hulevesikuormitusta
- Mitoituksen kannalta haastava kohde, valuma-alue noin 20 ha ja tilaa rakenteen toteuttamiseen on yhteensä noin 1500 m<sup>2</sup> (0.75% valuma-alueen pinta-alasta)
- Korkeuserot olemattomat, padotusta yläpuoliseen hviemäriverkostoon ei saa lisätä



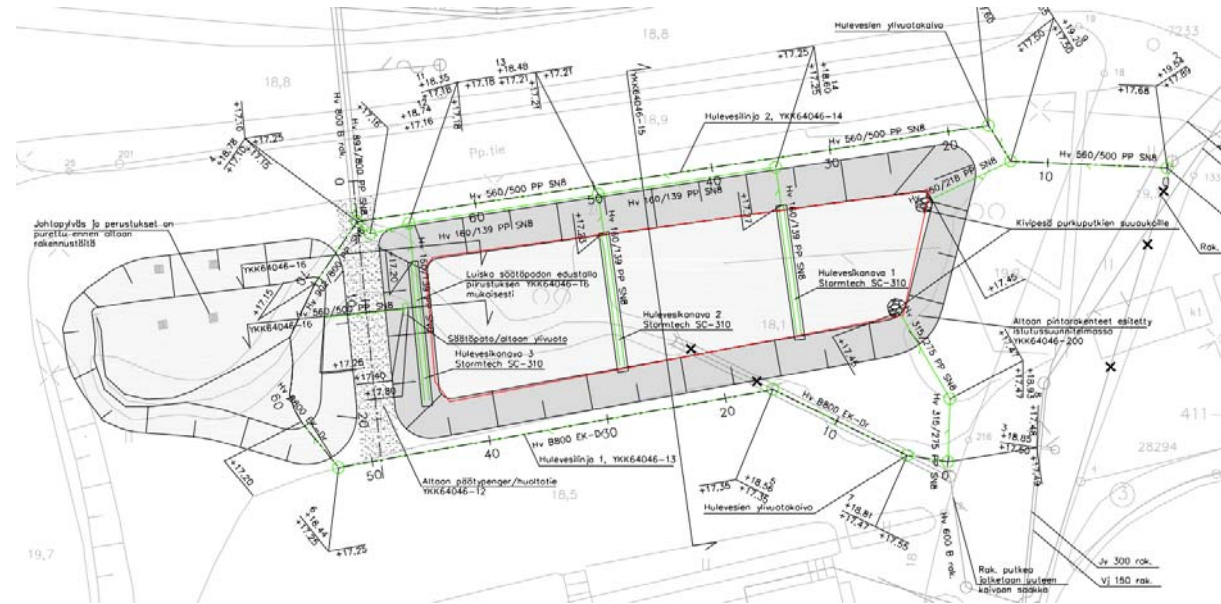
**SITOWISE**

17.10.2018

# Esimerkki vaikeasta mitoitusilanteesta

15

- Rakenne suunniteltiin matalana suodatusaltaana, jonka lammikoitumisvara on noin 200 m<sup>3</sup>. Tämä vastaa noin 3 mm sademäärää valuma-alueen koko ja läpäisemättömyys huomioiden
- Suodatuskerros on murske/biohiili –yhdistelmä läpäisykyvyn ja puhdistustehon optimoimiseksi
- Altaan pinnalle istutetaan tiheä pajukko, joka haihduttaa vettä ja sitoo itseensä ravinteita sekä epäpuhtauksia
- Kaikki hulevedet johdetaan ensisijaisesti altaaseen. Vesiä tulee kahdesta suunnasta, kummallekin rakennetaan oma ohitusreitti, minne ylivuoto ohjautuu altaan vedenpinnan noustessa yli sallitun tason
- Teollisuusalueen suunnasta tulevan eteläisen ohitusputken suulle tehdään tasausallas ylivirtaamien rajoittamista varten
- Järjestelmän kokoojakaivossa sulkuluukku, millä veden purkautuminen Maunulanpuroon voidaan estää onnettomuustilanteessa



SITOWISE

17.10.2018

# Yhteenveto

- Huleveden laatu on heikko ja kuormitusvaikutus kaupunkialueiden (pien)vesistöissä selvä
- Hulevesien laadullisen hallinnan mitoitustavoite on käsitellä mahdollisimman suuri osa sadetapahtumista, esim. 80% (17-20 mm)
- Suurin osa kuormituksesta liikkuu tavanomaisten sateiden mukana, rankkasateiden aiheuttamat piikit vähäisempi osuus kokonaiskuormituksesta
- Laadullinen hallinta mitoitetaan koko sadetapahtumaa vastaavalla valuntakertoimella Cvol, joka on pienempi kuin hetkellisen virtaaman valumakerroin Cmax
- Laadullista hallintaa kannattaa ja pitää toteuttaa vaikka mitoitustavoitteeseen ei päästä. Etenkin valmiiksi rakennetuilla alueilla on yleensä hyväksyttävä alhaisempi taso
- Rakenteissa tulee huomioida ylivuodot, tyhjeneminen ja padotusvaikutus
- Kuormituksen vähentämiseksi on parempi tehdä jotain kuin olla tekemättä mitään.





# Kiitos mielenkiinnosta!

Kysymyksiä, kommentteja?

[perttu.hyoty@sitowise.com](mailto:perttu.hyoty@sitowise.com)

**SITOWISE**

