



Malmin alueellinen viherkerroin - maankäytön skenaariot

Loppuraportti

Kiitokset - Acknowledgements

Tämä raportti on laadittu To Ally Technology, Nature and Society for integrated urban water management (Atenas) –hankkeessa, joka on saanut rahoitusta, Euroopan unionin neuvoston ohjelmasuunnittelu-aloitteen Water JPI – Challenges for a changing world ohjelmasta WaterWorks2017.

Atenas-hanketta on Suomessa toteuttanut Suomen ympäristökeskus. Tämä raportti on toteutettu Suomen ympäristökeskuksen ja Atenas-hankkeessa sen alihankkijana toimineen WSP Finlandin yhteistyönä.

Työhön ovat osallistuneet WSP Finlandin puolelta maisema-arkkitehti, TkT Elisa Lähde sekä maisema-arkkitehti Paula Piirainen. SYKEstä työssä ovat olleet mukana erikoistutkija Antti Rehunen, kehitysinsinööri Niklas Dahlberg, korkeakouluharjoittelija Natalia Erfving ja ryhmäpäällikkö Mika Marttunen.

Tämän raportin esittelemä tapaustutkimus on toteutettu yhteistyössä Helsingin kaupungin kanssa. Kaupungin kaavoituksen asiantuntijat ovat osallistuneet hankkeessa skenaarioiden laadintaan ja tulosten tulkintaan.

This report has been produced in To Ally Technology,

Nature and Society for integrated urban water management (Atenas) project that has received funding from Water JPI – Challenges for a changing world programme WaterWorks2017.

Atenas project has been carried out in Finland by Finnish Environment Institute (Syke). This report has been carried out jointly by Finnish Environment Institute and WSP Finland, who has worked as a subcontractor of SYKE in the project.

The authors of the report are landscape architect PhD Elisa Lähde and landscape architect MSc Paula Piirainen from WSP Finland and development engineer MSc Niklas Dahlberg, senior research scientist Antti Rehunen, university trainee Natalia Erfving and group leader, PhD Mika Marttunen.

The case study this report presents has been carried out in collaboration with the City of Helsinki. Planning experts from the City of Helsinki have participated in the production of scenarios and the interpretation of results.



Esipuhe - preface

Kaupunkien maankäytön tiivistyminen on lisännyt päällystetyn maanpinnan määrää, aiheuttanut ongelmia vesien hallinnassa ja vähentänyt kaupunkiluonnon tarjoamia ekosysteemipalveluja.

Atenas-hankeessa olemme tutkineet, kuinka luontopohjaiset ratkaisut voivat auttaa ratkaisemaan kaupunkien vesienhallintaan liittyviä ongelmia ja tuomaan samalla muita hyötyjä asukkaille. Luontopohjaisiin ratkaisuihin kuuluvat hulevesiä pidettävät rakenteet, kuten viheralueet, viherpinnat, imeytysaltaat, sadevesipuutarhat, biosuodatusrakenteet, rakennetut kosteikot sekä kunnostetut kaupunkipienvedet.

Toteutimme tapaustutkimuksen Malmilla, joka on Helsingin alakeskus. Helsingin kaupunki pyrkii täydennysrakentamisen avulla kehittämään vetovoimaiseksi keskuksesi. Suunnitelmissa Malmin asemansseudun asukasmäärä voi suunnitelmien mukaan kasvaa kaksinkertaiseksi. Malmin asemansseudun uusiutuminen tarjoaa mahdollisuuden myös luontopohjaisten ratkaisujen soveltamiseen. Viheralueiden potentiaali on tärkeä ottaa huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa.

Tässä raportissa tutkitaan luontopohjaisten ratkaisujen skenaarioita Malmin kehittämisessä.

Densification of urban land use has increased soil sealing and caused challenges in urban water management and the provision of ecosystem services.

In Atenas project, we have studied how nature-based solutions (NBS) could help to solve the problems related to urban water management. NBS include green spaces and surfaces increasing stormwater water retention and detention, infiltration basins, ponds, rain gardens, permeable pavements, bioswales, constructed wetlands, and restoration of brooks and rivers. NBS typically aim to bring multiple benefits.

We conducted an Atenas case study in Malmi, which is a sub-centre in Helsinki Metropolitan Area. The City of Helsinki aims to develop Malmi station neighbourhood to an attractive centre through urban infill. Many new buildings will be constructed partly replacing the old. The renewal of the area offers opportunities to the application of NBS. However, the potential of green spaces and surfaces needs to be taken into account early in the planning.

This report examines different NBS scenarios in Malmi development.

Tiivistelmä

Atenas-hankeessa tutkittiin erilaisia tapoja toteuttaa luontopohjaisia ratkaisuja Malmin aseman seudulle suunnitelmien mukaisessa tulevaisuuden tilanteessa. Työ tehtiin muodostamalla alueelle viisi erilaista skenaariota, joissa luontopohjaiset ratkaisut on toteutettu eri tavoin. Skenaarioissa vertailtiin erityisesti viherkattojen ja toisaalta katujen ja pihojen viheralueiden erilaista toteuttamista. Skenaarioiden vaikutuksia laskettiin alueellisen viherkertoimen ja erillisen hulevesimallinnuksen avulla.

Alueellisen viherkertoimen tarkastelu pohjautuu Ruotsissa kehitettyyn menetelmään, jossa tarkastellaan yksittäisiä tontteja laajempia alueita, kuten kokonaisia kaupunginosia. Tarkastelussa arvioidaan viher- ja vesialueiden tuottamia ekosysteemipalveluja, joita ovat luonnon monimuotoisuus, melun vaimennus, hulevesien hallinta, pienilmastoin säätely, kasvien pölytys sekä virkistyskäyttö ja terveys.

Saatujen tulosten perusteella luontopohjaisilla ratkaisuilla voidaan merkittävästi lisätä erilaisia ekosysteemipalveluja ja parantaa hulevesien hallintaa.

Alueellinen viherkerroin osoittautui toimivaksi työkaluksi luontopohjaisten ratkaisujen arvioinnissa. Alueellinen viherkerroin esittää viherrakenteen monet hyödyt selkeästi.

Alueellisen viherkerroinlaskennan tuloksia varmennettiin hulevesien hallinnan osalta mallintamalla rakennusten katoilta, pihoilta ja kaduilta valuvan huleveden kulkua SWMM-mallinnustyökalun avulla. Mallinnus edellytti tarkkaa tietoa rakennuksista, maanpinnan muodoista ja läpäisevyydestä, kasvillisuudesta sekä uoma- ja viemäriverkostosta.

SWMM-mallinnuksen tulokset olivat linjassa alueellisen viherkertoimen tulosten kanssa. Hulevesien imeyttäminen maaperään ja niiden valunnan hidastaminen luontopohjaisilla ratkaisuilla vähentää huomattavasti tulvimisen riskejä. Keskeinen johtopäätös oli se, että yksittäinen ratkaisu ei ole riittävä, vaan tarvitaan useiden ratkaisujen käyttöönottoa. Sekä viherkatoilla että maavaraisilla piha-alueilla on selviä etuja ja molempia on tärkeä edistää täydennysrakennusalueilla.

Vesien hallinnan ja viheralueiden suunnittelua on Atenas-hankeen havaintojen pohjalta tärkeä tehdä yhdessä rakentamisen ja liikenteen suunnittelun kanssa. Rakennusten korjaaminen ja uusiminen tarjoaa mahdollisuuden viherkattojen käyttöönottoon. Etenkin suuret liike- ja palvelu- ja liikenteen rakennukset tarjoavat laajoja kattopintoja hyödynnettäväksi. Pysäköintiratkaisuilla on suuria vaikutuksia luontopohjaisten ratkaisujen toteuttamiseen.

Kansirakenteiset pihat ja niiden alle sijoittuvat maanalaiset pysäköintipaikat rajoittavat pihojen viherrakentamista ja estävät sadeveden imeyttämisen maahan. Jos pysäköinti järjestetään erillisissä pysäköintitaloissa, voidaan säilyttää pihat maanvaraisina ja toteuttaa pysäköintitaloon viherkatto. Myös kadunvarsien viherpintoja ja puoliläpäiseviä imeyttäviä ja hulevesiä pidättäviä rakenteita kannattaa lisätä katujen kunnostuksen yhteydessä.

English Summary

In this study, we examined different ways to apply NBS to urban stormwater management in Malmi. For this purpose, we formulated five NBS scenarios that describe the planned future and its land use. First scenario was business as usual. Second scenario introduced green roofs on all buildings where they could be fitted. Third scenario concentrated on vegetated areas and biofiltration on yards and along streets. Fourth scenario combined both green roofs and vegetated areas. Fifth scenario was based on the fourth scenario but included parking areas turned to green areas. The impacts of scenarios were calculated by using green factor tool for districts and stormwater modelling.

Green area factor is typically defined for residential plots by giving a score to different types of green elements and calculating the ratio of scored green area to land area of the plot. In Atenas project, we applied green factor for districts, which is targeted to larger neighbourhoods. Green factor for districts sums different ecosystem services the area provides including habitat provision, noise reduction,

stormwater management, microclimate regulation, pollination, and recreational use and health.

The results of our analysis indicate that NBS can significantly increase the provision of several ecosystem services and improve stormwater management. Green factor for districts was found to be a practical tool for NBS scenario assessment. It recognizes the multifunctionality of the green structure and presents it in a clear form.

To verify the results of green factor examination, we did a urban stormwater runoff modelling with SWMM tool. Based on detailed data on buildings, topography, land cover, vegetation and the drainage system, we analysed how rainwater runs from roofs, yards, pavements and green areas after different types of rain events.

SWMM modelling results were in align with stormwater management assessment in green factor for districts. The results from modelling showed that green roofs can be efficient in stormwater runoff

retention. Also infiltration of stormwater into the ground or storing it in detention ponds decreases flood risks significantly. Only in rare and severe rain events the efficiency of NBS is restricted. Key finding was that a single solution is not enough. Instead, we need to apply several types of NBS, both green roofs and permeable surfaces.

Our conclusion was that it is important to plan stormwater management and green infrastructure together with buildings and transport. Renewal of old commercial buildings enables the installation of green roofs. The organization of parking has also a major impact on NBS application. Parking in separate buildings saves space for permeable ground and vegetation compared to decked surfaces or paved parking areas. Underground car parks limit the use of vegetation in the yard above them. When streets are renovated, green surfaces, biofiltration structures and permeable pavements should be prioritized.

Sisällys

<i>1. Työn tavoite ja menetelmät</i>	<i>7</i>
<i>2. Skenaariot</i>	<i>12</i>
<i>2.1 Skenaario 1a</i>	
<i>2.2 Skenaario 1b</i>	
<i>2.3 Skenaario 2a</i>	
<i>2.4 Skenaario 2b</i>	
<i>2.5 Skenaario 2c</i>	
<i>3. Tulokset</i>	<i>20</i>

1. Työn tavoitteet ja menetelmä



1. Työn tavoitteet ja menetelmä

Työn tavoite

Työn tavoitteena on laatia Malmin asemaseudulle luontopohjaisten ratkaisuiden skenaariot ja laskea niille alueellinen viherkerroin. Skenaarioita on laadittu viisi ja ne kuvastavat erilaisia maankäytön suunnittelun tavoitetasoja. Skenaariossa luontopohjaisten ratkaisujen määrä tai laatu vaihtelee. Skenaariolaskennan tavoitteena on tutkia luontopohjaisten ratkaisujen tuottamia potentiaalisia hyötyjä kaupunkiekosysteemeille, kaupunkirakenteelle ja alueen asukkaille.

Luontopohjaisilla ratkaisulla tarkoitetaan luontoon tukeutuvia tai siitä inspiroituvia ratkaisuja, joilla on tarkoitus vastata yhteiskunnallisiin haasteisiin. Näitä haasteita ovat muun muassa ilmastomuutos ja biodiversiteettikato. Kaupunkien tasolla haasteita voivat olla esimerkiksi lajien elinolosuhteiden heikentyminen ja viheralueiden pirstaloituminen.

Luontopohjaisten ratkaisut perustuvat yleensä olemassa olevien ekosysteemien ylläpitoon, olemassa olevien habitaattien ylläpitoon ja kunnostamiseen tai uusien ekosysteemien ja elinympäristöjen luomiseen. Olemassa olevien habitaattien ja ekosysteemien ylläpito ja kunnostus mahdollistaa niiden tuottamien

hyötyjen ja palveluiden monipuolistamisen sekä näiden palveluiden kestävä hyödyntämisen.

Kaupungissa luontopohjaisia ratkaisuja voivat olla esimerkiksi tulvametsät, monimuotoiset puistoalueet, joihin sisältyy useita habitaatteja, rakennetut hulevesikosteikot, ennallistetut vesialueet kuten puronvarret ja viherseinät sekä – katot. Luontopohjaisten ratkaisujen kirjo on laaja, mikä tarkoittaa sitä, että ratkaisuja on monipuolisesti tarjolla erilaisiin tarpeisiin ja tilanteisiin.

Menetelmä

Työ toteutettiin skenaariotarkasteluna ja näille skenaarioille laskettiin alueellinen viherkerroin arvo, jolla pyrittiin tarkastelemaan eri skenaarioiden tuottamia ekosysteemipalveluita.

Skenaariolaskennan tueksi laadittiin työpaja, joka oli suunnattu Helsingin kaupungin edustajille. Tarkoituksena oli kartoittaa Malmin kehittämisen suuntaviivoja sekä alueita, joilla luontopohjaisten ratkaisujen nähtiin tuovat lisähyötyjä kaupunkirakenteelle. kirjallisuuskatsauksen osalta. Lisäksi työpajan tuloksia hyödyntäen luotiin viisi tulevaisuuden maankäytön skenaariota Malmille.

Skenaarioita on viisi ja ne on jaettu 1 – ja 2 – skenaarioihin ja ne edelleen a-, b- ja c – versioihin. 1- skenaariot sisältävät niin sanotun ”business as usual” – mallin, eli maankäytön suunnittelun suunta ei merkittävästi muutu nykyisestä. Skenaarioissa 1 korttelien piha-alueet ovat pihakansina, ja pysäköinti tapahtuu niiden alla. Lisäksi 1a – ja 1b skenaariot sisältävät varauksen Viikki-Malmi pikaraitiotielle. 1b- skenaariossa oletetaan myös, että alueen viherkattopotentiali hyödynnetään muuttamalla kaikki viherkatoille otolliset katot viherkatoiksi.

2- skenaarioissa luontopohjaisia, ekosysteemipalveluja tuottavia ratkaisuja on lisätty ja suunnittelun on ajateltu lähtevän enemmän ekologisesta kuin taloudellisesta näkökulmasta liikkeelle. 2a, 2b ja 2c skenaarioissa ei ole varausta Viikki-Malmi pikaraitiotielle. 2-skenaarioissa sekä viherpinta-alaa, että sen laatua on lisätty. Piha-alueet ovat maanvaraisia ja pysäköinti on ohjattu erillisiin pysäköintilaitoksiin mm. ostoskeskusken tiloihin. 2b- ja 2c- skenaariot sisältävät 1b-skenaariotavoin viherkatoiksi muutetut katot, joissa on viherkattopotentialia.

1. Työn tavoitteet ja menetelmä

Luontopohjaisia ratkaisuja vertailtiin skenaarioiden välillä alueellista viherkerroinmenetelmää hyödyntäen. Alueellinen viherkerroin on Ruotsissa kehitetty työkalu, joka mittaa yleisten alueiden ekotehokkaan pinta-alan määrää suhteessa tarkasteltavan alueen pinta-alaan. Laskennasta saadaan tuloksena numeerinen arvo, joka on viherkerroin.

Maailmalla on käytössä useita eri viherkerroin menetelmiä ja niitä on käytössä myös Suomessa. Suomessa käytetään pääasiassa tonttikohtaista viherkerrointa, joka tarkastelee yksittäisten tonttien viherkerroinarvoa. Alueellinen viherkerroin ottaa huomioon laajemman alueen kuin tonttikohtainen viherkerroin ja se sopiikin erityisesti kaupunginosa kohtaiseen tarkasteluun. Työkalua on pilotoitu Suomessa vuonna 2020, mutta silloin laskenta keskittyi lähinnä julkisille viheralueille. Kuitenkin tässä skenaariolaskennassa huomioitiin myös yksityiset viheralueet, kuten pihat.

Alueellista viherkerrointa tukemaan ja validoimaan tehtiin myös hulevesimallinnus osalle tarkastelualuetta. Mallinnettua valuma-aluetta rajaa rautatie, Kirkonkyläntie, Viljatie, Lillinkuja ja Malmin peruskoulun pohjoispuolella kulkeva kävelypolku. Hulevesimallinnus suoritettiin EPA SWMM – verkostomallilla, joka on lisäosineen vesihuoltoalan käytetyimpiä verkostomallinnussovelluksia. Skenaarioiden mallinnuksessa hyödynnettiin SWMM:iin sisäänrakennettuja Low Impact Development (LID) rakenteita, eli luontopohjaisia ratkaisuja. SWMM-malli ja LID-rakenteet parametrisoitiin uusimpien suomalaisten mallinnustutkimusten pohjalta.

Nämä menetelmät valittiin työhön sillä niiden koettiin tukevan työlle asetettujen tavoitteiden saavuttamista. Skenaariotarkastelu mahdollistaa useamman eri maankäytön kehityssuunnan samanaikaisen tarkastelun ja alueellinen viherkerroin taas on kaupunkiin tarkoitettu, laajempien kohteiden ekosysteemipalveluiden tarkasteluun luotu työkalu.

Työhön ovat osallistuneet WSP Finlandin puolelta maisema-arkkitehti, TKT Elisa Lähde sekä maisema-arkkitehti Paula Piirainen. SYKEstä työssä ovat olleet mukana erikoistutkija Antti Rehunen, kehitysinsinööri Niklas Dahlberg, korkeakouluharjoittelija Natalia Erfving ja ryhmäpäällikkö Mika Marttunen.

Termistö

Uudet yksityiset pihat: Sisältää niiden kortteleiden ja pientaloalueiden pihat, joita tiivistetään, uudisrakennetaan tai muuten muokataan tulevaisuudessa.

Yksityiset pihat: Korttelipihat tai pientaloalueiden pihat, jotka ovat selvästi yksityisiä tai puolijulkisia

Viherkerroin menetelmänä

Työssä käytetty menetelmä pohjautuu Ruotsissa kehitettyyn *alueellinen viherkerroin* -menetelmään, jota on pilotoitu kahdesti Helsingissä: Kyläsaaren ja Malmin alueella. Alueellinen viherkerroin tähtää tonttikohtaisesta viherkertoimesta poiketen tunnistamaan laajempien alueiden, kuten kaupungin osien viheralueiden tuottamia ekosysteemipalveluita.

Alueellista viherkerrointa on tähän mennessä käytetty pääasiassa julkisten ulkotilojen tuottamien ekosysteemipalveluiden laskemiseen, mutta laskennassa voidaan huomioida myös yksityiset viheralueet, kuten tässä työssä on tehty. Tämä mahdollistaa paremmin ekosysteemipalveluiden tuotannon ja määrän kokonaiskuvan hahmottamisen.

ALUEELLINEN
VIHERKERROIN

= $\frac{\text{EKOTEHOKAS PINTA-ALA}}{\text{YLEISEN ALUEEN KOKONAISPINTA-ALA}}$

EKOTEHOKAS PINTA-ALA = Y+Kx

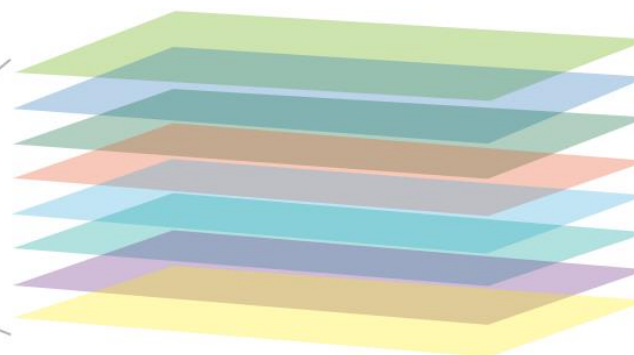
Y = kaikkien viher- ja vesialueiden yhteenlaskettu pinta-ala

K = kaikkien elementtien yhteenlaskettu pinta-ala

x = painotuskerroin

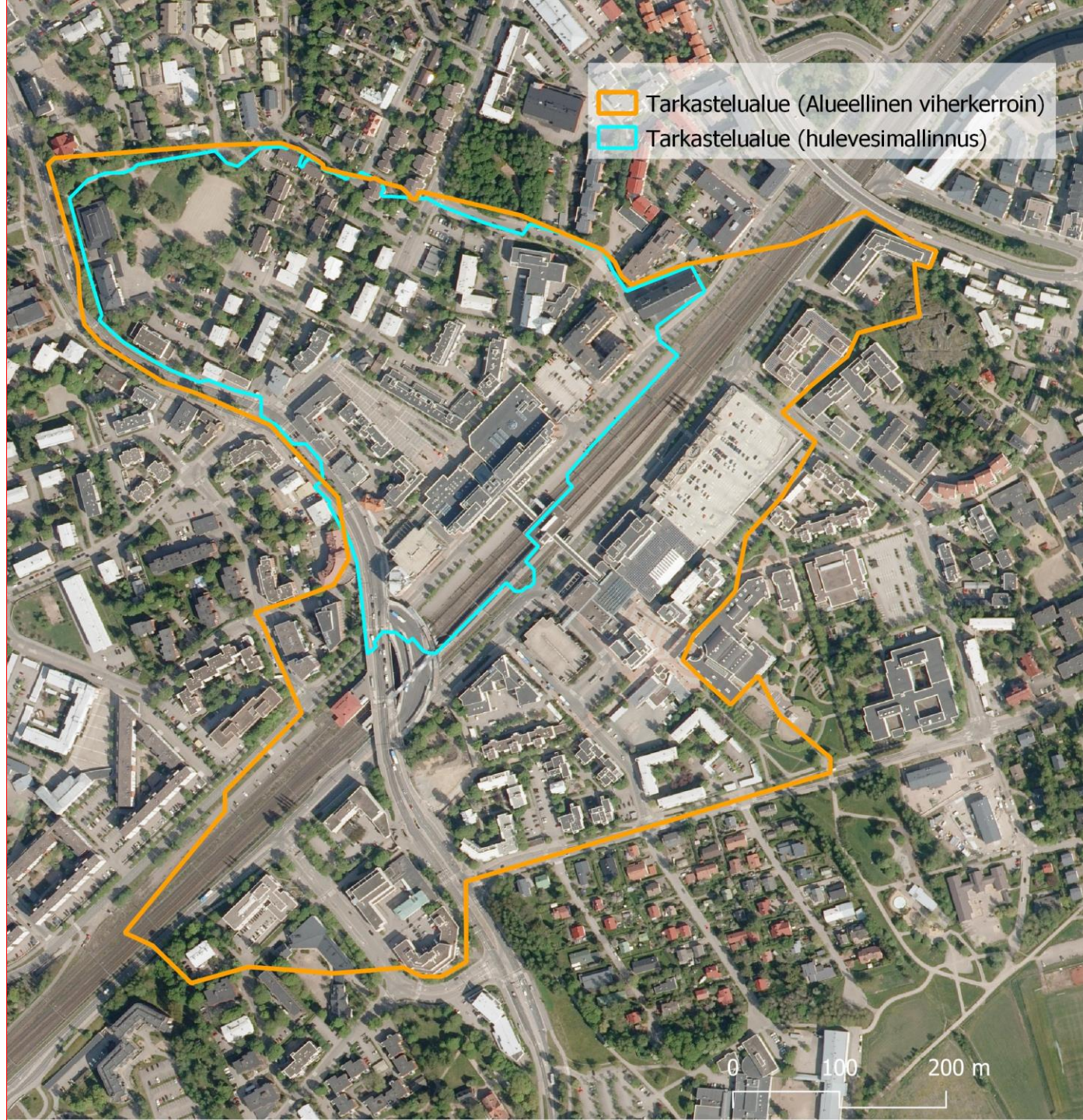


Pinnat ja elementit



- Kasvilliset alueet (Y1-Y3)
- Vesialueet (Y4)
- Luonnon monimuotoisuus (K1-K10)
- Melunvaimennus (K11-K17)
- Hulevesien hallinta (K18-K23)
- Pienilmaston säätely (K24-K28)
- Pölytys (K29-K31)
- Virkistyskäyttö ja terveys (K32-K43)

Työkalun perusajatuksena on, että alueen viher- ja vesialueet tunnistetaan ja niiden tuottamat ekosysteemipalvelut arvioidaan. Tietty alue voi tarjota monenlaisia palveluja, joten siihen voi liittyä useita elementtejä. Esimerkiksi puuryhmä voi säädellä lämpötilaa, suodattaa hulevesiä ja vaimentaa melua. Alue saa siten pisteitä sisältämiensä elementtien määrän sekä kokonsa perusteella. Tämän jälkeen kaikki viher- ja vesialueet lasketaan yhteen ja jaetaan alueen kokonaispinta-alalla.



- Tarkastelualue (Alueellinen viherkerroin)
- Tarkastelualue (hulevesimallinnus)

0 100 200 m

Ilmakuva viherkertoimen tarkastelualueesta ja mallinnusalueesta

2. Skenaariot

Tiiviit skenaariokuvaukset

Skenaario	Kuvaus
1a	"Business as usual": katuvihreä tavanomaista, kortteleissa kansipihat, lajisto yksipuolista.
1b	Kuten 1a, mutta lisäksi viherkattopotentiaalin omaavat katot on muutettu viherkatoiksi, joissa kasvualusta ohutta.
2a	Kansipihojen sijasta uusien korttelialueiden pihat ovat maanvaraisia ja pysäköinti on osittain keskitetty pysäköintilaitoksiin. Katuvihreä muodostuu hulevesien hallintaa mahdollistavista luontopohjaisista ratkaisuista. Lajisto on kauttaaltaan monimuotoista.
2b	Ekologisia arvoja, kuten pölyttäjiä tukevia habitaatteja, painotetaan vielä enemmän kuin skenaariossa 2a. Lisäksi viherkattopotentiaalin omaavat katot on muutettu viherkatoiksi kuten skenaariossa 1b, mutta kasvualusta on paksumpi.
2c	Skenaario 2c vastaa pääosin skenaario 2b, mutta lisäksi maanpäällistä pysäköintiä on vähennetty lisää korvaamalla osa "vanhoista" pysäköintialueista kasvullisilla alueilla. Maanvaraisilla pihoilla olevien kasvullisten alueiden kasvualusta on paksu ja kasvilajisto monipuolinen.

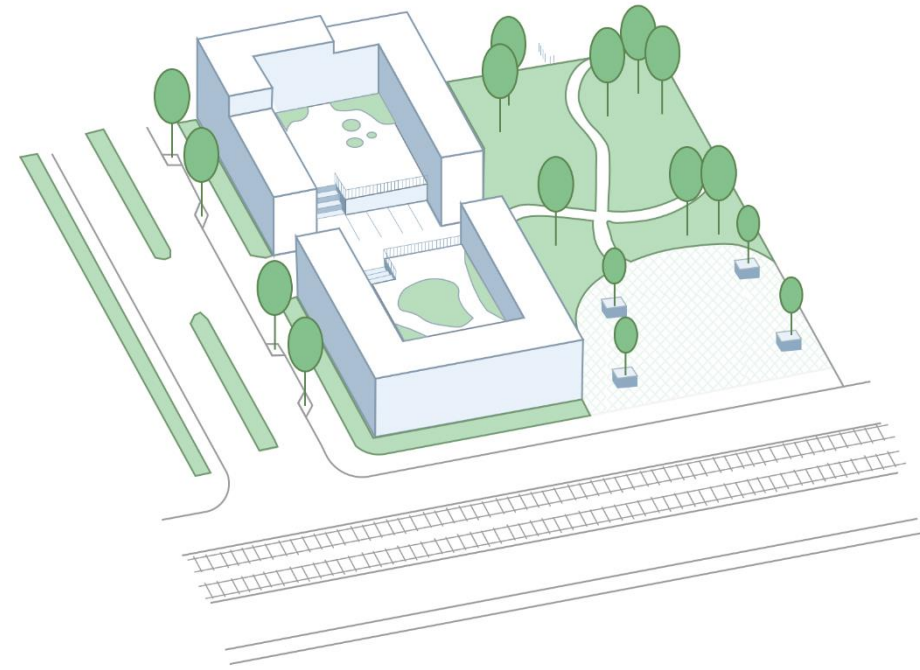
2.1 Skenaario 1a

Skenaario 1a vastaa maankäytönsuunnittelua, jossa lähdetään liikkeelle infrarakentamisen näkökulmasta ja jota rajoittaa tiukka budjetti. Vihreän infrastruktuurin ratkaisut ovat tarkoitettu lähinnä maisemointia varten, eikä niille ole ajateltu ekologistia arvoja.

Tässä skenaariossa oletuksena on se, että uudet pihat ovat kansipihoja ja pysäköintiä ei ole keskitetty pysäköintilaitoksiin. Kansipihoilla olevien kasvullisten alueiden kasvualusta on ohut ja kasvilajisto yksipuolista. Ohut kasvualusta sallii vain perennoja, heiniä tai muuta matalaa kasvillisuutta, eikä esimerkiksi puita ole mahdollista istuttaa.

Katujen viherrakentamisen tarkoituksena on maisemointi ja kasvullisten alueiden lajisto on yksipuolista. Kaduille ei ole sijoitettu innovatiivisia, luonnonmukaisia hulevesiratkaisuja. Lisäksi Viikki-Malmi – raitiotie toteutetaan tässä skenaariossa tietä pitkin, joka tarkoittaa olemassa olevien katupuiden ja katujen viheralueiden korvaamista uusilla istutuksilla. Muutamassa kohtaa katupuusto poistuu pysyvästi raitiotien vaatiman tilan vuoksi.

Uudet julkiset viheralueet ovat yksinkertaisia ja uudet puistot sisältävät pitkälti yksi tai kaksi kerroksista kasvillisuutta. Alueisiin sisältyvillä hulevesiaiheilla on lähinnä esteettistä arvoa ja hulevesiratkaisut ovat pääosin teknisiä.



Hulevesimallinnus

Skenaario 1a vastaa maankäytöltään täydennysrakentamisen tilannetta ilman erikseen mallinnettuja hulevesien imeytys- tai pidätysratkaisuja.

Kansipihoilta ei tapahdu imeyntää maaperään. Pihojen viherrakenteet on mallinnettu biosuodatusaltaina, joiden läpi kulkeutuva valunta poistuu kokonaisuudessaan varastokerroksesta purkuputkea pitkin hulevesiviemäriin.

2.2 Skenaario 1b

Skenaario 1b vastaa maankäytönsuunnittelua, jossa lähdetään liikkeelle infrarakentamisen näkökulmasta ja jota rajoittaa suhteellisen tiukka budjetti. Vihreän infrastruktuurin ratkaisut ovat pääasiassa maisemointia varten, mutta niillä tavoitteillaan jotain ekologisia arvoja. Lisäksi tässä skenaariossa viherkattopotentiaalin omaavat katot on muutettu viherkatoiksi.

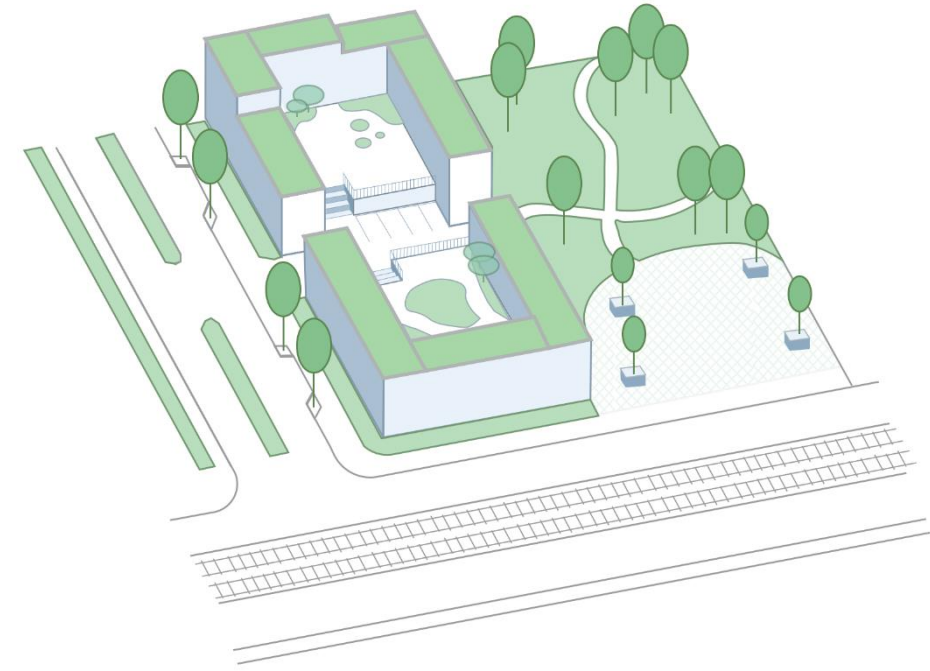
Skenaariossa 1b oletetaan, että uudet yksityiset pihat ovat pääasiassa kansipihoja ja pysäköintiä ei ole keskitetty pysäköintilaitoksiin. Kansipihoilla olevien kasvullisten alueiden kasvualusta on ohut ja kasvilajisto yksipuolista. Ohut kasvualusta sallii vain perennoja, heiniä tai muuta matalaa kasvillisuutta, eikä esimerkiksi puita ole mahdollista istuttaa.

Viherkatoilla kasvualusta on myös ohutta ja se sallii pääosin erilaisia maksaruohoja. Kuitenkin myös maksaruohokatot auttavat kaupunkialueiden hulevesien hallinnassa.

Katujen viherrakentamisen tarkoituksena pääasiassa katualueiden maisemointi, mutta tämän lisäksi tavoitellaan joitakin ekologia hyötyjä. Kasvullisten alueiden lajisto on melko yksipuolista. Kaduille ei ole sijoitettu innovatiivisia, luonnonmukaisia hulevesiratkaisuja.

Lisäksi Viikki-Malmi – raitiotie toteutetaan tässä skenaariossa tietä pitkin, joka tarkoittaa olemassa olevien katupuiden ja katujen viheralueiden korvaamista uusilla istutuksilla. Muutamassa kohtaa katupuusto poistuu pysyvästi raitiotien vaatiman tilan vuoksi.

Uudet julkiset viheralueet ovat suurilta osin yksinkertaisia, yksi – tai kaksi kerroksista kasvillisuutta sisältäviä puistoja tai aukioita. Alueisiin sisältyvillä hulevesiaiheilla on lähinnä esteettistä arvoa ja hulevesiratkaisut ovat pääosin teknisiä.



Hulevesimallinnus

Maankäyttö ja kansipihat on mallinnettu vastaavasti kuin skenaariossa 1a.

Suurinta osaa rakennuksista peittää viherkatot. Viherkatot on mallinnettu 100 mm paksulla kasvukerroksella.

2.3 Skenaario 2a

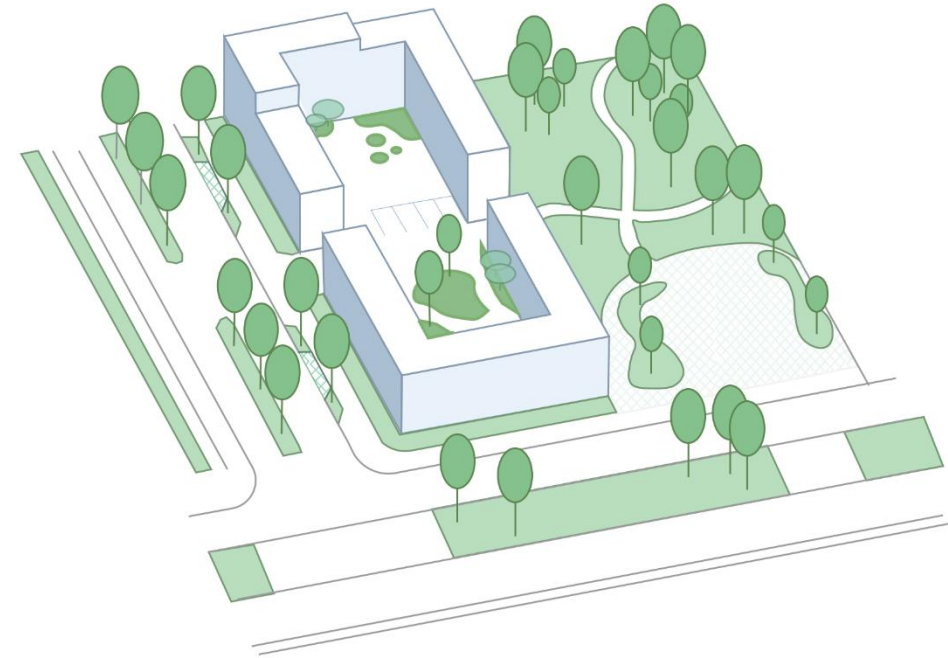
Skenaario 2a vastaa maankäytönsuunnittelua, jossa korostetaan kestävä kehitystä ja infrarakentamisen lisäksi painotetaan monimuotoista ja monipuolista vihreää infrastruktuuria. Vihreän infrastruktuurin ratkaisuilla tavoitellaan sekä esteettistä että ekologisia arvoja.

Skenaariossa 2a oletetaan, että uudet yksityiset pihat ovat maanvaraisia ja pysäköinti on osittain keskitetty pysäköintilaitoksiin. Maanvaraisilla pihoilla olevien kasvullisten alueiden kasvualusta on kansipihaa paksumpi ja kasvilajisto monipuolisempaa. Paksumpi kasvualusta sallii matalan kasvillisuuden lisäksi esimerkiksi kookkaampia puita.

Katujen viherrakentamisen tarkoituksena on maisemoinnin lisäksi katualueiden hulevesien hallinta. Hulevesiä on tarkoitus hallita luontopohjaisilla ratkaisuilla, kuten bio-suodatusalueilla ja sadeputarhoilla. Tämän lisäksi tavoitellaan muitakin ekologia hyötyjä, kuten monimuotoista kasvillisuutta ja pölyttäjiä sopivien ympäristöjen luomista.

Viikki - Malmi – raitiotie ei toteudu tässä skenaariossa, jolloin olemassa olevasta katujen viherkaistoista tai katupuustosta ei jouduta karsimaan.

Uudet julkiset viheralueet ovat monipuolisia, yksi – tai kaksi kerroksista kasvillisuutta sisältäviä puistoja tai aukioita. Alueisiin sisältyvillä hulevesiaiheilla on ekologisia arvoja ja ne perustuvat erilaisiin luontopohjaisiin ratkaisuihin.



Hulevesimallinnus

Maankäyttö on mallinnettu muuten kuin skenaariossa 1a, mutta katujen varsille on mallinnettu biosuodatusaltaita ja Ylä-Malmin torin kasvillisuuden alueet ovat sadeputarhoja suoralla maaperäyhteydellä.

Maavarapihojen maankäyttö on sama kuin skenaarioissa 1, mutta viheralueilta tapahtuu imeyntää maaperään. Viheralueista 20% on biosuodatusaltaita, joiden kasvu- ja varastokerrokset 1-skenaarioita paksumpia.

2.4 Skenaario 2b

Skenaario 2b vastaa maankäytönsuunnittelua, jossa korostetaan kestävä kehitystä ja infrarakentamisen lisäksi painotetaan monimuotoista ja monipuolista vihreää infrastruktuuria. Vihreän infrastruktuurin ratkaisuilla tavoitellaan sekä esteettistä että ekologisia arvoja. Ekologisia arvoja painotetaan vielä enemmän kuin skenaariossa 2a. Skenaarion 1b tavoin skenaario 2b sisältää myös potentiaaliset viherkatot.

Skenaariossa 2b oletetaan, että uudet yksityiset pihat ovat maanvaraisia ja pysäköinti on osittain keskitetty pysäköintilaitoksiin. Maanvaraisilla pihoilla olevien kasvullisten alueiden kasvualusta on paksu ja kasvilajisto monipuolisempaa. Paksumpi kasvualusta sallii matalan kasvillisuuden lisäksi esimerkiksi kookkaampia puita. Kasvullisista alueista 30 % on varattu pölyttäjiä tukeville habitaateille, kuten niityille.

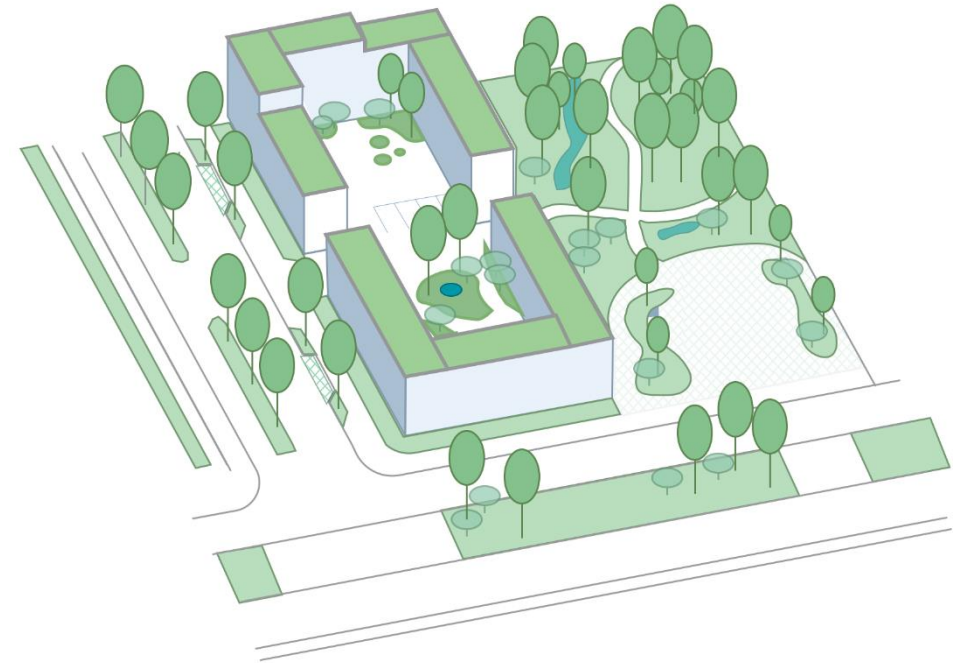
Viherkatoilla kasvualusta on paksumpaa kuin skenaariossa 1b ja se sallii esimerkiksi niitty- ja ketokasvillisuutta. Viherkatot auttavat kaupunkialueiden hulevesien hallinnassa ja keto- ja niittyhabitaatit tukevat pölyttäjiä.

Viherkattojen pinta-alasta 20% on varattu hulevesiä intensiivisesti käsitteleville luontopohjaisille ratkaisuille, kuten viivytyrakenteille.

Katujen viherrakentamisen tarkoituksena on maisemoinnin lisäksi katualueiden hulevesien hallinta. Hulevesiä on tarkoitus hallita luontopohjaisilla ratkaisulla, kuten bio-suodatusalueilla ja sadeputarhoilla. Tämän lisäksi tavoitellaan muitakin ekologia hyötyjä, kuten monimuotoista kasvillisuutta ja pölyttäjiille sopivien ympäristöjen luomista.

Viikki-Malmi – raitiotie ei toteudu tässä skenaariossa, jolloin olemassa olevasta katujen viherkaistoista tai katupuustosta ei jouduta karsimaan.

Uudet julkiset viheralueet ovat monipuolisia, yksi – tai kaksi kerroksista kasvillisuutta sisältäviä puistoja tai aukioita. Alueisiin sisältyvillä hulevesiaiheilla on ekologisia arvoja ja ne perustuvat erilaisiin luontopohjaisiin ratkaisuihin.



Hulevesimallinnus

Maankäyttö ja maavarapihat vastaavat skenaariota 2a.

Viherkatot on mallinnettu 200 mm paksulla kasvukerroksella.

2.5 Skenaario 2c

Skenaario 2c vastaa maankäytönsuunnittelua, jossa korostetaan kestävä kehitystä ja infrarakentamisen lisäksi painotetaan monimuotoista ja monipuolista vihreää infrastruktuuria. Vihreän infrastruktuurin ratkaisuilla tavoitellaan sekä esteettistä että ekologisia arvoja. Skenaario 2c vastaa pääosin skenaario 2b:tä, mutta tässä skenaariossa piha-alueiden pysäköinti on keskitetty suurelta osin pysäköintilaitoksiin. Skenaarioiden 1b ja 2b tavoin skenaario 2c sisältää myös potentiaaliset viherkatot.

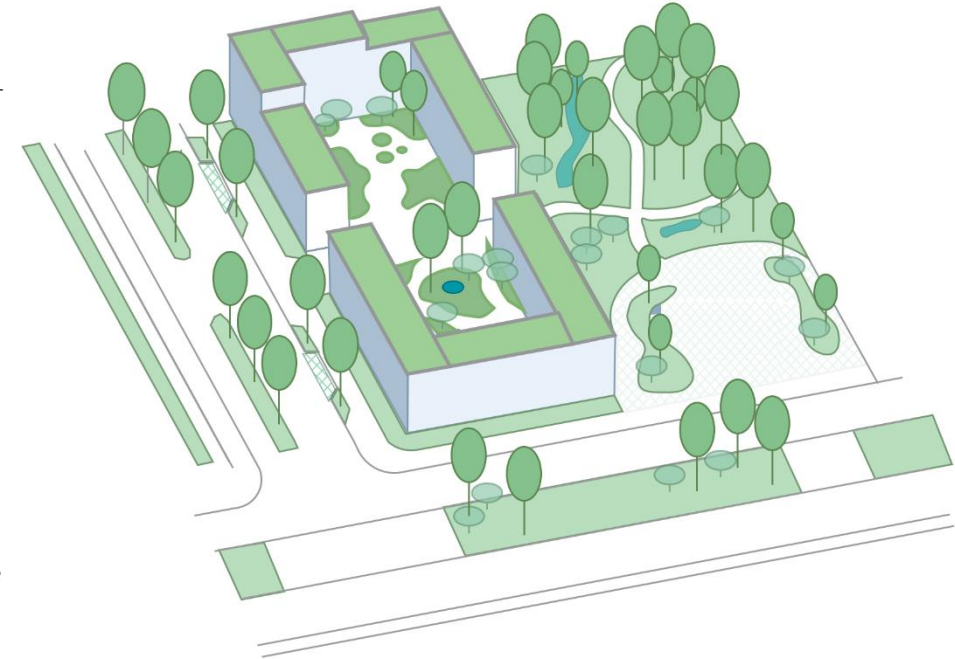
Skenaariossa 2c uudet yksityiset pihat ovat maanvaraisia ja piha-alueiden pysäköinti on suurelta osittain keskitetty pysäköintilaitoksiin. Maanpäällistä pysäköintiä on vähennetty ja vanhat pysäköintialueet on korvattu kasvillisilla alueilla. Maanvaraisilla pihilla olevien kasvullisten alueiden kasvualusta on paksu ja kasvilajisto monipuolinen. Kasvullisista alueista 30 % on varattu pölyttäjiä tukeville habitaateille, kuten niityille. Pihojen kasvullisista alueista 25% ja katujen kasvullisista alueista 60% on varattu hulevesiä käsitteleville ratkaisuille, kuten sadeputarhoille ja biosuodatusaltille.

Viherkatoilla kasvualusta on paksumpaa kuin skenaariossa 1b ja se sallii esimerkiksi niitty- ja

ketokasvillisuutta. Viherkatot auttavat kaupunkialueiden hulevesien hallinnassa ja keto- ja niittyhabitaatit tukevat pölyttäjiä. Viherkarttojen pinta-alasta 20% on varattu hulevesiä intensiivisesti käsitteleville luontopohjaisille ratkaisuille, kuten viivytyrakenteille ja 80% on varattu pölyttäjiä suosiviksi pinnoiksi.

Katujen viherrakentamisen tarkoituksena on maisemoinnin lisäksi katualueiden hulevesien hallinta. Hulevesiä on tarkoitus hallita luontopohjaisilla ratkaisuilla, kuten biosuodatusalueilla ja sadeputarhoilla. Tämän lisäksi tavoitellaan muitakin ekologia hyötyjä, kuten monimuotoista kasvillisuutta ja pölyttäjiä sopivien ympäristöjen luomista.

Viikki - Malmi – raitiotie ei toteudu tässä skenaariossa, jolloin olemassa olevasta katujen viherkaistoista tai katupuustosta ei jouduta karsimaan. Uudet julkiset viheralueet ovat monipuolisia, yksi – tai kaksi kerroksista kasvillisuutta sisältäviä puistoja tai aukioita. Alueisiin sisältyvillä hulevesiaiheilla on ekologisia arvoja ja ne perustuvat erilaisiin luontopohjaisiin ratkaisuihin.



Hulevesimallinnus

Mallinnus vastaa skenaariota 2b, mutta vanhat läpäisemättömät pysäköintialueet on muutettu kasvillisuuden alueiksi, joilla on myös biosuodatusaltaita maavarapihojen tapaan.

Hulevesimallinnus

Hulevesimallinnuksella tarkasteltiin eri sade-tapahtumien aiheuttamaa valuntaa ja verkoston tulvimista. Sadetapahtumina käytettiin tilastollisesti kerran 2, 10 ja 100 vuodessa tapahtuvia tunnin sadantoja, joilla on intensiteettiä 30 minuutin kohdalla. Laskenta-aika oli 6 tuntia, jotta vesi pääsee valumaan valuma-alueella alaspäin riittävän kauan.

Skenaarioiden maankäyttö vastaa täydennys-rakentamisen tilannetta yleisten alueiden osalta. Maankäyttö ja siihen liittyvät parametrit ovat kaikissa skenaarioissa samoja paitsi niiden alueiden osalta, joissa alue muutetaan LID-rakenteeksi, sekä skenaariossa 2c niiden nykyisten pysäköintialueiden osalta, jotka muutetaan viheralueiksi pysäköinnin keskittyessä laitoksiin.

Hulevesien kulkureitit on mallinnettu niin, että läpäisemättömiltä alueilta valunta ohjataan mahdollisuuksien mukaan ensin katujen viher-rakenteisiin, ja niiltä hulevesiviemäriin. Rakennusten katoilta ja piha-alueilta vesi ohjautuu suoraan hule-vesiviemäriin, eikä julkisille katualueille. Valunnan kulkureitit ovat identtiset skenaarioissa.

Skenaariot eroavat toisistaan uusien yksityisten pihojen, katuvihreän, Ylä-Malmin torin ja kattojen käsittelyssä. Skenaario 1a on mallinnettu ilman luontopohjaisia hulevesien imeytys- tai pidätys-ratkaisuja, jolloin vedenpidätys ja maaperään imeytyminen tapahtuu vain tavallisilla kaupunki- ja katukasvillisuuden alueilla. Uudet yksityiset pihat on mallinnettu kansipiharakenteina niin, että pihan kävelyalueet ovat täysin vettä läpäisemättömiä ja johdattavat valunnan pihojen viherrakenteisiin. Viherrakenteista ei tapahdu imeytymistä maaperään vaan ne on mallinnettu biosuodatus-altaina, joista valunta poistuu altaan varastokerroksesta purkuputkea pitkin hulevesiverkoston.

Skenaariossa 2a katujen varsilla sijaitsevat nurmi-alueet on mallinnettu kasvillisuuden peittäminä biosuodatusaltaina, joiden varastokerroksesta vesi joko imeytyy maaperään tai purkautuu purkuputkea pitkin hulevesiviemäriin. Ylä-Malmin torin viheralueet on mallinnettu sadepuu-tarhoina ilman varastokerrosta ja purkua hulevesi-viemäriin. Uusien yksityisten pihojen maankäyttö on sama kuin skenaarioissa 1, mutta pihojen viherrakenteet on

mallinnettu maanvaraisina, jolloin niillä tapahtuu imeytymistä. Poiketen 1-skenaarioista, pihojen biosuodatusaltaat kattavat vain 20% viheralueiden pinta-alasta, loput on monipuolista korttelipiha-kasvillisuutta. Biosuodatusaltaiden kasvu- ja varastokerrokset ovat kolminkertaiset 1-skenaarioihin nähden ja varastokerroksesta tapahtuu imeytymistä maaperään. Biosuodatusaltaissa on myös purkuputki hulevesiviemäriin estämään pihojen liiallista tulvimista, mutta ne kykenevät varastoimaan moninkertaisesti vettä skenaarioon 1 verrattuna ennen kuin purkautuminen alkaa.

Skenaariot 1b ja 2b vastaavat skenaarioita 1a ja 2a, mutta näissä lähes kaikille katoille on mallinnettu viherkatto, jonka paksuus on 100 mm skenaariossa 1b ja 200 mm skenaariossa 2b.

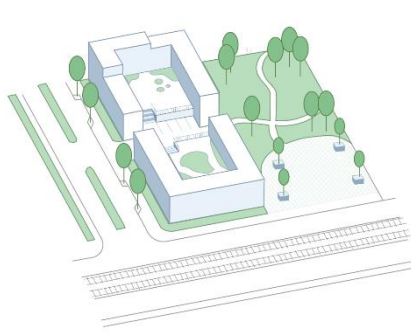
Skenaario 2c vastaa maankäytöltään ja LID-rakenteiltaan muuten skenaariota 2b, mutta siinä kasvillisuudella korvatut vanhat pysäköintialueet on muutettu vastaavanlaisiksi pihakasvillisuuden alueiksi kuin uusilla yksityisillä pihoilla. Myös näillä alueilla 20% alueen pinta-alasta on biosuodatusaltaita.

3. Tulokset

3. Tulokset

3. Tulokset

Nykytilan viherkerroin on 0.58



Skenaario 1a

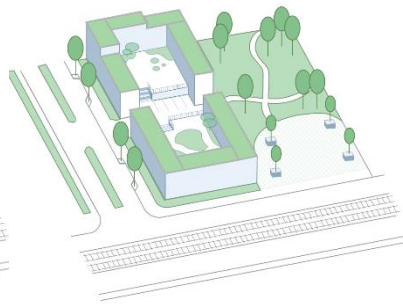
Viherkerroin 0.51

Yksityisten pihojen ala: 30 361 m²
joista maanvaraista pihaa: 27 818 m²
joista kansipihaa: 2543 m²

Katuvihreän ala: 22 480 m²

Julkisten viheralueiden ala: 10 230 m²

Viherpintaa yhteensä: 63 071 m²



Skenaario 1b

Viherkerroin 1.10

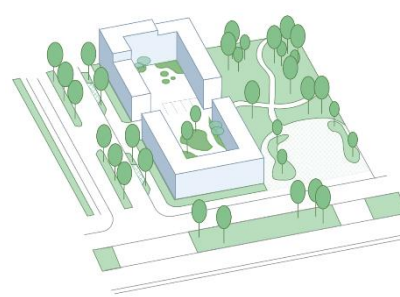
Yksityisten pihojen ala: 30 361 m²
joista maanvaraista pihaa: 27 818 m²
joista kansipihaa: 2543 m²

Katuvihreän ala: 22 480 m²

Julkisten viheralueiden ala: 10 230 m²

Viherkattojen ala: 140 177 m²

Viherpintaa yhteensä: 203 248 m²



Skenaario 2a

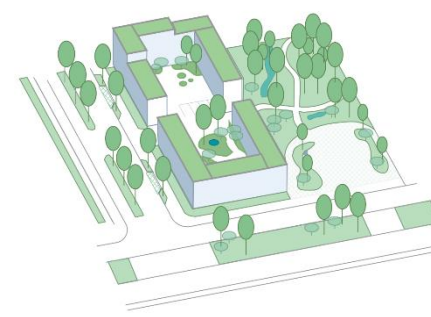
Viherkerroin 0.61

Yksityisten pihojen ala: 30 361 m²
joista maanvaraista pihaa: 30 361 m²
joista kansipihaa: 0 m²

Katuvihreän ala: 31 275 m²

Julkisten viheralueiden ala: 10 230 m²

Viherpintaa yhteensä: 71 886 m²



Skenaario 2b

Viherkerroin 1.65

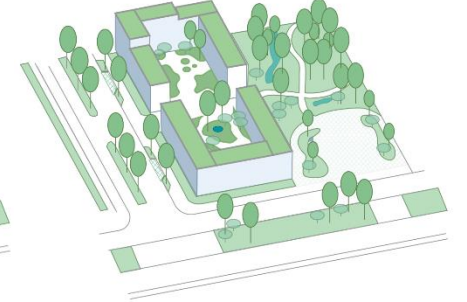
Yksityisten pihojen ala: 30 361 m²
joista maanvaraista pihaa: 30 361 m²
joista kansipihaa: 0 m²

Katuvihreän ala: 31 275 m²

Julkisten viheralueiden ala: 10 230 m²

Viherkattojen ala: 140 177 m²

Viherpintaa yhteensä: 212 043 m²



Skenaario 2c

Viherkerroin 1.67

Yksityisten pihojen ala: 33 677 m²
joista maanvaraista pihaa: 33 677 m²
joista kansipihaa: 0 m²

Katuvihreän ala: 31 275 m²

Julkisten viheralueiden ala: 10 230 m²

Viherkattojen ala: 140 177 m²

Viherpintaa yhteensä: 215 359 m²

3. Tulokset

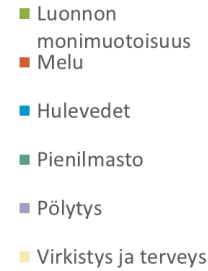
3. Tulokset

Viherkertoimet eri skenaarioille:

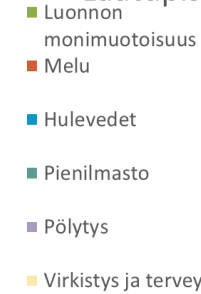
- 0.58 Nykytila
- 0.51 Skenaario 1a
- 1.10 Skenaario 1b
- 0.61 Skenaario 2a
- 1.65 Skenaario 2b
- 1.67 Skenaario 2c

Korkeimman viherkerroinarvon sai skenaario 2c ja pienimmän skenaario 1a. Eri skenaarioiden tuottamat ekosysteemipalvelut eivät jakautuneet tasaisesti, vaan osassa skenaarioissa painottuivat voimakkaasti esimerkiksi melunvaimennus tai pölytys. Piirakkadiagrammi kertoo kuinka monta prosenttia laatupisteistä tulee kustakin ekosysteemipalvelukategoriasta, mutta siitä ei selviä palveluiden absoluuttinen määrä. Näin ollen diagrammeja ei voida käyttää vertaamaan ekosysteemipalveluiden määrää eri skenaarioissa, vain niiden jakautumista skenaarion sisällä.

Laatupisteiden jakaantuminen



Laatupisteiden jakaantuminen 1a



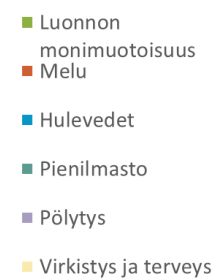
Laatupisteiden jakaantuminen 1b



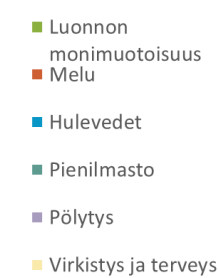
Laatupisteiden jakaantuminen 2a



Laatupisteiden jakaantuminen 2b



Laatupisteiden jakaantuminen 2c



3. Tulokset

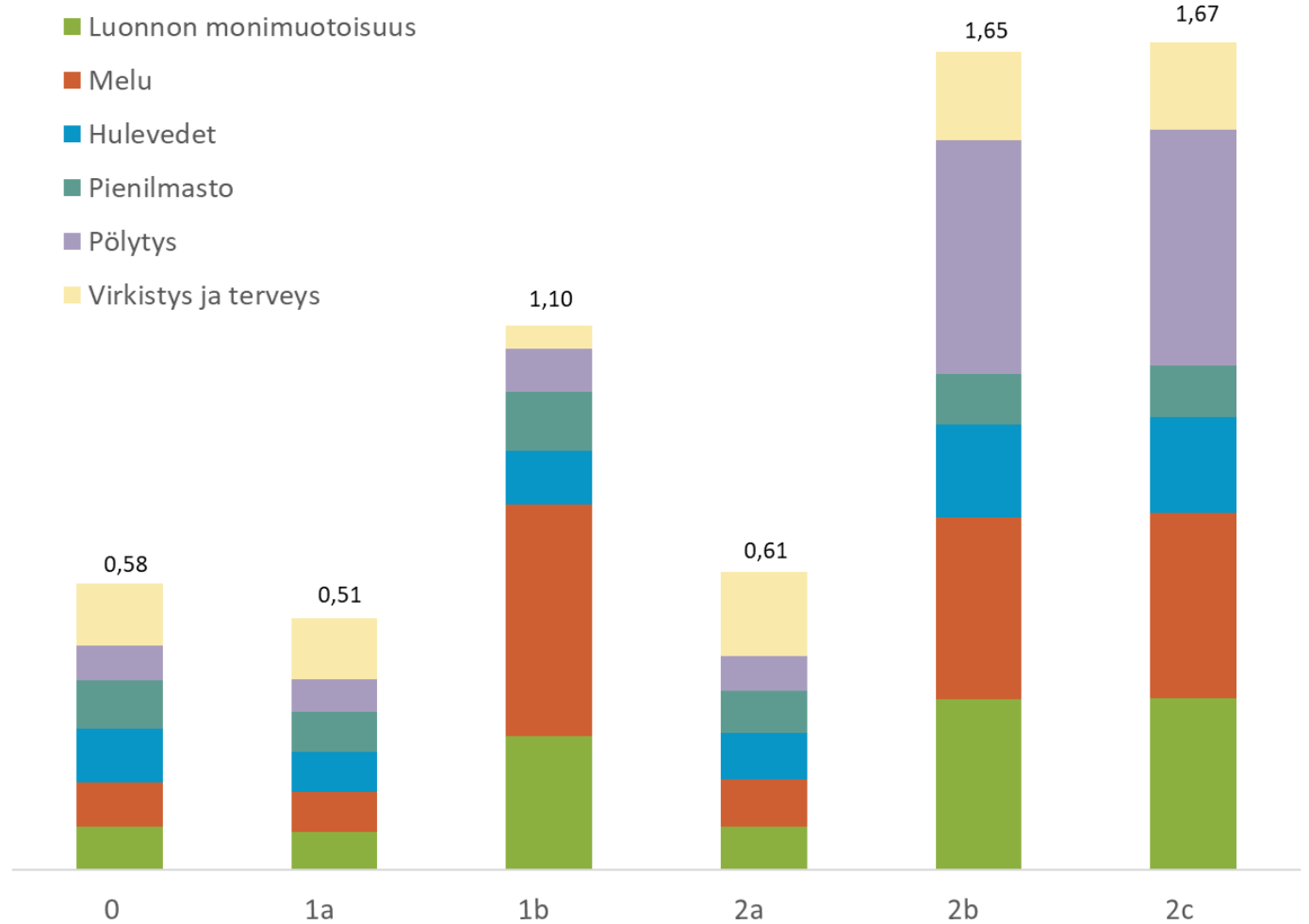
3. Tulokset

Viherkertoimet eri skenaarioille:

- 0.58 Nykytila
- 0.51 Skenaario 1a
- 1.10 Skenaario 1b
- 0.61 Skenaario 2a
- 1.65 Skenaario 2b
- 1.67 Skenaario 2c

Tulokset on vieressä esitetty pylväsdiagrammeina, jotka esittävät edellisen sivun piirakkadiagrammeja paremmin erot eri skenaarioiden välillä.

Diagrammit kuvaavat kunkin skenaarion ekotehokkaan pinta-alan suhdetta tarkastelualueen kokonaispinta-alaan (pylvään päällä oleva viherkerroin arvo). Lisäksi ne avaavat tarkasteltujen piirteiden tuottamaa kerroin arvoa suhteessa koko arvoon (eri väriset osuudet). Näin voidaan nähdä, että esimerkiksi skenaariossa 2a merkittävä osa viherkerroin arvosta muodostuu virkistyksestä.



Viherkerrointulosten tulkinta

Alueellinen viherkerroin on työkaluna vielä kehitysvaiheessa ja tämä heijastuu tulosten tulkintaan. Tarkastelusta lopputuloksena saatava ”viherkerroin” kertoo siis alueen ekotehokkaan pinta-alan suhteesta koko alueen pinta-alaan. Tarkastelu tuo esiin sen, miten skenaarionmuodostuksessa tehdyt valinnat esimerkiksi niitty-pinta-alasta tai hulevesien hallintaa tuottavien luontopohjaisten ratkaisuiden määrästä näkyvät viherkertoimessa ja mikä on tämän tyyppisten luontopohjaisten ratkaisuiden merkitys suhteessa muuhun viherrakenteeseen.

Alkuperäinen menetelmä sisältää tulosten esittämisen ainoastaan piirakkadiagrammeilla. Tarkastelun aikana todettiin, että piirakkadiagrammi kuvaa heikosti eri skenaarioiden välisiä eroja. Tulokset esitettiin tämän takia myös pylväsdiagrammeilla, jotka tuovatkin viherkertoimen kehityksen eri skenaarioissa hyvin esiin. Tulokset osoittavat, että lisätyillä luontopohjaisilla ratkaisuilla, kuten viherkatoilla on

merkittävä vaikutus viherkertoimeen. Taustalla on alueen tiivis rakentaminen, jossa nykytilassa viherrakenteille ei ole jäänyt paljoa tilaa. Lisäksi viherkattovaihtoehdoissa niiden suhteellinen pinta-ala koko alueen pinta-alaan verrattuna oli suuri, joten luonnollisesti viherrakenteiden määrä nousi näissä skenaarioissa merkittävästi.

Lisäksi voidaan todeta, että alueellinen viherkerroin laskenta onnistuu konkretisoimaan viherrakenteiden ja luontopohjaisten ratkaisuiden monitoiminallisuutta eli kykyä tuottaa samanaikaisesti monia eri ekosysteemipalveluita havainnollisesti. Eri skenaarioiden tuottamat hyödyt on helppo ymmärtää ja myös verrata niitä toisiinsa etenkin pylväsdiagrammimuotoisessa esityksessä.

3. Tulokset

3. Hulevesimallinnus – tulokset

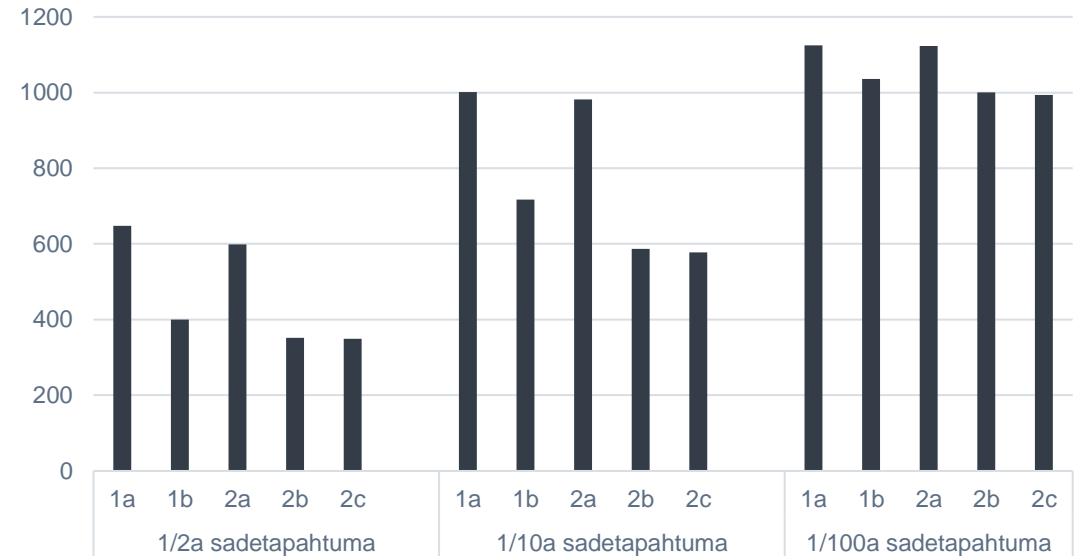
Hulevesimallinnuksen tuloksia eri skenaarioiden välillä verrattiin eroina valuntapiikissä, kokonaisvalunnassa mallinnetulta valuma-alueelta sekä hulevesikaivoista ylitulvineessa vesimäärässä (seuraava kalvo). Skenaarioita 1b, 2a, 2b ja 2c verrattiin ”business-as-usual” – skenaarioon 1a.

Valuntapiikissä suhteelliset erot skenaarioiden välillä pienenevät, mitä rankempi sadetapahtuma on kyseessä. Kerran 100 vuodessa toistuvalla rankalla sateella ero skenaarioiden 1a ja 2a välillä on minimaalinen. Näin rankalla sateella laajat viherkatot tarjoavat ainoan merkittävän vedenpidätyksen ja niilläkin vaikutus valuntapiikkiin jää alle 10% vähenemään skenaariosta 1a. Tämä selittyy parhaiten viherkattojen suurella pinta-alalla (0,348 ha) suhteessa katuvarsien viheralueisiin ja niiden

hulevesirakenteisiin (0,043 ha).

Toisaalta pienemmillä sadetapahtumilla 2b-skenaarion (katuviherrakenteet ja viherkatot) aikaansaama hyöty on erityisesti valuntapiikin osalta suurempi kuin osiensa summa. Tästä voi päätellä, että hulevesirakenteiden monipuolistaminen voi tuottaa myös enemmän valunnan viivytystä kuin pelkät viherkatot tai katurakenteet yksinään. Tämä testattiin myös niin, että viherkattojen paksuutta ei muutettu skenaarion 1b ja 2b välillä. Muutoksella ei ollut vaikutusta 1/2a ja 1/10a toistuvuuden tuloksiin.

Valuntapiikki valuma-alueelta
l/s



3. Tulokset

3. Tulokset

Kokonaisvalunnan osalta erot ovat hieman selkeämmät kuin valuntapiikissä myös rankalla sateella. Skenaarion 2a kadunvarsien biosuodatus alueet kykenevät pidättämään jonkin verran vettä, vaikka eivät vaikuta merkittävästi valuntapiikkiin.

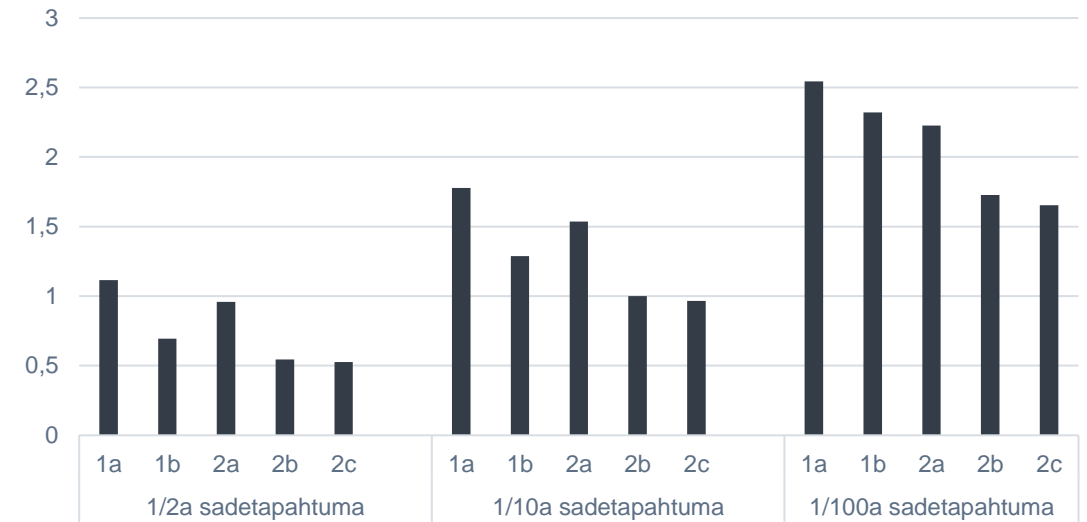
Kokonaisvalunnan osalta on huomattava, että hulevesikaivoista yli tulvinut vesimäärä oletettiin mallinnuksessa poistuvan ”systeemistä”, eikä se lammikoidu kaivojen päälle. Jos tulvinut vesimäärä syötettäisiin takaisin hulevesiverkostoon kapasiteetin niin salliessa, erot skenaarioiden välillä suurensivat niiden skenaarioiden kohdalla, joissa tulvimista tapahtuu. Tällä oletuksella on paljon pienempi vaikutus valuntapiikkiin, minkä vuoksi valuntapiikkiä käytettiin vertailukohtana tarkasteltaessa alueellisen viherkertoimen korrelaatiota hulevesimallinnuksen kanssa (kts. kalvo 25).

Ylitulviminen viemäriverkostosta kuvaa hulevesikaivojen päälle ja ympärille tulvivaa vesimäärää, joka johtuu kaivon ja hulevesiverkoston kapasiteetin täyttymisestä.

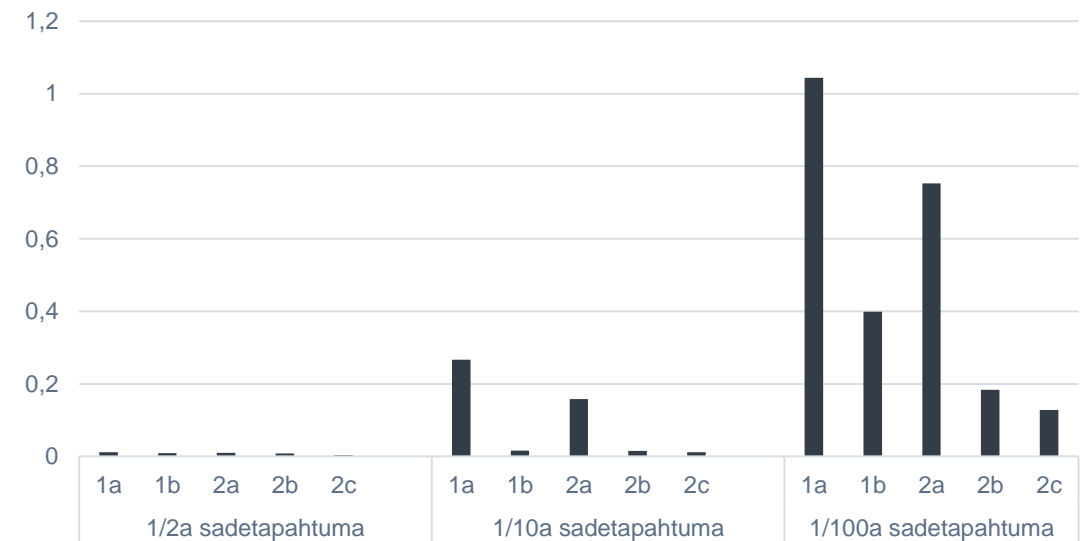
Ylitulvimista ei käytännössä tapahdu kerran 2 vuodessa toistuvan sateen aikana. Tämä on oletettavaakin, ottaen huomioon normaalin hulevesi-verkoston suunnittelukapasiteetin.

Ylitulvimisessa näkyy selkeä parannus skenaarioiden 1a ja 2a välillä myös 1/100a toistuvuuden sadetapahtumalla. Laajat viherkatot kykenevät ehkäisemään ylitulvimista paremmin kuin katujen biosuodatusaltaat, jopa alle puoleen. Kuitenkin biosuodatusaltaidenkin pienentävä vaikutus tulvivaan vesimäärään on yli 25%.

Kokonaisvalunta valuma-alueelta
10⁶ l



Ylitulviminen sadevesikaivoista
10⁶ l



(*) Vain yksi kaivo tulvii 1/2a sadetapahtuman skenaarioissa 1b, 2a, 2b ja 2c.

3. Tulokset

3. Piha-alueiden valunta

Maavaraiset pihat vähensivät valuntaa piha-alueilta verrattuna kansipihoihin. Oikealla on esimerkki alalaidan kuvan mukaiselta pihalta.

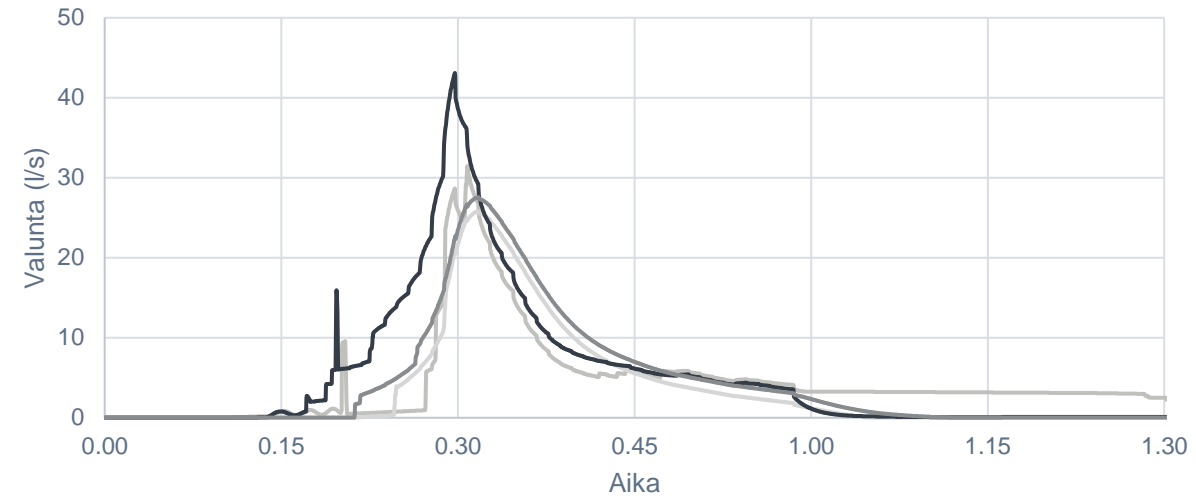
Valuntapiikki maavaraisilta pihoilta pieneni useimmissa tarkastelluissa tapauksissa. Muutoksen suuruus vaihteli n. välillä 10-50% riippuen sateen rankkuudesta ja pihojen LID-rakenteiden parametreista.

Pihoilta tuleva valunta on suuresti riippuvainen LID-rakenteiden, erityisesti maaperäkerroksen, parametreista, joita ei ole validoitu. Näin tarkastelun virhemarginaali on suuri. Epävarmuuden avaamiseksi tulokset on esitetty sekä hyvin että huonosti vettä johtavan maaperän kanssa. Tulosten selvä suunta kertoo kuitenkin maavara-pihojen eduista hulevesien hallinnassa.



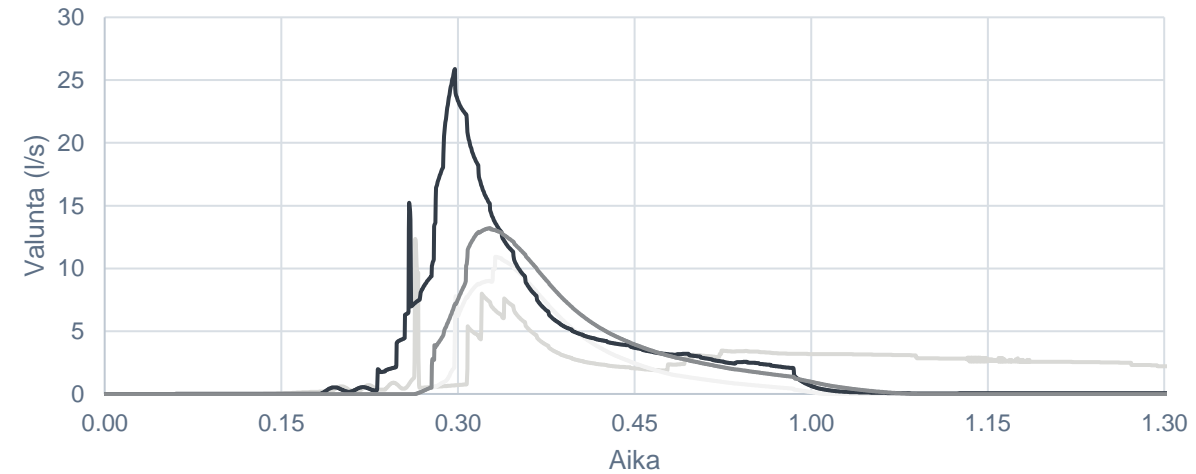
Esimerkki tarkastellusta piha-alueesta.

1/100a rankkasade



— Valunta, hyvin johtava maaperä - Ske1a — Valunta, hyvin johtava maaperä - Ske2a
 — Valunta, huonosti johtava maaperä - Ske1a — Valunta, huonosti johtava maaperä - Ske2a

1/10a rankkasade



— Valunta, hyvin johtava maaperä - Ske1a — Valunta, hyvin johtava maaperä - Ske2a
 — Valunta, huonosti johtava maaperä - Ske1a — Valunta, huonosti johtava maaperä - Ske2a

Hulevesimallinnuksen epävarmuudet

Hulevesimallinnus pyrittiin tekemään niin, että se kuvaa mahdollisimman hyvin skenaarioiden luonnetta vesienhallinnan näkökulmasta. Mallinnustyökaluna käytettiin paljon Suomessa sekä tutkimuksessa että verkostosuunnittelussa käytettyä SWMM-mallinnusohjelmaa. Mallinnukseen sisältyy kuitenkin monia epävarmuuksia, joista joitain on avattu jo tuloksissa. Epävarmuuksia avataan tässä yleisemmin.

Ensimmäinen huomioitava epävarmuus on, että hulevesimallia ei ole validoitu tapahtuneisiin sadetapahtumiin, koska validointidataa ei ollut saatavilla. Samasta syystä nykytilan hulevesimallinnus jätettiin tekemättä ja mallinnuksessa keskityttiin täydennysrakentamisen skenaarioihin. Validoinnin puutteen vuoksi maankäytön kuvauksesta pyrittiin tekemään mahdollisimman tarkka, sekä käyttämään kirjallisuudesta löytyviä maanpeitteen valunta-parametrien arvoja. Vastaavia hulevesimallinnuksia on tehty paljon pääkaupunkiseudulla myös alueilla, jotka vastaavat Malmia maanpeitteeltään ja

maaperätyypiltään. Maanpeitteen ja maaperän hydraulisen johtavuuden parametrisoinnin aiheuttama epävarmuus on siten oletettavasti kohtuu pieni.

Mallinnettujen luontopohjaisten ratkaisujen aiheuttama epävarmuus tulee sekä valituista parametreista että rakenteiden sijoittelusta ja optimoinnin puutteesta. Erityisesti biosuodatusalaiden käyttäytyminen valunnan pidättäjänä riippuu paljon alaiden eri kerrosten paksuudesta ja maaperäkerroksen imeytymisen parametreista. Kadunvarren biosuodatusalaita ei myöskään ole optimoitu keskenään niin, että eri altaat purkaisivat purkautuvaa vettä viemäri-verkoston eri tahdissa, jolloin välttyttäisiin voimaikkailta valuntapiikeiltä. Luontopohjaisten ratkaisujen parametrisoinnin vaikutus valuntaan aiheuttaa kohtalaisen epävarmuuden tuloksiin.

Hulevesimallinnuksessa oletettiin, että hulevesikaivoista yli tulvinut vesi ns. häviää systeemistä, eikä palaa enää hulevesiviemäriin kapasiteetin niin sallissa. Tämä vaikuttaa mallinnustuloksissa erityisesti kokonaisvaluntaan niissä skenaarioissa, joissa tulvimista tapahtuu merkittävästi. Jos tulvinut vesi päästettiin takaisin viemäriverkoston, kokonaisvalunta olisi lähellä tulvineen vesimäärän ja ilman takaisinsyöttöä saadun kokonaisvalunnan summaa.

Hulevesimallinnus ei myöskään kata koko viherkertoimen tarkastelualueutta. Mallin rakentamisen työläydestä johtuen hulevesimallinnuksessa tarkasteltiin pienempää valuma-alueutta kuin alueellisessa viherkertoimessa. Vaikka alueet vastaavat toisiaan maankäytöllisesti kohtuu hyvin, sijaitsee hulevesimallinnusalueella koko tarkastelu-alueeseen nähden suhteellisesti hieman enemmän uusia yksityisiä pihvoja ja vähemmän viherkattoja ja katuvihreää.

Tulosten yhteentarkastelu

Kun eri skenaarioiden viherkerroin arvot sekä valuntapiikit (1/10 a tapahtuma) tuodaan samaan kuvaajaan, voidaan nähdä että eniten luontopohjaisia ratkaisuja sisältävät 2b ja 2c skenaariot viivyttävät vettä eniten (pienin valuntapiikki) ja omaavat suurimman viherkertoimen.

Kuvaaja kertoo korrelaatiosta vettä pidättävien luontopohjaisien ratkaisujen ja viherkertoimen välillä.

viherkerroin

