

HELSINGIN YLIOPISTO

Kestävä hulevesien hallinta Uudellamaalla

Sinivihreän infrastruktuurin käyttö ja esteet

Ympäristönmuutoksen ja globaalin kestävyiden maisteriohjelma
Maisterintutkielma

Laatija:

Noora Juslin

Ohjaaja(t):

Limnologi, FM. Juha Niemi

DI. Pietu Pankkonen

Proffessori Jukka Horppila

25.2.2025

Helsinki

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta		
Tekijä - Författare – Author Noora Juslin		
Työn nimi - Arbetets titel – Title Kestävä hulevesien hallinta Uudellamaalla – sinivihreän infrastruktuurin käyttö ja esteet		
Oppiaine - Läroämne - Subject Ympäristömuutos		
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Pro gradu/ Jukka Horppila	Aika - Datum - Month and year 25.2.2025	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 56 s + 4 liitteitä
<p>Tiivistelmä - Referat - Abstract</p> <p>Kaupungistumisen seurauksena läpäisemättömien pintojen pinta-ala kaupungeissa kasvaa, mikä yhdessä ilmastonmuutoksen aikaansaaman sateiden lisääntymisen myötä lisää pintavaluntaa ja hulevesien määrää merkittävästi. Perinteisesti hulevesiä on hallittu harmaalla infrastruktuurin kokonaisuuksilla, esimerkiksi putkiviemäriverkostoilla. Sen lisäksi kirjallisuudessa on korostettu kestävien ratkaisujen, kuten sinivihreän infrastruktuurin käyttöä, jotka tuovat lisähyötyjä hulevesien hallinnan lisäksi ympäristölle sekä virkistyskäytölle. Esteitä sinivihreän infrastruktuurin ratkaisujen käyttöönotolle on esitetty kirjallisuudessa monia, joista yksi oleellinen on perinteisten putkiviemärien käyttö hulevesien poisjohtamisessa. Tässä tutkimuksessa tutkitaan sinivihreän infrastruktuurin käytön nykytilaa hulevesien hallinnan parissa Uudellamaalla, ja tunnistetaan mitä esteitä niiden laajalle käyttöönotolle on. Tutkimus toteutettiin käyttäen kyselytutkimusta selvittääkseen hulevesien parissa työskentelevien asenteita, tietoisuudesta ja kokemuksista kestävästä hulevesien hallinnasta. Lisäksi tuotettiin sisältöanalyysi uusille, vuosien 2023–2024 asemakaava-aineistoille Uudellamaalla kartoittamaan, miten sinivihreän infrastruktuurin ratkaisuja suunnitellaan. Lopuksi näiden molempien tuloksia verrattiin toisiinsa, tavoitteena saada kattava käsitys sinivihreän infrastruktuurin käytön nykytilasta ja koetuista esteistä, ja miten esteet vaikuttavat käytännössä sinivihreän infrastruktuurin hyödyntämiseen.</p> <p>Tutkimuksen tulokset, osoittavat että tietoisuus sinivihreistä ratkaisuista ja niiden hyödyistä on olemassa, mutta kirjallisuudessa tunnistetut esteet kuten rahoitus, osaaminen ja koulutus, yhteistyö eri toimijoiden välillä sekä henkilöresurssien määrä koetaan myös Uudellamaalla esteeksi sinivihreän infrastruktuurin laajamittaiselle käyttöönotolle. Asemakaava-aineistossa on sinivihreitä hulevesiratkaisuja, mutta nämä ovat aina yhteydessä perinteiseen hulevesiviemärintiin. Lisäksi osassa asemakaavoja ei ollut esitetty minkäänlaisia sinivihreän infrastruktuurin ratkaisuja.</p> <p>Tämä tutkimus osoittaa, että sinivihreän kestävä hulevesien hallinnan käyttöönotto on vielä keskeneräistä. Epävarmuus sinivihreisiin ratkaisuihin johtuu usein puutteellisesta tiedosta ja kokemuksesta, siksi osaamisen ja koulutuksen lisääminen on myös välttämätöntä resurssiongelmien ratkaisemiseksi. Tulevaisuudessa olisi tärkeää tutkia laajemmalla kyselyllä ja asemakaava-aineistojen tarkastelulla, miten näitä esteitä voitaisiin lieventää ja näin edistää sinivihreiden ratkaisujen laajempaa käyttöä.</p>		
Avainsanat – Nyckelord - Keywords Sinivihreä infrastruktuuri, kestävä hulevesien hallinta, asemakaavoitus, kyselytutkimus		
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto, Viikki		
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information		

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Faculty of Biological and Environmental Sciences		
Tekijä - Författare – Author Noora Juslin		
Työn nimi - Arbetets titel –Title Sustainable stormwater management in Uusimaa – the use and barriers of blue-green infrastructure		
Oppiaine - Läroämne - Subject Environmental Change		
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Master's thesis/ Jukka Horppila	Aika - Datum - Month and year 25.2.2025	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 56 pp + 4 appendices
<p> Tiivistelmä - Referat - Abstract Due to urbanization the amount of impermeable surfaces in cities is growing. This combined with the increase of rain due to climate change leads to significant increase of surface runoff and stormwater runoff. Traditionally, stormwater is managed with grey infrastructure entities like pipeline sewage systems. Additionally, literature also highlights the use of sustainable blue-and green infrastructure stormwater management solutions, that provide environmental and recreational benefits additional to stormwater management. Many barriers to the implementation of blue-green solutions are presented in literature, one relevant barrier being the use of traditional pipeline sewage systems for stormwater conveyance. This study explores the current state of the implementation of blue-green infrastructure regarding stormwater management in Uusimaa, and identifies what barriers there are for the widespread implementation. The study was conducted by a survey for those working with stormwaters to investigate their attitudes, knowledge and experiences with sustainable stormwater management. Content analysis was done on new 2023-2024 detailed plan materials in Uusimaa, to investigate how blue-green solutions are being planned. Finally, the results of both were compared to get a comprehensive picture of the current state of use and experienced barriers, and how the barriers are in practice affecting the implementation of blue-green infrastructure. </p> <p> The results show that the knowledge of and benefits of blue-green solutions is there, but the barriers identified in literature such as financing, competence and knowledge, cooperation between different actors and human resources are also in Uusimaa experienced as barriers to the widespread implementation of blue-and green infrastructure. The detail plan material includes blue-green solutions, but they are always in connection with traditional stormwater sewage systems. Moreover, in some detail plans there were no mentions of blue-green solutions. </p> <p> This study demonstrates that the implementation of sustainable blue-green solutions is still incomplete. Insecurity towards blue-green solutions often stems from insufficient knowledge and experience, it would thus be necessary to add more knowledge and competence to also solve the resource issues. Future research would be important to do with a larger scale survey and detail plan review, on how these barriers could be mitigated and, in this way, advance the widespread implementation of blue-green solutions. </p>		
Avainsanat – Nyckelord - Keywords Blue-green infrastructure, sustainable stormwater management, detailed planning, survey study		
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Viikki Campus Library, University of Helsinki		
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information		

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Bio- och miljövetenskapliga fakulteten		
Tekijä - Författare – Author Noora Juslin		
Työn nimi - Arbetets titel – Title Hållbar dagvatten hantering i Nyland – blågröna infrastrukturens användning och hinder		
Oppiaine - Läroämne - Subject Miljöförändring		
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Pro gradu/ Jukka Horppila	Aika - Datum - Month and year 25.2.2025	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 56 s + 4 bilagor
<p>Tiivistelmä - Referat - Abstract</p> <p>Som en följd av urbanisering ökar arealen av vatten ogenomtränglig yta. Detta i samband med klimatförändringens ökade mängd nederbörd leder till signifikant ökad mängd ytavrinning och dagvatten. Traditionellt har dagvatten hanterats med grå infrastrukturhelheter såsom röravloppsnätverk. Men litteratur har även lyft fram användningen av hållbara lösningar, såsom blågröna infrastruktur, som medför tilläggs fördelar till miljön och rekreatjonsbruk utöver endast dagvattenhantering. Flera hinder för implementeringen av blågrön infrastruktur har lyfts fram i litteratur, en väsentlig är den traditionella användningen av röravlopp för att leda bort dagvatten.</p> <p>I denna undersökning undersöks blågröna infrastrukturens nuvarande användningstillstånd bland dagvattenhantering i Nyland, och identifieras vilka hinder finns för dess breda ibruktagande. Undersökningen genomfördes med en enkät för att utreda inställningar, kännedom och erfarenheter om hållbar dagvattenhantering bland dem som jobbar med dagvatten. Dessutom gjordes en innehållsanalys för nya, åren 2023–2024 detaljplaners material från Nyland för att utreda hur blågröna infrastruktur lösningar planeras. Slutligen jämfördes bägge tvås resultat till varandra för att få en omfattande bild om antändningens nuläge, de upplevda hindren och hur hindren i praktiken påverkar utnyttjandet av blågröna lösningar.</p> <p>Undersökningens resultat visar, att kännedom om de blågröna lösningarna och dess fördelar finns, men hinder identifierade i litteratur såsom finansiering, kunnande och utbildning, samarbete mellan olika parter och personalresurser upplevs också i Nyland som hinder för dess breda ibruktagande. I detaljplans materialet finns blågröna dagvattenlösningar men de är alltid i samband med traditionellt dagvattensavlopp. Dessutom fanns det inga blågröna lösningar alls i en del av detaljplanerna.</p> <p>Denna undersökning, visar att den blågröna hållbara dagvattenhanterings ibruktagande ännu är ofullständigt. Tvekan på blågröna lösningar ofta beror på bristfällig information och erfarenhet, därför skulle ökandet av kunnandet och utbildning vara nödvändigt för att lösa även resursproblemen. I fortsatt forskning vore det viktigt att med en mer omfattande enkät och detaljplan granskning undersöka hur dessa hinder kan mildras och så främja en bredare användning av blågröna lösningar.</p>		
Avainsanat – Nyckelord - Keywords Blå-grön infrastruktur, hållbar dagvatten hantering, detaljplanering, enkätundersökning		
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Helsingfors universitets bibliotek, Vik		
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information		

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
1.1	Hulevedet kaupungistuvassa ympäristössä	1
1.2	Hulevesien hallintamenetelmät	3
1.2.1	Hulevesien hallinta harmaalla infrastruktuurilla	4
1.2.2	Hulevesien hallintaa sinivihreällä infrastruktuurilla	5
1.2.3	Kestävä kehitys osana hulevesien hallintaa	9
1.3	Kestävän hulevesien hallinnan kansainväliset ja kansalliset ohjauskeinot	10
1.3.1	EU-strategiat ja lainsäädännöt	12
1.3.2	Suomen lainsäädäntö ja asetukset	13
1.3.3	Hallinnolliset ohjauskeinot	13
1.3.4	Taloudelliset ohjauskeinot	14
1.3.5	Informaatio-ohjauskeinot	15
1.4	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet	16
2	Aineisto ja menetelmät	17
2.1	Tutkimusasetelma	17
2.2	Kyselytutkimus	17
2.2.1	Kyselylomakkeen suunnittelu	18
2.2.2	Toteutus ja aineiston kerääminen	20
2.2.3	Aineiston analysointi	20
2.3	Sisältöanalyysi asemakaavoille	20
2.3.1	Aineiston valinta	21
2.3.2	Analyysikriteerit	22
2.3.3	Sisältöanalyysi	22
2.4	Kyselytutkimuksen ja sisältöanalyysin välinen vertailu	23
3	Tulokset	24
3.1	Kyselytutkimuksen tulokset	24
3.1.1	Sinivihreän infrastruktuurin käyttö	30
3.1.2	Sinivihreän infrastruktuurin käytön koetut hyödyt	31
3.1.3	Sinivihreän infrastruktuurin käytön koetut esteet	31
3.1.4	Strategiat ja tuet sinivihreiden ratkaisujen edistämiseen	33
3.1.5	Tehokkuuden ja tyytyväisyyden kokemus	33
3.1.6	Rajaukset kyselytutkimuksen tulosanalyysissä	35
3.2	Asemakaavojen sisältöanalyysin tulokset	36

3.2.1	Asemakaavojen hulevesien hallinnan ratkaisut	36
3.2.2	Asemakaavojen hulevesien hallinnan tavoitteet ja koetut hyödyt	36
3.3	Kyselytutkimuksen ja sisältöanalyysin välinen vertailu	37
4	Tulosten tarkastelu	39
4.1	Sinivihreän infrastruktuurin ja kestävä hulevesien hallinnan nykytila	39
4.2	Esteet sinivihreiden ratkaisujen käyttöönotolle	40
4.3	Esteiden vaikutus sinivihreän infrastruktuurin käyttöön	42
4.4	Sinivihreiden ratkaisujen edistäminen	43
4.5	Tutkimuksen rajoitteet ja tulevaisuus	44
5	Johtopäätökset	46
	Lähteet	48
	Liitteet	57
	Liite 1. Kysely	57
	Liite 2. Python ohjelmointi koodit	72
	Liite 3. Analysoidut asemakaavat	99
	Liite 4. Korrelaatiomatriisi ja p-arvot	101

Kiitokset

Tämä tutkimus on toteutettu toimeksiantona Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y:lle. Haluan esittää lämpimät kiitokset toimeksiantajalle ja ohjaajilleni Juha Niemelle, Pietu Pankkoselle ja Jukka Horppilalle, joiden arvokkaat kommentit ja ohjaus ovat olleet korvaamattomia tämän työn eri vaiheissa!

1 Johdanto

1.1 Hulevedet kaupungistuvassa ympäristössä

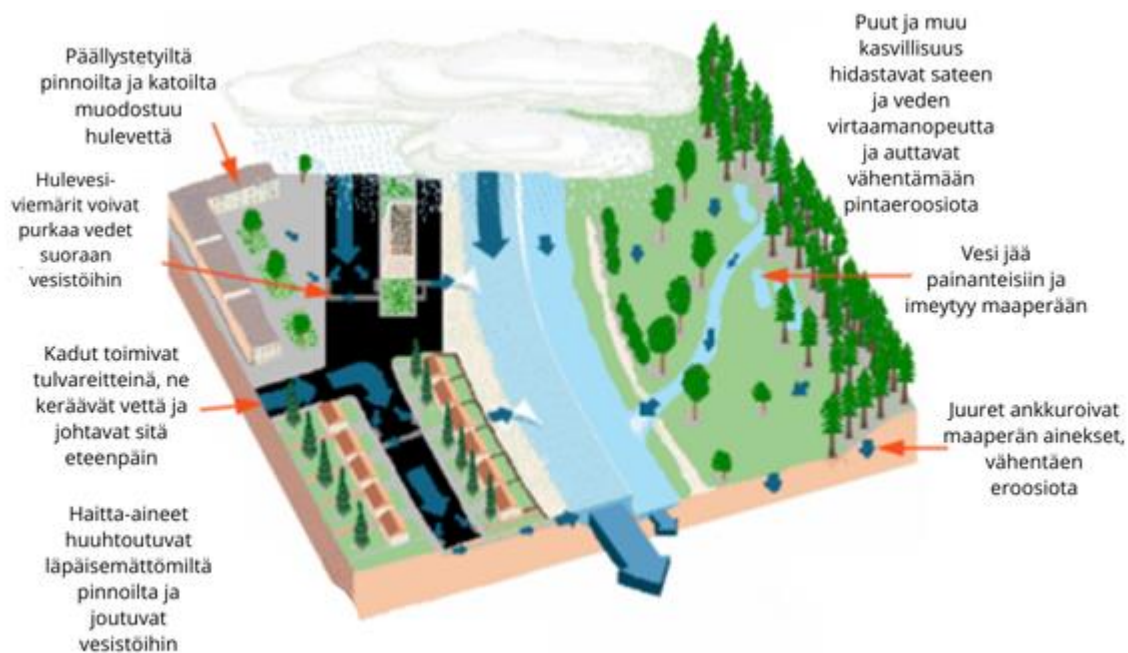
Maailman väestön keskittyminen kaupunkiin on ollut kasvussa viime vuosikymmeninä, ja YK:n raportin mukaan yli puolet maailman väestöstä asuu jo kaupungeissa – osuus, jonka odotetaan nousevan lähes 70 prosenttiin vuoteen 2050 mennessä (United Nations, 2018). Vastaava ilmiö nähdään myös Suomessa; kaupunkialueilla asuvan väestön osuus, oli 86,9 prosenttia vuonna 2022, ja lukema on kasvanut 2,2 prosenttiyksiköllä vuodesta 2012 (SYKE, 2024).

Kaupungistuminen tuo mukanaan huomattavia muutoksia maankäyttöön, kun luonnonmukaisia alueita, kuten metsiä ja peltoja, muutetaan rakennetuiksi asuin-, teollisuus- ja liikennealueiksi. Kaupunkialueiden laajeneminen (hajautuminen) ja tiivistyvä rakentaminen keskittyvät erityisesti taajamiin, joissa väestötiheys on korkea. Taajama-alueella rakennukset on sijoitettu tiiviisti toistensa läheisyyteen ja alueella on vähintään 200 asukkaan rakennusryhmiä (SYKE, 2024).

Taajamien ja rakennettujen alueiden kehitystä voi seurata esimerkiksi kaavoitettujen alueiden perusteella. Suomen pinta-alasta 28 % oli yleiskaavoitettu vuonna 2021, mikä on kaksinkertainen määrä vuoteen 2002 verrattuna. Tarkasti rakentamista ohjaavia asemakaavoja oli puolestaan laadittu noin 2,2 % Suomen pinta-alasta vuoteen 2022 mennessä (SYKE, 2024). Kaupunkialueiden laajentuessa ja väestön kasvaessa kaavoituksen rooli korostuu yhä tärkeämpänä maankäytön suunnittelua ohjaavana työkaluna (Kuntaliitto, 2012). Kaavoitus on prosessi, jossa määritellään, miten eri alueita voidaan käyttää – esimerkiksi asumiseen, teollisuuteen, virkistykseen tai suojelualueiksi (Kuntaliitto, 2012). Asemakaavoilla on erityisen keskeinen rooli yksityiskohtaisessa maankäytön suunnittelussa, sillä ne määrittävät rakennusten ja alueiden sijoittelun, tiheyden ja käyttötarkoituksen.

Kun kaupunkialueet ja taajamat laajenevat ja niitä rakennetaan, vettä läpäisemättömien pintojen pinta-alaa kasvaa. Nämä pinnat muodostuvat esimerkiksi asfaltista, betonista ja rakennuksien peltikatoista (Harindranathan Nair, 2015). Nämä vettä läpäisemättömät pinnat korvaavat luonnonmukaisia, hyvin vettä läpäiseviä pintoja ja luontaista kasvillisuutta, joka haihduttaa vettä. Tämän seurauksena veden imeytyminen maaperään ja haihtuminen vähenee merkittävästi (Almaaitah ym., 2021; Harindranathan Nair, 2015; Lundy ym., 2012). Jolloin veden luonnollinen kiertokulku häiriintyy ja hulevesiä muodostuu vettä läpäisemättömille

pinnoille (Almaaitah ym., 2021). Suomessa alueidenkäyttölaki (entinen maankäyttö- ja rakennuslaki, 132/1999) määrittelee hulevedet koostuvan rakennetuilla alueilla, maan pinnalle, rakennusten katoille tai muualla pinnalle kertyvistä sade- tai sulamisvesistä. Maaperään imeytymisen sijaan hulevedet kertyvät pinnoille, esimerkiksi katualueille, mistä ne kulkeutuvat tai johdetaan viemärijärjestelmissä lopulta vesistöihin (Darnthamrongkul & Mozingo, 2020). Luontaisen ja rakennetun ympäristön veden kiertokulut on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Rakennetun alueen ja luontaisen alueen veden kiertokulku ja niiden eroavaisuudet. Lähde: The City of Blue springs (ei päivystä), mukaillen.

Ilmastonmuutos tuo merkittäviä haasteita hulevesien hallintaan (Barbosa ym., 2012). Lämpötilojen nousun ohella ilmastonmuutos lisää ääri-ilmiöiden, kuten myrskyjen ja rankkasateiden esiintymistä ja voimakkuutta (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021). Näin hulevesitulvien riski kasvaa kaupunkialueilla. Hulevesitulvien aiheuttamat ongelmat voivat kohdistua infrastruktuuriin, kun tulvavedet voivat vaurioittaa viemärijärjestelmiä, tukkia alikulkuja tai teitä. Tulvavedet voivat myös kulkeutua rakennusten kellareihin ja perustuksiin, aiheuttaen rakenteellisia vaurioita. Hulevesitulvat vaarantavat lisäksi ihmisten turvallisuutta, mikäli tiet tulvivat ja tulva estää pelastusviranomaisten liikkumisen (Haghighatafshar ym., 2018).

Myös hulevesien laadullinen näkökulma on merkittävä haaste. Kaupunkialueilla syntyvät hulevedet voivat kuljettaa mukanaan monenlaisia haitta-aineita, jotka

päätyvät lopulta vesistöihin (Müller ym., 2020; Vahtera ym., 2022). Kun hulevedet virtaavat läpäisemättömillä pinnoilla, kuten katujen, parkkialueiden ja rakennusten kattojen pinnoilla, ne huuhtovat mukaansa erilaisia haitta-aineita (Müller ym., 2020). Haitta-aineet voivat eri muodoissa esiintyä hulevedessä liuenneina, liukenemattomina tai kiinnittyneinä hulevedessä olevaan kiintoainekseen (Barbosa ym., 2012; Dhakal & Chevalier, 2017). Müller ym. (2020) tutkimuksessa todettiin, että hulevesien mukana vesistöihin voi päätyä raskasmetalleja, kuten lyijyä, sinkkiä ja kuparia, sekä ravinteita, kuten typpeä ja fosforia. Raskasmetallit voivat olla myrkyllisiä vesieliöille, ja ne voivat häiritä näiden lajien lisääntymistä tai aiheuttaa kuolleisuutta (Hama Aziz ym., 2023). Ravinteet, kuten typen ja fosforin huuhtoutuminen voivat aiheuttaa rehevöitymistä, joka on yksi keskeisimmistä vesistöjen ekologista tilaa heikentävistä ilmiöistä (Smith & Schindler, 2009). Rehevöityminen johtaa veden samentumiseen ja lisää levien määrää. Tämä heikentää vedenlaatua kuluttamalla vedestä happea, mikä voi lisätä happikatojen esiintymistä vesistöissä (Smith & Schindler, 2009).

1.2 Hulevesien hallintamenetelmät

Hulevesien muodostumista ja kertymistä pyritään hallitsemaan eri menetelmillä, vähentääkseen rakennetuilla alueilla syntyvien hulevesien haitallisia vaikutuksia. Hulevesien hallinnan menetelmiä voi jakaa eri tyyppeihin: johtaminen, ehkäiseminen, vähentäminen, ja viivyttäminen. Näiden prioriteettijärjestys Kuntaliiton Hulevesioppaan (2012) mukaan on hulevesien ensisijainen ehkäiseminen ja vähentäminen, sitten ja viivyttäminen ja viimeiseksi johtaminen.

Hulevesien hallinnan prioriteettijärjestys: (Hulevesiopas 2012)

1. Hulevesien muodostumisen estäminen, läpäisevillä pinnoilla.
2. Hulevesien määrän vähentäminen, imeyttäminen.
3. Hulevesien johtaminen suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä.
4. Hulevesien johtaminen yleisillä alueilla oleville hidastus- ja viivytyalueille.
5. Hulevesien johtaminen purkuvesiin tai pois alueelta.

Menetelmiä voi yhdistellä riippuen alueesta, jolla hulevesiä pyritään hallitsemaan. Perinteiset tekniset putkiratkaisut, kuten harmaa infrastruktuuri, ovat pitkään olleet hallitsevassa asemassa hulevesien hallinnassa, mutta kirjallisuudessa ja tutkimuksessa on alettu korostaa myös luonnonmukaisten, sinivihreiden ratkaisujen

potentiaalia tarjota ekologisia, sosiaalisia ja taloudellisia hyötyjä (Liu ym., 2019). Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan näitä kahta lähestymistapaa; harmaata ja sinivihreää infrastruktuuria sekä niiden ominaisuuksia hulevesien hallinnassa.

1.2.1 Hulevesien hallinta harmaalla infrastruktuurilla

Harmaa infrastruktuuri viittaa teknisiin ja perinteisiin hulevesien hallintaratkaisuihin, kuten maanalaisiin viemärijärjestelmiin, tai viivytyssäiliöihin, joissa hulevedet johdetaan hulevesikaivojen ja putkistojen kautta vastaanottaviin vesistöihin (Dhakal & Chevalier, 2017). Harmaan infrastruktuurin etuina ovat sen laajalle levinnyt käyttöönotto (Dhakal & Chevalier, 2017), sen vähäinen tilantarve (Barbosa ym., 2012), ja helposti määriteltävät kulut (Qiao ym., 2018). Dhakal & Chevalier (2017) tutkimuksessa todetaan harmaan infrastruktuurin olevan vielä maailmanlaajuisesti yleinen hulevesien hallinnan menetelmä tiiviisti rakennetuilla kaupunkialueilla. Menetelmä voi olla tarpeellinen esimerkiksi katualueiden kuivatuksessa (Kuntaliitto, 2012), mutta se ei mahdollista veden imeytymistä maaperään. Tämä lisää hulevesien määrää ja niiden kuormittavaa vaikutusta vastaanottavissa vesistöissä sekä estää pohjaveden muodostumisen luontaisesti (Darnthamrongkul & Mazingo, 2020; Eckart ym., 2017). Harmaa infrastruktuuri mielletään usein ratkaisevaksi kaupunkinen keskusta-alueilla, joissa on rajallinen tila maanpinnalla erilaisille hulevesien hallinnan ratkaisuille (Kuntaliitto, 2012). Harmaan infrastruktuurin haasteena on kuitenkin sen rajallinen kyky jäljitellä luonnollista veden kiertokulkua (Khadka ym., 2020). Määrällisesti on mahdollista hallita syntyviä hulevesiä, mutta mikäli viemärin mitoitus on suunniteltu tai ajan ja ilmastonmuutoksen myötä jäänyt liian pieneksi, rajoittaa se myös viemärin kapasiteettia hallita suuria vesimääriä rankkasateilla (Haghighatafshar ym., 2018). Tämä voi johtaa tulvimiseen tai eroosiohaittoihin (Ghofrani ym., 2017; Prudencio & Null, 2018). Huleveden laadullinen hallinta on myös alkanut saada kasvavaa huomiota (Lundy ym., 2012). Nykyisin on saatavilla erilaisia teknisiä putki- ja kaivoratkaisuja, joissa yhdistyvät hulevesien määrällinen ja laadullinen hallinta. Huleveden laatuun voidaan vaikuttaa yhdistämällä viemärijärjestelmiin maanalaisia viivytyks- ja lasketussäiliötä, jotka paitsi viivyttävät vesiä myös laskeuttavat kiintoainesta ennen hulevesien johtamista eteenpäin (Almaaitah ym., 2021). Nämä mahdollistavat myös ravinteita poistavien materiaalien käytön. Lisäksi pohjattomien kaivojen avulla hulevesiä voidaan imeyttää takaisin maaperään.

Harmaa infrastruktuuri tarjoaa kuitenkin vain ratkaisuja huleveden määrälliseen ja osittain laadulliseen hallintaan, ei niinkään muita lisähyötyjä esimerkiksi virkistyskäytön tai kasvillisuuden hyödyntämisen osalta (Deely ym., 2020; Thorne ym., 2018).

1.2.2 Hulevesien hallintaa sinivihreällä infrastruktuurilla

Harmaan infrastruktuurin lisäksi hulevesien hallintaan on kehittynyt sinivihreitä infrastruktuuriratkaisuja. Sinivihreä infrastruktuuri on sateenvarjotermi, joka kattaa luonnonmukaiset viher- ja sinirakenteet, kuten viherkatot, biosuodatusrakenteet, läpäisevät päällysteet, hulevesikosteikot, viivytyksaltaita ja muita viherrakentamisen muotoja (Wilbers ym., 2022). Liu ym. (2019) mukaan sinivihreä infrastruktuuri käyttää hyväkseen luonnon omia elementtejä, kuten kasvillisuutta ja maaperän vedenpidätyskykyä, vähentäen hulevesien virtaamaa ja palauttaen luonnollista vedenkiertoa rakennetuille alueille. Nämä ratkaisut luovat yhtenäisen verkoston sini- ja viheralueita ja tarjoavat merkittäviä ekosysteemipalveluja (Deely ym., 2020; Ghofrani ym., 2017; Wilbers ym., 2022), jotka voivat vähentää hulevesitulvien riskiä (Ghofrani ym., 2017; Wilbers ym., 2022), parantaa veden laatua (Ghofrani ym., 2017; Wilbers ym., 2022), ja edistää kaupunkien viihtyvyyttä esimerkiksi tarjoamalla virkistysarvoja (Ghofrani ym., 2017). Muita saatuja lisähyötyjä ovat hiilen sidonta (Hassall & Anderson, 2015; Prudencio & Null, 2018), luonnon monimuotoisuuden lisääminen (Almaaitah ym., 2021; Hassall & Anderson, 2015; Prudencio & Null, 2018) ja ilmastonmuutoksen haittavaikutusten lieventäminen, kuten mikroilmaston viilentäminen ja lämpösarakeilmaston lieventäminen (Almaaitah ym., 2021; Hassall & Anderson, 2015; Prudencio & Null, 2018; Wang ym., 2022).

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan erityisesti viherkattoja, biosuodatusrakenteita, läpäiseviä päällysteitä, viivytyksaltaita ja hulevesikosteikkoja. Kuvat ratkaisuista on esitetty taulukossa 1. Näillä ratkaisuilla on yhteisiä tavoitteita, kuten hulevesien määrällinen ja laadullinen hallinta, mutta myös erityisiä sovelluskohteita ja hyötyjä.

- Viherkatot (1) ovat kasvillisuudella peitetyjä rakennusten kattoja, jotka vähentävät pintavaluntaa ja viivyttävät huleveden virtausta. Ne imevät osan sadevedestä ja haihduttavat sitä ilmakehään, tarjoten samalla elinympäristön kaupunkiympäristön biodiversiteetille (Laurila ym., 2014).
- Biosuodatusrakenteet (2) suodattavat hulevesiä luonnonmukaisten suodatuskerrosten, kuten hiekan ja kasvillisuuden läpi. Tämä parantaa veden

laatua poistamalla haitta-aineita ennen niiden päätymistä vesistöihin (Vijayaraghavan ym., 2021).

- Lämpäisevät päällysteet (3) mahdollistavat sade- ja sulamisveden imeytymisen maaperään vähentäen pintavaluntaa. Ne voivat olla esimerkiksi huokoisia betonikiviä tai leveäsaumaisia laattoja (Imran ym., 2013; Wang ym., 2022).
- Hulevesikosteikot (4) ovat pysyvästi veden täyttämiä alueita, jotka tarjoavat veden laadullisia ja ekologisia hyötyjä, kuten elinympäristöjä kasveille ja eläimille sekä virkistysarvoa kaupunkiympäristöön (Malaviya & Singh, 2012).
- Viivytyksaltaat (5) pidättävät vettä tilapäisesti rankkasateiden aikana, vähentäen tulvariskiä ja eroosiota. Samalla ne voivat parantaa veden laatua laskeuttamalla kiintoaineita (Nayeb Yazdi ym., 2021).

Taulukko 1. Sinivihreät hulevesiratkaisut.

1.Viherkatto, 2.Biosuodatusrakenteet, 3.Lämpäisevät päällysteet, 4.Hulevesikosteikko ja 5.Viivytyksallas





3

4

Läpäisevä leveäsaumainen päällyste Lähde: Saarinen (2019, s.104).

Hulevesikosteikko. Lähde: Helsingin kaupunki (2017).



5

Tyhjä viivytysallas. Lähde: Turun ammattikorkeakoulu (2023).

Näiden ratkaisujen hallinnalliset tavoitteet ja soveltuvuudet on esitetty tarkemmin taulukossa 2.

Taulukko 2. Erilaisten sinivihreiden infrastruktuuriratkaisuiden soveltuvuuksia hulevesien hallintaan.

I: Ensisijainen tavoite, II: Toissijainen tavoite, -: ei sovellu. Muokattu: Tampereen kaupunki & Sitowise: Hulevesirakenteen valintakortti.

	Määrällinen hallinta	Laadullinen hallinta	Viivyttäminen	Tulvanhallinta
Viherkatto	I	-	II	-
Läpäisevä päällyste	I	II	II	-
Biosuodatus-rakenne	II	I	II	-
Viivytyksallas	II	II	I	I
Hulevesi-kosteikko	-	I	II	I

Barbosa ym. (2012) toteaa tutkimuksessaan, että luonnonmukaiset sinivihreät ratkaisut ovat suurilta osin maanpäällisiä ratkaisuja, jotka vaativat tilavarauksia rakennetulla alueella tosin kuin maanalaiset viemärijärjestelmät. Kaavoituksen varhaisessa vaiheessa on mahdollista tehdä merkittäviä päätöksiä esimerkiksi yleisten alueiden tilavarauksista ja hulevesien hallintaratkaisujen sijainnista, mikä vaikuttaa ratkaisevasti kestävään hulevesien hallintaan (Kuntaliitto, 2012).

Hulevesien hallinta on usein toimivampaa ja monipuolisempaa, mitä aikaisemmin kaavoitusvaiheessa alueella syntyvät hulevedet on huomioitu (Kuntaliitto, 2012; Zacheus, 2021). Kaavoitus on hulevesien hallinnassa keskeinen työkalu, sillä tiiviisti rakennetuilla kaupunkialueilla on haastavaa saada lisättyä tilaa vieviä sinivihreitä ratkaisuja jälkikäteen (Kuntaliitto, 2015; Kuntaliitto, 2012.)

Kaavoituksen merkitys korostuu esimerkiksi viherkattojen kaltaisten sinivihreiden ratkaisujen toteutuksessa. Laurila ym. (2014) mukaan

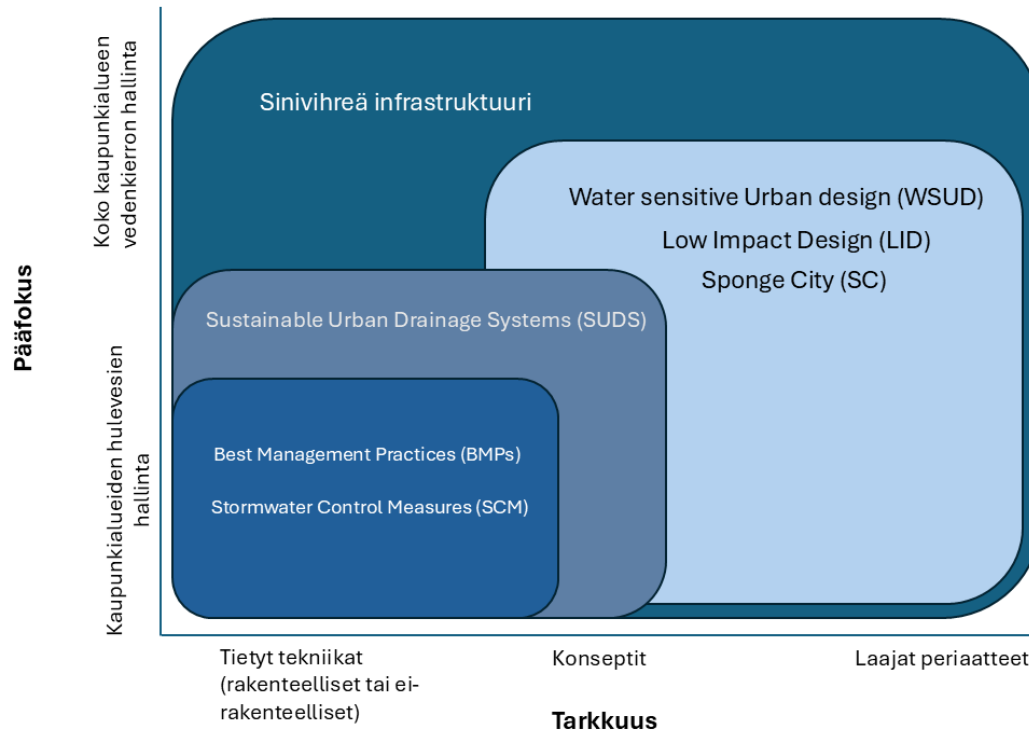
kaavoituksen vaatimukset ja rakentamisen edellytykset luovat puitteet viherkattojen suunnitelmalliselle toteuttamiselle. Kaavoituksen ja rakentamisen monet tavoitteet kytkeytyvät eri tavoin myös viherkattojen toteuttamiseen asettamalla reunaehdoja viherkattojen sijoittamiselle ja niiden rakentamiselle.

Tämä osoittaa, että kaavoitusvaiheessa tehtävät päätökset määrittelevät sinivihreiden ratkaisujen toteuttamisen edellytyksiä (Bohman ym., 2020).

1.2.3 Kestävä kehitys osana hulevesien hallintaa

Kestävä hulevesien hallinta on lähestymistapa, jossa hulevesiä hallitaan monipuolisilla toimenpiteillä ja esimerkiksi sinivihreän infrastruktuurin kokonaisuuksilla, tavoitteena vähentää hulevesien haitallisia vaikutuksia ympäristöön sekä myös ihmisiin ja kaupunki-infrastruktuuriin (Brown & Farrelly, 2009; Darnthamrongkul & Mozingo, 2020; Goulden ym., 2018). Tämä lähestymistapa pyrkii edistämään luonnonmukaista veden kiertokulkua rakennetuilla alueilla ja keskittyy hulevesien käsittelyyn esimerkiksi viivyttämällä ja käsittelemällä hulevesiä sen sijaan, että hulevedet johdettaisiin suoraan vesistöihin tai viemäriverkostoihin (Kuntaliitto, 2012). Kestävä hulevesien hallinta ei ole ainoastaan tekninen ratkaisu tulvariskien ja vedenlaadun hallintaan, vaan sillä on myös ekologinen, sosiaalinen ja taloudellinen ulottuvuus (Chang ym., 2018; Liu ym., 2019). Ekologisesti kestävä ratkaisu, kuten sinivihreä infrastruktuuri voivat lisätä luonnon monimuotoisuutta ja tarjota elinympäristöjä lajeille kaupunkiympäristössä (Ghofrani ym., 2017). Sosiaalisesti kestävä hulevesien hallinta tukee asuinympäristön viihtyvyyttä tarjoamalla virkistysmahdollisuuksia (Liu ym., 2019). Taloudellisesta näkökulmasta se voi tuoda kustannussäästöjä pitkällä aikavälillä, koska haitallisia tulvavaikutuksia ja vaurioita esimerkiksi rakennuksiin voidaan ennalta ehkäistä (Ghofrani ym., 2017; Goulden ym., 2018).

Kestävään hulevesien hallintaan linkittyy useita erilaisia kansainvälisiä viitekehyksiä, jotka korostavat luonnonmukaisten menetelmien hyödyntämistä osana vesien hallintaa ja kaupunkisuunnittelua: esimerkiksi Low Impact Development (LID), Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS), Water Sensitive Urban Design (WSUD) ja Sponge City (SC), Best Management Practices (BMPs), Stormwater Control Measures (SCM) (Fletcher ym., 2015). Nämä käsitteet on koottu Euler-kaavioon kuvassa 2., joka havainnollistaa niiden tavoitteet ja laajuuden. Käsitteillä on erilaisia painotuksia, mutta ne kaikki tavoittelevat parempaa hulevesien hallintaa ja kaupunkien kestävyyttä yhdistämällä sinisiä ja vihreitä rakenteita, kuten kosteikkoja, viivytyksaltaita ja viherkattoja, osaksi kaupunkisuunnittelua (Fletcher ym., 2015).



Kuva 2. Euler-kaavio erilaisten kestävän hulevesien hallinnan viitekehyksistä Lähde: lainattu ja muokattu (Lundy ym., 2021)

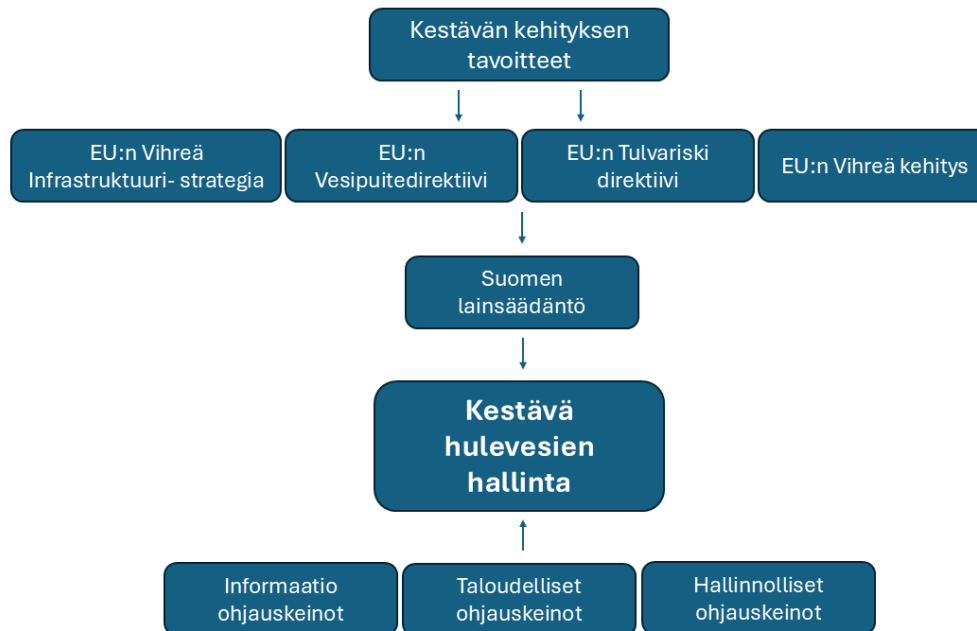
Sinivihreä infrastruktuuri voi toimia kaikkien näiden viitekehyksien yhteisenä sateenvarjona, yhdistäen niiden tavoitteet ja periaatteet kestävän hulevesien hallinnan parissa. Se korostaa vihreiden ja sinisten rakenteiden käyttöä kaupunkisuunnittelussa, jotka jäljittelevät luonnon omia mekanismeja ja lisäävät kaupunkialueiden ekologista, sosiaalista ja taloudellista kestävyyttä (Ghofrani ym., 2017; Liu ym., 2019).

1.3 Kestävän hulevesien hallinnan kansainväliset ja kansalliset ohjauskeinot

Kestävään hulevesien hallintaan liittyvät ohjauskeinot muodostavat kokonaisuuden, jossa lainsäädäntö, strategiat ja muut ohjauskeinot yhdessä tukevat tavoitteiden saavuttamista, kuten YK:n kestävän kehityksen tavoitteita (Laurila ym., 2014). Lainsäädäntö asettaa juridisen perustan, määritellen velvoitteet ja periaatteet eri tasoilla – EU-tason lainsäädännöstä ja strategioista aina Suomen kansalliseen lainsäädäntöön (Novaes & Marques, 2024).

Top-down lähestymistavassa ohjauskeinoja tarkastellaan ylimmän ohjaustason keinoista alaspäin. Tässä asiayhteydessä ohjaus alkaa YK:n kestävän kehityksen

tavoitteista ja etenee kansainvälisistä sopimuksista ja EU-lainsäädännöstä aina kansalliseen lainsäädäntöön ja kunnalliseen päätöksentekoon asti. Kuvassa 3. on esitetty käsittekartan avulla erilaisten ohjauskeinojen järjestys kestävän hulevesien hallinnan osalta.



Kuva 3. Top-down kuvaaja havainnollistaa käsitteitä ja erilaisia ohjauskeinoja kestävän hulevesien hallinnan parissa.

YK:n kestävän kehityksen tavoitteet tarjoavat maailmanlaajuisen viitekehyksen kestävien hulevesiratkaisujen edistämiseksi. Näiden tavoitteiden kautta pyritään ohjaamaan kansainvälistä toimintaa ja politiikkaa siten, että vesiensuojelu ja hulevesien hallinta yhdistetään osaksi laajempia kestävyystavoitteita. Kestävän kehityksen tavoitteet, ja miten kestävä hulevesien hallinta ja sinivihreät hulevesiratkaisut tukevat näitä tavoitteita on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. YK:n kestävän kehityksen tavoitteet ja kestävä hulevesien hallinta.

Tavoite	Miten sinivihreät hulevesiratkaisut edistävät tavoitteita
Tavoite 3 (Terveys)	Vähentää huleveden mukana kulkeutuvia saasteita, ja luoda virkistysmahdollisuuksia (Batalini de Macedo ym., 2022; Chandrasena ym., 2019; Moore & Hunt, 2012).
Tavoite 6 (Puhdas vesi ja sanitaatio)	Veden imeytyessä maaperään voidaan vähentää kasvillisuuden kastelua, tämä vähentää pohja- ja pintavesivarojen kulutusta ja kuormitusta (Batalini de Macedo ym., 2022; Jing ym., 2017; Moore & Hunt, 2012).
Tavoite 11 (Kestävät kaupungit ja yhteisöt)	Vähentää kaupunkitulvien riskiä ja parantaa kaupunkien sopeutumista ilmastonmuutoksen vaikutuksia vastaan (Batalini de Macedo ym., 2022; Moore & Hunt, 2012).

Tavoite 13 (Ilmastotekoja)	Lieventävät ilmastonmuutoksen vaikutuksia, kuten rakkasateiden ja lämpösarakeilmion vaikutuksia. Lisäksi ratkaisujen kasvillisuus sitoo hiiltä (Batalini de Macedo ym., 2022; Brudler ym., 2016).
Tavoitteet 14 & 15 (Vedenalainen & Maanpäällinen -elämä)	Luovat elinympäristöjä sekä maanpäällisille että vedenalaisille -eliöille ja tukevat luonnon monimuotoisuutta (Moore & Hunt, 2012; Sørup ym., 2019).

Hallinnolliset, taloudelliset ja informatiiviset ohjauskeinot täydentävät tätä kokonaisuutta seuraavasti:

- Hallinnolliset ohjauskeinot selkeyttävät vastuuta ja tukevat eri toimijoiden välistä yhteistyötä.
- Taloudelliset ohjauskeinot tarjoavat resursseja ja kannustimia kestävien sinivihreiden ratkaisujen toteuttamiseen.
- Informatiiviset ohjauskeinot lisäävät tietoisuutta kestävien hulevesiratkaisujen merkityksestä ja hyödyistä.

1.3.1 EU-strategiat ja lainsäädännöt

EU:n lainsäädännössä ei ole erityistä hulevesiä koskevaa direktiiviä, mutta useat säädökset ja strategiat vaikuttavat epäsuorasti hulevesien hallintaan. Keskeisiä direktiivejä ovat vesipuitedirektiivi (2000/60/EC), tulvadirektiivi (2007/60/EC) ja pohjavesidirektiivi (2006/118/EC) (Sobota ym., 2022). Vesipuitedirektiivi (2000/60/EC) pyrkii säilyttämään ja parantamaan vesistöjen ekologista tilaa, mikä tarkoittaa myös hulevesien aiheuttaman kuormituksen vähentämistä. Tulvadirektiivi (2007/60/EC) puolestaan ohjaa jäsenvaltioita tunnistamaan ja hallitsemaan tulvariskejä, mikä on erityisen tärkeää tiiviisti rakennetuilla kaupunkialueilla. Pohjavesidirektiivi (2006/118/EC) suojelee pohjavesiä, ja näin ollen se vaikuttaa hulevesien hallintaan erityisesti alueilla, joilla pohjavesien pilaantumisen riski on suuri. EU:n suuret strategiset ohjelmat, kuten Vihreän kehityksen ohjelma (European Green Deal) ja biodiversiteettistrategia, tukevat myös kestävästä hulevesien hallintaa ja sinivihreän infrastruktuurin käyttöä kaupunkisuunnittelussa (Hassall & Anderson, 2015). Sinivihreä infrastruktuuri, kuten hulevesikosteikot ja viherkatot, edistävät biodiversiteettiä, sitovat hiiltä ja vähentävät lämpösarakeilmiötä, mikä osaltaan tukee EU:n ilmastotavoitteita ja ekosysteemien suojelua (Hassall & Anderson, 2015). Lisäksi EU:n Vihreä infrastruktuuri -strategia pyrkii parantamaan juuri viherrakenteita, jotka auttavat hallitsemaan hulevesiä ja tuottavat moninaisia

ekosysteemipalveluja, kuten veden suodattamista ja ilman puhdistusta (Euroopan Komissio, 2013) .

1.3.2 Suomen lainsäädäntö ja asetukset

Suomessa hulevesien hallintaa säätelevät alueidenkäyttölaki (132/1999) (entinen maankäyttö- ja rakennuslaki), vesihuoltolaki (119/2001), vesilaki (587/2011), tulvariskilaki (620/2010), vesienhoitolaki (1299/2004) ja ympäristönsuojelulaki (527/2014).

Aluidenkäyttölain 13a § määrittää hulevesien hallinnan velvoitteet asemakaava-alueilla.

Lain tavoitteena on kehittää hulevesien suunnitelmallista hallintaa, imeyttää ja viivyttää hulevesiä niiden kerääntymispaikalla, ehkäistä hulevesistä aiheutuvia haittoja ja vahinkoja sekä edistää luopumista hulevesien johtamisesta

jätevesiviemäriin. Yleisenä tavoitteena on myös luoda edellytykset edistää ekologisesti, taloudellisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä. Hulevesiä koskevat

säädökset on sijoitettu alueidenkäyttölakiin (entiseen maankäyttö- ja rakennuslakiin), koska juuri maankäyttö ja kaavoitus tarjoavat tehokkaimmat keinot hulevesien hallinnan toteuttamiseen (Kuntaliitto, 2015; Kuntaliitto, 2012).

Vesihuoltolaki määrittää kuntien ja vesihuoltolaitosten vastuut hulevesien viemäröinnistä. Vuoden 2014 lakimuutoksen jälkeen hulevesien johtaminen jätevesiviemäriin on kielletty. Vesilaki turvaa vesistöjen kestävä käytön ja parantaa niiden tilaa säätelemällä ojitusta, joka liittyy hulevesien hallintaan.

Tulvariskilaki velvoittaa arvioimaan tulvariskejä ja laatimaan hallintasuunnitelmia erityisesti korkean tulvariskin alueilla. Tämä laki toteuttaa EU:n tulvadirektiivin (2007/60/EY). Vesienhoitolailla on toimeenpantu EU:n vesipuidedirektiivi, ja sen mukaisesti toimenpiteisiin kuuluu hulevesien johtamisen ja käsittelyn kehittäminen.

Ympäristönsuojelulaki kattaa hulevesien aiheuttaman ympäristön pilaantumisen. Jos hulevesien johtaminen aiheuttaa pilaantumista, niiden käsittelyyn vaaditaan ympäristölupa.

1.3.3 Hallinnolliset ohjauskeinot

Hallinnollisten ohjauskeinojen tavoitteena on luoda selkeä ja toimiva hallintomalli, jossa hulevesien hallinnan vastuut ja roolit on määritelty. Näihin kuuluu päätöksenteko, vastuunjako sekä yhteistyön selkeyttäminen eri toimijoiden välillä (Novaes & Marques, 2024). Kunnissa hulevesien hallinnan vastuu on määritelty

alueidenkäyttölain 13 a luvussa, jossa monijäseninen toimielin käsittelee hulevesikysymyksiä paikallisessa kontekstissa (Alueidenkäyttölaki 132/1999). Kuntatasolla voidaan esimerkiksi luoda työryhmiä, jotka yhdistävät eri toimijoita, jotka työskentelevät hulevesien parissa kuten kaavoitus, ympäristönsuojelu, vesihuolto, kaupunkisuunnittelu. Yhteistyö heidän välillä ja sen koordinointi on hyvin tärkeää erityisesti sinivihreän infrastruktuurin yhdistämisessä kaupunkirakenteeseen, mikä vaatii jo suunnittelun alkuvaiheessa huolellista yhteensovittamista (Barbosa ym., 2012; Bohman ym., 2020). Hulevesiohjelman tai -strategian laatiminen hallinnollisena työkaluna on myös ohjauskeino, sillä se määrittelee toimintamallit, vastuunjaot sekä tavoitteet (Kuntaliitto, 2012).

Kestävän hulevesien hallinnan toteutusta kuitenkin vaikeuttaa usein hallinnollisten rakenteiden monimutkaisuus (Bohman ym., 2020; Novaes & Marques, 2024; Qiao ym., 2018). Useissa kunnissa hulevesien hallintaan liittyy monia eri toimijoita, kuten kaavoitus, vesihuoltolaitos, tekninen toimi ja ympäristönsuojelu, mikä voi vaikeuttaa kokonaisvaltaista suunnittelua (Novaes & Marques, 2024). Bohman ym. (2020) toteaa että eri hallinnonalojen välinen yhteistyö voi jäädä puutteelliseksi epäselvän vastuunjaon takia, mikä johtaa hajautuneisiin ja epä johdonmukaisiin toimintatapoihin. Tämä korostaa tarvetta paremmalle koordinoinnille ja selkeämmälle vastuunjaolle.

1.3.4 Taloudelliset ohjauskeinot

Taloudelliset ohjauskeinot kannustavat kestävien hulevesiratkaisujen toteuttamista ja varmistavat niiden rahoituksen. Näillä voidaan ohjata resursseja oikeisiin kohteisiin ja vähentämään kustannusesteitä (Cousins & Hill, 2021). Esimerkki kuntien taloudellisesta ohjauskeinosta on ottaa käyttöön hulevesimaksu, jolla kerätään varoja hulevesien hallintaan (Dhakal & Chevalier, 2017; Kuntaliitto, 2012). Näitä varoja voidaan sitten kohdentaa juuri kestävien sinivihreiden infrastruktuuriratkaisujen, kuten hulevesikosteikkojen rakentamiseen ja ylläpitoon hulevesiohjelmien ja -strategioiden kautta. Sinivihreiden infrastruktuuriprojektien rahoitusta voidaan edistää hakemalla tukea sekä kansallisista että EU:n rahoitusohjelmista. Esimerkiksi Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR) myöntää rahoitusta vihreää siirtymää edistäville hankkeille, joihin sinivihreä infrastruktuuri kuuluu (Ympäristöministeriö, 2021). Lisäksi Suomen kestävä kasvun ohjelma (RRP) tukee vihreän siirtymän

hankkeita tarjoamalla rahoitusta ja resursseja kestävien ratkaisujen toteuttamiseen (Valtiovarainministeriö, ei päivystä).

Taloudellisten ohjauskeinojen tehokkaaseen käyttöön kohdistuu kuitenkin haasteita. Perinteisen harmaan infrastruktuurin suosiminen perustuu usein siihen, että sen kustannukset ovat helposti mitattavissa ja lyhyellä aikavälillä pienemmät (Qiao ym., 2018). Sinivihreät ratkaisut sen sijaan edellyttävät usein suurempia alkuinvestointeja ja pitkäjänteistä ylläpitoa, joiden hyödyt jakautuvat pidemmälle aikavälille ja voivat olla vaikeammin määriteltävissä (Qiao ym., 2019; Laurila., 2014). Näin ollen monet kunnat epäröivät investoida sinivihreään infrastruktuuriin, vaikka sen pitkäaikaiset edut olisivat selvästi havaittavissa.

1.3.5 Informaatio-ohjauskeinot

Informaatio-ohjauskeinojen tarkoitus on lisätä tietoisuutta ja ymmärrystä kestävästä hulevesien hallinnan merkityksestä, esimerkiksi koulutuksen tai viestinnän muodossa. Tämän on tarkoitus tukea sekä asenteiden että toimintatapojen muutosta, mikä kannustaa ja edistää sinivihreän infrastruktuurin käyttöä sekä kouluttaa eri toimijoita sinivihreiden ratkaisujen suunnittelua ja rakentamista varten (Bohman ym., 2020; Qiao ym., 2019). Viestintäkampanjat voivat tuoda lisää tietoisuutta kestävästä hulevesien hallinnan merkitykselle, jotta sekä asukkaat että paikalliset päättäjät saisivat lisää ymmärrystä (Qiao ym., 2019). Myös kunnan omille työntekijöille voidaan järjestää koulutuksia, jossa perehdytetään kestävien sinivihreiden ratkaisujen etuihin sekä käytännön asioihin niiden suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa (Qiao ym., 2019).

Qiao ym. (2018) tutkimuksen mukaan tiedon ja kokemuksen puute on yksi suuri vaikuttava asia, joka estää sinivihreän infrastruktuurin läpimurron hulevesien hallinnassa. Kestävästä hulevesien hallinnan informaatio-ohjausta hankaloittavat kuitenkin tietyt tiedolliset esteet. Perinteisen harmaan infrastruktuurin vakiintuneisuus ja siihen liittyvä luottamus voivat estää uusien, innovatiivisten ratkaisujen käyttöönottoa (Dhokal & Chevalier, 2017). Monet pitävät sinivihreää infrastruktuuria kalliina ja monimutkaisena toteuttaa ja ylläpitää, mikä voi luoda epäluuloa sen käyttöönottamista kohtaan. Tämän lisäksi asenteet voivat heijastaa aiempia tottumuksia ja epäilyjä uusien teknologioiden tehokkuutta kohtaan (Novaes & Marques, 2024). Näiden esteiden poistaminen vaatii laajempaa koulutusta ja

tietoisuuden lisäämistä sinivihreiden ratkaisujen hyödyistä sekä konkreettisia esimerkkejä niiden onnistuneesta käytöstä.

1.4 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet

Hulevedet tuovat mukanaan määrällisiä ja laadullisia haasteita kasvavissa kaupunkiympäristöissä, missä ne voivat aiheuttaa tulvaongelmia sekä kuljettavat pinnoilta huuhtoutuvia haitta-aineita vastaanottaviin järjestelmiin (Barbosa ym., 2012). Kestävän hulevesien hallinnan hyödyistä ratkaisuna näihin ongelmiin on paljon tutkimustietoa, mutta tutkimuksissa on todettu, että kestävien, sinivihreiden hulevesiratkaisuiden hyödyntäminen on jäänyt perinteisten putkijärjestelmien varjoon. Dhakal ja Chevalier (2017) että Qiao ym. (2018) tutkimusten mukaan nämä kestävä hulevesien hallinnan käytännöt ovat pääasiassa rajoittuneet kokeilualueisiin ja pilottihankkeisiin, vaikka on olemassa laajasti tietoa siitä, kuinka näitä ratkaisuja voidaan toteuttaa tehokkaasti.

Tässä työssä tarkastellaan, mikä on sinivihreiden ratkaisuiden hyödyntämisen nykytilanne Uudellamaalla perustuen hulevesien parissa työskentelevien henkilöiden näkemyksiin ja kokemuksiin, sekä kyselyn kohdealueen asemakaavoissa esitettyihin hulevesiratkaisuihin. Lisäksi työssä pyritään toteamaan, minkälaisia esteitä on sinivihreän infrastruktuurin käytölle Uudenmaan alueella, ja miten nämä esteet vaikuttavat sinivihreän infrastruktuurin käyttöön. Tutkimuksessa pyritään myös etsimään käyttöä edistäviä strategioita ja ohjauskeinoja kestäväälle hulevesien hallinnalle.

Tutkimuskysymykset:

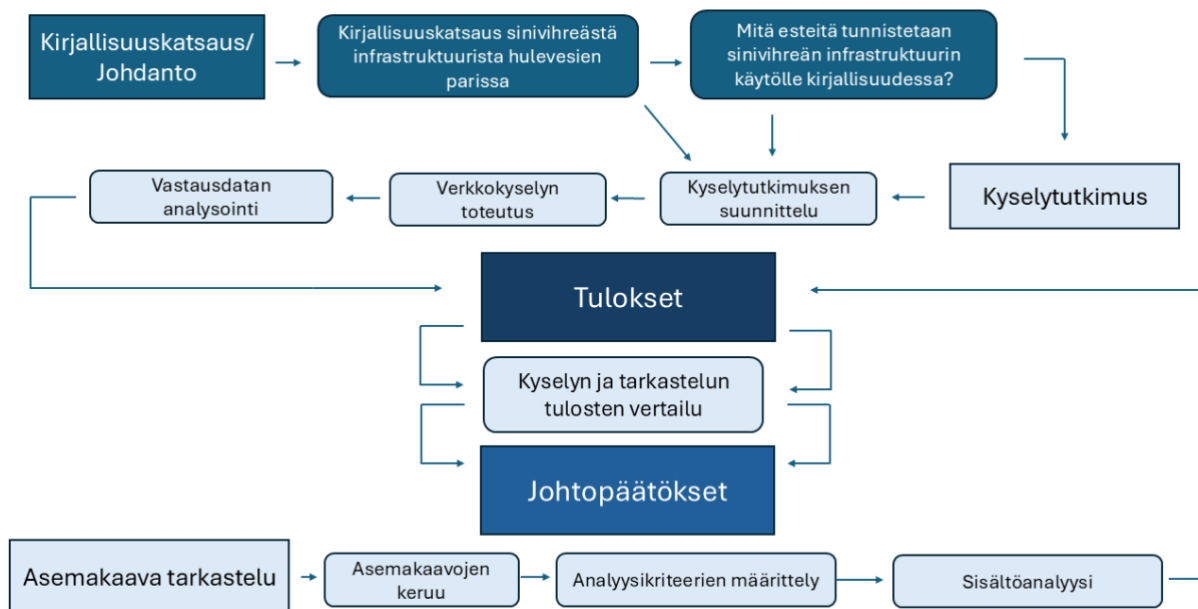
- Millainen on sinivihreän infrastruktuurin ja kestävä hulevesien hallinnan nykytila Uudellamaalla?
- Mitä esteitä tunnistetaan sinivihreän infrastruktuurin käyttöönotolle Uudellamaalla?
- Miten tunnistetut esteet vaikuttavat sinivihreän infrastruktuurin käyttöön Uudellamaalla?

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Tutkimusasetelma

Tämän tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa sinivihreän infrastruktuurin käyttöä hulevesien hallinnassa Uudellamaalla sekä tunnistaa esteitä näiden ratkaisujen laajemmalle käyttöönotolle. Tutkimus on monimenetelmällinen, yhdistäen kyselytutkimuksen ja asemakaavojen sisältöanalyysin. Kyselytutkimuksen, asemakaavatarkastelun ja niiden vertailun tulosten perusteella pyritään luomaan nykytilaselvitys sekä tunnistamaan sinivihreän infrastruktuurin käyttöön liittyviä esteitä ja ohjauskeinoja kestävä hulevesien hallinnan edistämiseksi.

Tutkimusprosessi ja sen eri vaiheet on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Tutkimusprosessi.

2.2 Kyselytutkimus

Kyselytutkimuksessa menetelmän tarkoituksena on mitata ei-konkreettisia käsitteitä, kuten asenteita ja uskomuksia, jotka ovat muuten vaikeasti numeerisesti määriteltävissä. Ne ovat myös hyödyllisiä kerätessä tietoa sellaisista käyttäytymismalleista, jotka eivät ole suoraan havaittavissa (Rickards ym., 2012). Kyselytutkimus mahdollistaa myös laajan otannan. Kyselytutkimuksessa pyritään

selvittämään asenteet, tietoisuus ja vastaajan kokemukset kestävästä hulevesien hallinnasta omassa työssään. Kyselytutkimus on luonteeltaan semi-kvantitatiivinen, sisältäen jäsenneiltyjä kysymyksiä (asteikoilla ja monivalinta- vastauksilla) joiden avulla kerätään numeerista aineistoa sinivihreän infrastruktuurin käytöstä, sen hyödyistä ja haasteista. Kysymyksissä on myös avoimia vastausvaihtoehtoja. Tilastollisin menetelmin on tarkoitus löytää yhdenmukaisuuksia ja selityksiä esitettyihin tutkimuskysymyksiin kyselystä saatujen vastauskokonaisuuksien perusteella (Denscombe, 2010).

2.2.1 Kyselylomakkeen suunnittelu

Kyselylomake ja sen kysymykset on suunniteltu kattamaan keskeiset teemat, jotka liittyvät tutkimuskysymykseen sinivihreän infrastruktuurin käytöstä Suomen kaupunkiympäristöissä, ja mitä esteitä koetaan sinivihreän infrastruktuurin käytölle. Kyselyn luotettavuuden tarkastaminen on tärkeää (Rickards ym., 2012), jotta kysymykset ovat olennaisia ja päteviä vastaamaan tutkimuksen päätavoitteisiin. Kyselyssä käytetään pääosin suljettuja monivalinta- tai Likert-asteikon numeerisia kysymyksiä, jotka soveltuvat tilastolliseen analyysiin (Nemoto & Beglar, 2013). Monivalintakysymyksiin vastaajille annettiin vaihtoehdoksi myös ”Muu, mikä?”, jos vastaaja ei kokenut valmiita vastausvaihtoehtoja sopiviksi.

Kyselylomake oli jaettu seuraaviin osioihin:

1. Taustatiedot
2. Tietoisuus ja asenteet
3. Hulevesiratkaisujen tuntemus
4. Nykyiset käytännöt ja haasteet
5. Osallistuminen ja yhteistyö
6. Ilmastonmuutos ja kestävä kehitys
7. Koulutus ja järjestelmät

Bohman ym. (2020) tutkimuksessa esitettyä lähestymistapaa, jossa haastateltiin Ruotsissa hulevesien parissa työskenteleviä asiantuntijoita, on sovellettu kysymysten laadinnassa tässä tutkimuksessa. Osio 1 kartoitti perustaustatietoja vastaajista. Osiossa 2 selvitettiin tietoisuutta ja asenteita, joita tarvittiin tiedoksi, missä määrin tietoisuuden ja asenteiden puute voi toimia esteenä sinivihreidenratkaisujen käyttöönotolle. Myös yleiset mielipiteet ja asenteet sinivihreää infrastruktuuria kohtaan haluttiin selvittää. Osiossa 3 selvitettiin sinivihreän infrastruktuurin nykytilaa ja tämä auttoi kartoittamaan, mitkä ratkaisut tunnetaan ja mitkä ei. Tämä

antoi myös vertailu kohteen asemakaavojen sisältöanalyysille ja sen tuloksille. Osiossa 4 selvitettiin nykyisiä käytäntöjä ja tunnistettiin esteitä tai haasteita sinivihreän infrastruktuurin käyttöönotolle, sekä strategioita sinivihreän infrastruktuurin edistämiseksi. Osion 5 kysymykset toivat esille, missä määrin yhteistyötä tehdään ja miten sen puuttuminen voi vaikuttaa sinivihreän infrastruktuurin käyttöön. Osiossa 6 kartoitettiin vastaajien näkemyksiä sinivihreän infrastruktuurin yhteydestä kestäväan kehitykseen ja sen koettuja lisähyötyjä. Tämä toi esiin myös vastaajien tietoisuutta sinivihreästä infrastruktuurista, ja kertoi sen nykytilasta teoreettisella tasolla. Osiossa 7 selvitettiin organisaatioiden tarjoamaa koulutusta ja materiaaleja sinivihreästä infrastruktuurista. Tämä selvensi missä määrin koulutuksen ja osaamisen puute toimii esteenä sen käyttöönotolle. Kyselyssä aloitettiin taustatiedoista, koska ne mielletään helpoiksi ja tätä tekniikkaa kutsutaan "funnel-tekniikaksi", jossa aloitetaan helpommilla ja yleisillä kysymyksillä ennen siirtymistä tarkempiin aiheisiin (Gürbüz, 2017).

Kyselyssä käytetyt kysymystyypit voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan (Gürbüz, 2017):

1. Demografiset kysymykset: Nämä keräävät tietoa vastaajan taustasta ja ominaisuuksista (Ikä, Minkä kunnan parissa on töissä).
2. Faktapohjaiset kysymykset: Näillä selvitetään vastaajan tietämystä tai kokemuksia. (Kuinka hyvin tunnet seuraavat hulevesiratkaisut)
3. Arviointiin liittyvät kysymykset: Nämä liittyvät vastaajan asenteisiin, käsityksiin, uskomuksiin ja ajatuksiin. (Mitkä ovat suurimmat haasteet mielestäsi luontopohjaisessa hulevesien hallinnassa, Miten arvioisit hulevesien hallinnan tärkeyden)

Jotta vältettiin mahdollisia väärinkäsityksiä, kysymykset muotoiltiin huolellisesti ja kyselyn saatekirjeeseen lisättiin sinivihreän infrastruktuurin määritelmä. Lisäksi jokaisessa kysymyksessä oli mahdollisuus valita "En halua vastata/En tiedä" vaihtoehto. Vastaajilla voi olla eri tasoinen tieto tai ymmärrys kysyttävästä aiheesta. "En tiedä/En halua vastata" -vaihtoehto mahdollistaa sen, että aineisto edustaa paremmin todellisia mielipiteitä ja tietotasoja, eikä vastaajan tarvitse ottaa kantaa sellaisiin kysymyksiin, joihin he eivät koe voivansa vastata, mikä edistää kyselyn luotettavuutta ja pätevyyttä (Aaltola & Valli 2007: 102). Kyselylomake ja siinä esitetyt kysymykset löytyvät liitteestä 1.

2.2.2 Toteutus ja aineiston kerääminen

Kysely toteutettiin verkkolomakkeena elo-syyskuussa 2024 käyttäen Qualtrics-työkalua. Kyselyn kohderyhmänä olivat Uudenmaan kuntien ja organisaatioiden hulevesien parissa työskentelevät. Kyselylomaketta jaettiin eri kanavien ja verkostojen kautta, jotta vastaajia saataisiin mahdollisimman kattavasti: Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistyksen uutiskirjeen ja hulevesiverkoston kautta, LinkedIn-palvelun Hulevesijaosto-ryhmälle sekä suorina yhteydenottoina sähköpostitse alueen kuntien ja kaupunkien edustajille. Kyselyyn pystyi vastamaan suoraan nettilinkin tai QR-koodin kautta. Kyselyn anonyymisyys ja luottamuksellisuus varmistettiin siten, että vastaajien henkilötietoja, muuta kuin ikää, koulutustaustaa tai työpaikkaa (kunta/muu organisaatio), ei kerätty. Kaikki vastaukset käsiteltiin luottamuksellisesti. Aineisto kerättiin ja tallennettiin sähköisesti. Kaikki sellaiset lähetetyt vastaukset otettiin osaksi kyselytutkimusten tarkastelua, joissa lomakkeen vastausprosentti oli yli 70.

2.2.3 Aineiston analysointi

Kyselyaineisto analysointiin ja havainnollistettiin Python-ohjelmointikielellä käyttäen tilastollisia kirjastoja pandas, numpy, seaborn ja matplotlib. Python ohjelmakielen käytetyt koodit löytyvät liitteistä 2. Analyysin ensimmäinen vaihe sisälsi peruskuvailevat tilastot kuten frekvenssit, keskiarvot ja hajonnat. Tämä antoi yleiskatsauksen vastaajien keskimääräisistä mielipiteistä ja vaihtelusta. Seuraavaksi suoritettiin korrelaatioanalyysi Spearmanin menetelmällä kaikkien kysymysten kesken, mikä mahdollisti yhteyksien havaitsemisen muuttujien välillä.

2.3 Sisältöanalyysi asemakaavoille

Sisältöanalyysi on systemaattinen ja objektiivinen menetelmä, jota voi käyttää sekä teksti- että visuaalisen aineiston tulkitsemiseen (Stemler, 2015). Tässä tutkimuksessa sisältöanalyysiä käytettiin asemakaavakarttojen ja -selostuksien sekä hulevesiselvitysten tarkasteluun. Tarkastelu tehtiin manuaalisesti käyttäen tarkkoja analyysikriteerejä, jotka on esitetty taulukossa 4. Tavoitteena oli tunnistaa ja selvittää, millaisia sinivihreän infrastruktuurinratkaisuja hulevesien hallinnassa esitetään asemakaavoissa, ja asemakaava-alueiden hulevesien hallinnan tavoitteita. Tämä antaisi kuvan siitä, miten tunnistetut esteet vaikuttavat käytännön tasolla

sinivihreän infrastruktuurin käyttöön asemakaavoissa. Lopuksi näitä tuloksia verrataan kyselytutkimuksen tuloksiin.

2.3.1 Aineiston valinta

Tutkimuksessa tarkasteltiin Uudenmaan Helsingin seutukunnan kaupunkien ja kuntien sekä Porvoon kaupungin asemakaavoja, jotka olivat saaneet lainvoiman vuosien 2023 ja 2024 aikana. Aineistona käytettiin asemakaavoja ja asemakaavamuutoksia, jotka koskivat laajempia aluekokonaisuuksia yksittäisten kiinteistöjen sijaan, ja sisälsivät monipuolisesti erilaisia maankäytön alueita sekä yleisiä alueita. Aineisto kartoitettiin ja koottiin näiden kaupunkien ja kuntien verkkosivuilta. Jokaisesta asemakaavasta kerättiin asemakaavakartta, asemakaavaselostus ja saatavilla olevat hulevesiselvitykset. Asemakaavoja kertyi yhteensä 49 kappaletta ja ne ovat esitettynä kartalla kuvassa 5. Asemakaavakohteiden nimet on listattu liitteessä 3.



Kuva 5. Analysoidut asemakaavat kartalla Helsingin seutukunnan kaupungeista ja kunnista sekä Porvoon kaupungista.

2.3.2 Analyysikriteerit

Taulukon 4. mukaisia analyysikriteerejä käytettiin apuna systemaattisessa sisältöanalyysissä, jossa seulottiin avaintermien esiintyvyyttä kussakin asemakaava-aineistossa. Maininnat tulivat olla suoraan yhteydessä hulevesien hallintaan. Tilanvaraukset hulevesiratkaisuille etsittiin kaavakartoista ja kaavamerkinnoista.

Taulukko 4. Analyysikriteerit sisältöanalyysiin.

Sisällönanalyysissä käytetyt analyysikriteerit 1. Avainsanojen esiintyminen, 2. Hulevesien hallinnan tavoitteiden maininnat ja 3. Tilavaraukset hulevesien hallinnan ratkaisuille.

1. Avainsanojen esiintyminen	<ul style="list-style-type: none"> • Viherkatto/Kasvillisuuskatto/Kattopuutarha/Niittykatto/Sammalkatto • Läpäisevät päällysteet/Läpäisevät materiaalit • Biosuodatus/Biosuodatusallas/Hulevesien suodatus • Viivytsaltaat/Viivytyispainanteet • Hulevesikosteikot/Hulevesilammikot • Hulevesiviemärointi/Hulevesiverkko
2. Hulevesien hallinnan tavoitteiden maininnat	<ul style="list-style-type: none"> • Huleveden laadun parantuminen • Kustannustehokkuus • Kauniimpi kaupunkimaisema • Lisääntynyt monimuotoisuus • Huleveden määrän väheneminen • Lisääntynyt virkistyskäyttö • Muut hyödyt
3. Tilavaraukset hulevesien hallinnan ratkaisuille:	<ul style="list-style-type: none"> • Yksityiset tontit • Yleiset viheralueet

2.3.3 Sisältöanalyysi

Analyysi toteutettiin systemaattisesti samoilla analyysikriteereillä kaikille asemakaava-aineistoille käyttäen avainsanojen hakua ja aineiston läpilykua. Sisältöanalyysin aineisto kerättiin Excel-taulukkoon, jossa kullekin avaintermille annettiin binäärinen arvo siten että 0 tarkoittaa ettei kyseistä avaintermistä ollut mainintaa, ja 1, että kyseinen avaintermi mainittiin kaavan yhteydessä. Python-ohjelmointikieli mahdollisti aineiston tilastollisen käsittelyn. Muuttujien esiintyvyydet laskettiin frekvensseinä ja suhteutettiin prosenttiosuuksiksi. Python ohjelmakielen koodit löytyvät liitteestä 2.

2.4 Kyselytutkimuksen ja sisältöanalyysin välinen vertailu

Kyselytutkimuksen ja asemakaavojen välistä yhteyttä tutkittiin Fisherin tarkalla testillä, koska osa testattavista ryhmistä oli pieniä. Testin avulla tutkittiin, onko hulevesiratkaisujen esiintyvyydessä asemakaava-aineistossa ja kyselytutkimuksen koetulla käyttöasteella tilastollisesti merkittävää eroa. Fisherin testin nollahypoteesina (H_0) oli, että hulevesiratkaisujen esiintyvyys on samankaltainen kyselyaineistossa ja asemakaavoissa.

Hulevesiratkaisut luokiteltiin kahteen ryhmään:

1. Havaittu frekvenssi kyselyaineistossa eli mitä ratkaisuita vastaajat ilmoittivat hyödyntävän kunnassaan. Asteikkovastaukset kategorisoitiin seuraavasti: asteikkovastaukset 1-2 (ei käytetty) ja asteikkovastaukset 3-5 (käytetään).

2. Havaittu frekvenssi asemakaavoissa eli mitkä ratkaisut mainittiin kaavaselostuksissa. Asemakaava aineisto oli valmiiksi kategorisessa muodossa.

Mikäli Fisherin testin ei näyttäisi soveltuvan testaukseen, käytetään lisäksi χ^2 -testiä (khiin neliö -testi) hulevesiratkaisujen esiintymistiheyksien tilastolliseen vertailuun kahden aineiston välillä. χ^2 -testi soveltuu erityisesti tilanteisiin, joissa verrataan kahden ryhmän kategorisia muuttujia, ja sen avulla voidaan tutkia, onko hulevesiratkaisujen esiintymisessä merkittäviä eroja kyselyaineiston ja asemakaavojen välillä.

Hulevesiratkaisut luokiteltiin samoin kuin Fisherin testissä. Tämän jälkeen frekvenssit laskettiin kullekin hulevesiratkaisulle. χ^2 -testin nollahypoteesina (H_0) oli vastaavasti, että hulevesiratkaisujen esiintyvyys on samankaltainen kyselyaineistossa ja asemakaavoissa.

3 Tulokset

3.1 Kyselytutkimuksen tulokset

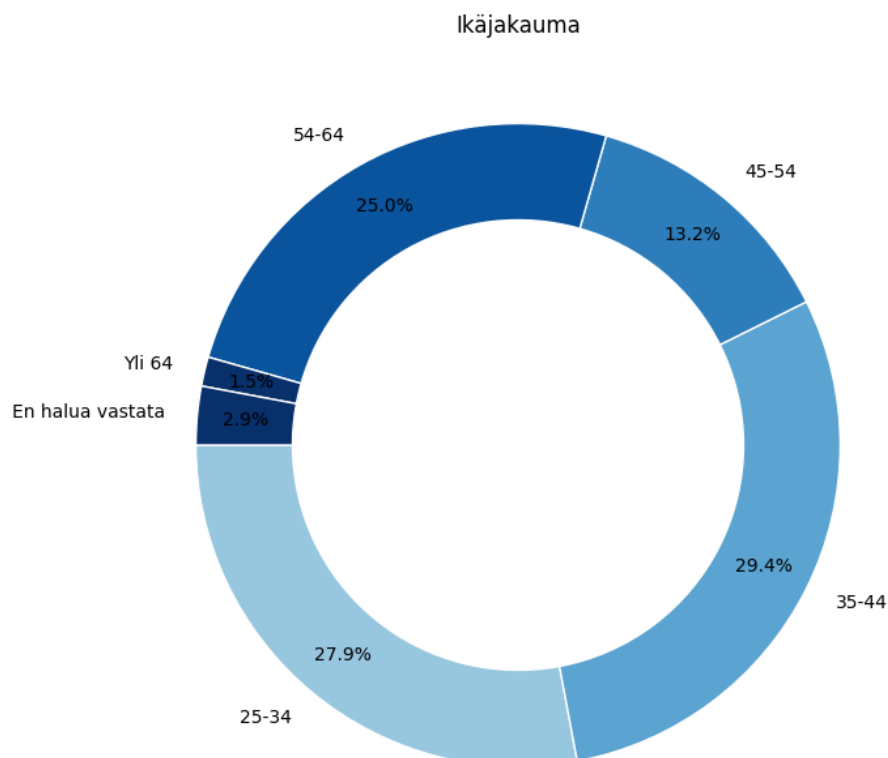
Vastauksia kertyi kokonaisuudessaan 78 kpl, joista 18kpl jäi kesken, eikä niitä siten otettu osaksi tuloksia.

Vastauksia tuli seuraavista Uudenmaan kunnista: Espoosta, Porvoosta, Hyvinkäältä, Keravalta, Karkkilasta, Sipoosta, Loviisasta, Kirkkonummelta. Lisäksi muutama vastaus saatiin muista maakunnista Uudenmaan ulkopuolelta. Tarkoitus oli kerätä tieto vastaajien työnantajakunnasta kaikilta kunnalla työskenteleviltä vastaajilta, mutta kaikki eivät vastanneet lisäkysymykseen. Kokonaiskuvan tuloksista saa taulukosta 5., johon on koottu keskiarvot ja yleisimmän vastauksen tulokset.

Asteikkokysymysten vastausjakaumat on esitetty taulukossa 6. Näissä tuloksissa esitetyt kysymykset on merkitty niiden numeroinnilla (K5_1, K6_2).

Kysymyslomakkeen kysymykset on esitetty taulukossa 5. Kysymysten täydelliset kirjalliset muotoilut löytyvät liitteessä 1 esitetystä kyselylomakkeesta.

Demografista tietoa keräävässä osiossa tarkasteltiin vastaajien taustatietoja, eli ikäjakaumaa, koulutustasoa sekä työnantajatieto. Ikäjakauma on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Ikäjakauma vastaajien kesken.

Suurin osa vastaajista sanoi työskentelevänsä kunnalle (76,4 %), ja muut (23,6 %) vastasivat tekevänsä yhteistyötä kuntien kanssa, kuten esimerkiksi konsulttityötä tekevät. Kaikki paitsi yksi vastaaja oli korkeakoulutettu.

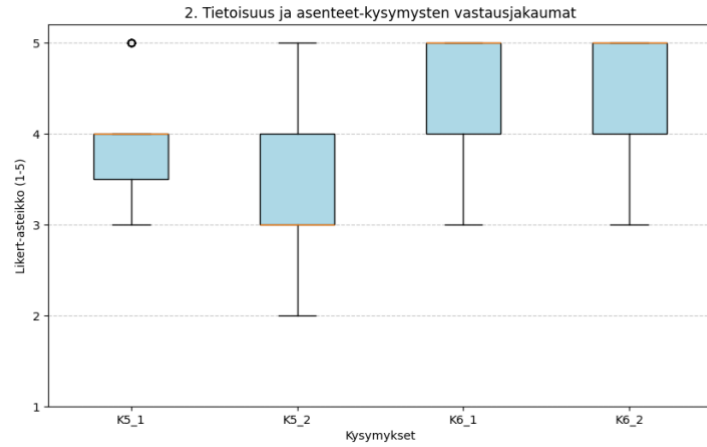
Taulukko 5. Kyselyn kysymykset, keskiarvot ja yleisimmät vastaukset.

Kysymys	Keskiarvo	Yleisin vastaus
K1: Ikäjakama	-	35-44
K3: Koulutustausta	-	Korkeakoulu
K4: Työskentelen	-	Kunnalle
K5_1: Kuinka hyvin tunnet hulevesien hallinnan käytäntöjä?	3,9	4
K5_2: Kuinka hyvin tunnet hulevesiä koskevan lainsäädännön?	3,3	4
K6_1: Miten arvioisit hulevesien hallinnan tärkeyden?	4,5	5
K6_2: Miten arvioisit sinivihreän infrastruktuurin käytön hulevesien hallinnassa?	4,5	5
K7_1: Kuinka hyvin tunnet seuraavat hulevesiratkaisut - Viherkatot	3,3	3
K7_2: Kuinka hyvin tunnet seuraavat hulevesiratkaisut – Biosuodatusratkaisut	3,3	4
K7_3: Kuinka hyvin tunnet seuraavat hulevesiratkaisut – Läpäisevät päällysteet	3,3	3
K7_4: Kuinka hyvin tunnet seuraavat hulevesiratkaisut – Viivytyksaltaat	3,4	4
K7_5: Kuinka hyvin tunnet seuraavat hulevesiratkaisut - Hulevesikosteikko	3,8	4
K8_1: Miten arvioisit seuraavien hulevesiratkaisujen hyödyntämistä organisaatiossasi? - Viherkatot	1,8	1
K8_2: Miten arvioisit seuraavien hulevesiratkaisujen hyödyntämistä organisaatiossasi? – Biosuodatusratkaisut	2,5	2
K8_3: Miten arvioisit seuraavien hulevesiratkaisujen hyödyntämistä organisaatiossasi? – Läpäisevät päällysteet	2,6	2
K8_4: Miten arvioisit seuraavien hulevesiratkaisujen hyödyntämistä organisaatiossasi? – Viivytyksaltaat	3,2	3
K8_5: Miten arvioisit seuraavien hulevesiratkaisujen hyödyntämistä organisaatiossasi? - Hulevesikosteikko	2,9	3
K9_1: Miten arvioisit kunnassasi/kaupungissasi käytössä olevien hulevesien hallintamenetelmien tehokkuutta yleisesti?	2,5	2
K10_1: Oletko tyytyväinen nykyisiin hulevesien hallintakäytäntöihin kunnassasi/kaupungissani?	2,6	3
K11: Mitkä ovat suurimmat haasteet mielestäsi luontopohjaisessa hulevesien hallinnassa?	-	Osaaminen ja koulutus
K12_1: Mitä mieltä olet: Nykyinen lainsäädäntö tukee tehokasta hulevesien luontopohjaista hallintaa	2,8	3
K12_2: Mitä mieltä olet: Organisaationi tekee riittävästi sinivihreän infrastruktuurin edistämiseksi	2,9	3

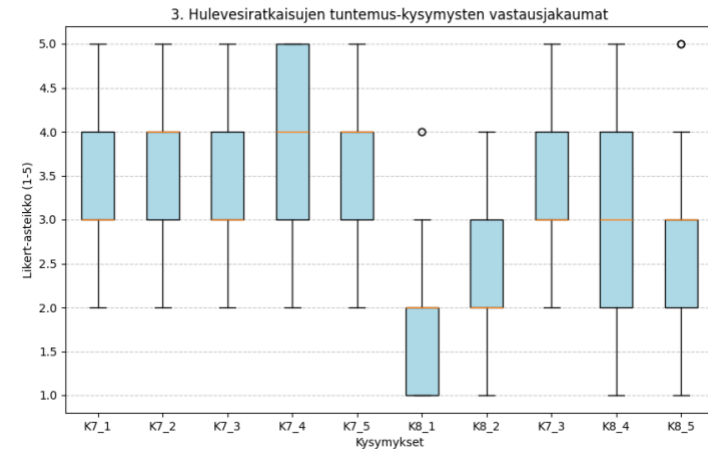
K12_3: Mitä mieltä olet: Rahoituksen puute on suurin este luontopohjaiselle hulevesien hallinnan kehittämiseksi	3,1	2
K13: Mitkä strategiat voisivat edistää luontopohjaisten ratkaisujen käyttöä hulevesien hallinnassa?	-	Osaaminen ja koulutus
K14: Millaista tukea organisaatiosi tarvitsisi käyttääkseen enemmän luontopohjaisia ratkaisuja?	-	Poliittiset päätökset & Yhteistyö eri toimijoiden välillä
K15_1: Vastaa seuraaviin väitteisiin: Kuinka paljon olet ollut mukana hulevesien hallintaan liittyvissä kuntalaiskuulemisissa tai työpajoissa?	2,4	2
K15_2: Vastaa seuraaviin väitteisiin: - Miten paljon organisaatiollasi on yhteistyötä eri toimijoiden välillä hulevesien hallinnan edistämiseksi?	3,1	3
K15_3: Vastaa seuraaviin väitteisiin: - Miten paljon arvioisit hulevesien hallinnan vaikuttavan omaan elämänlaatuusi?	3,1	3
K16: Mitä hyötyjä olet huomannut luontopohjaisten ratkaisujen käytöstä?	-	Kauniimpi kaupunkimaisema
K17_1: Vastaa seuraaviin väitteisiin: - Hulevesien hallintakäytöt suunnitellaan sopeutumaan ilmastonmuutoksen vaikutuksiin	3,6	4
K17_2: Vastaa seuraaviin väitteisiin: - Sinivihreällä infrastruktuurilla on keskeinen rooli kaupunkien resilienssin parantamisessa ilmastonmuutosta vastaan	4,1	4
K17_3: Vastaa seuraaviin väitteisiin: - Kestävä hulevesien hallinta edistää mielestäni yleisiä kestävän kehityksen tavoitteita	4,3	4
K17_4: Vastaa seuraaviin väitteisiin: - Organisaationi priorisoi luontopohjaisten ratkaisujen käyttöä hulevesien hallinnassa teknisten ratkaisuiden sijaan.	2,9	2
K18_1: Vastaa seuraaviin väitteisiin: - Organisaationi henkilökunnalle on tarjolla riittävästi koulutusta luontopohjaisesta hulevesien hallinnasta	2,6	3
K18_2: Vastaa seuraaviin väitteisiin: - Sinivihreää infrastruktuuria koskevia materiaalia (suunnittelu, rakentaminen, ylläpito) on saatavilla organisaatiossani	2,5	2
K18_3: Vastaa seuraaviin väitteisiin: - Tietoteknisten järjestelmien käyttö parantaisi luontopohjaista hulevesien hallinnan tehokkuutta	3,5	4
K19: Käytän seuraavanlaisia tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien hallintaan työssäni	-	Excel & Autodesk
K20_1: Vastaa seuraaviin väitteisiin: - Käytän tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien tarkasteluun	2,2	1
K20_2: Vastaa seuraaviin väitteisiin: - Käytän tietoteknisiä järjestelmiä hulevesijärjestelmien mallintamiseen	1,6	1
K20_3: Vastaa seuraaviin väitteisiin: - Haluaisin hyödyntää enemmän tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien hallinnassa	2,8	3

Taulukko 6. Kyselyn vastausjakaumat.

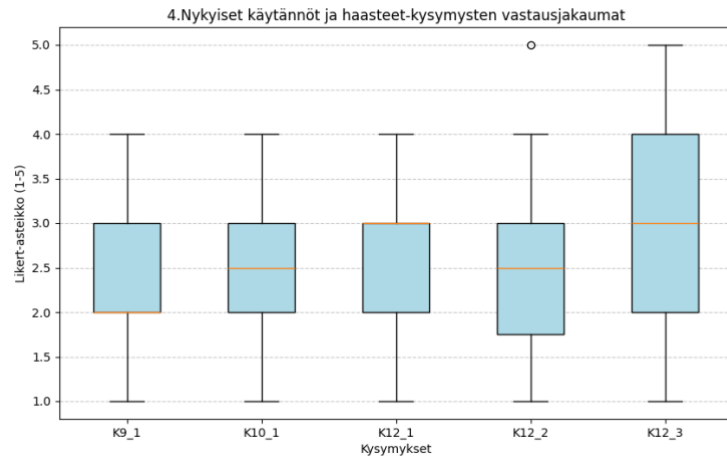
Kyselyn eri osioiden (2-7) asteikkokysymysten vastausjakaumia. Kysymysten kirjalliset muotoilut löytyvät taulukosta 5.



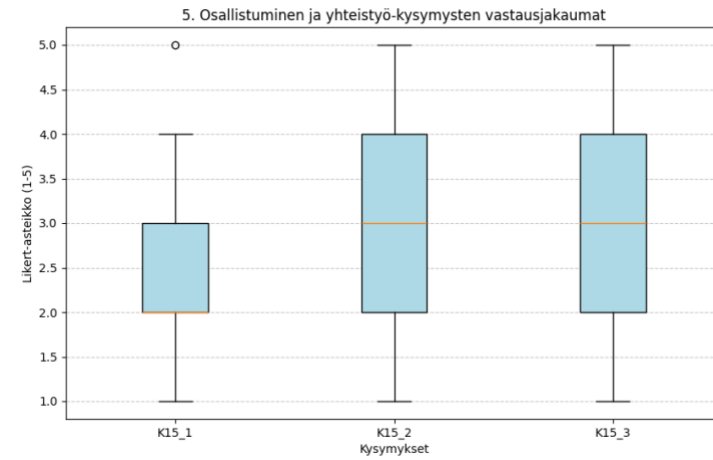
Osion 2. vastausjakaumat.



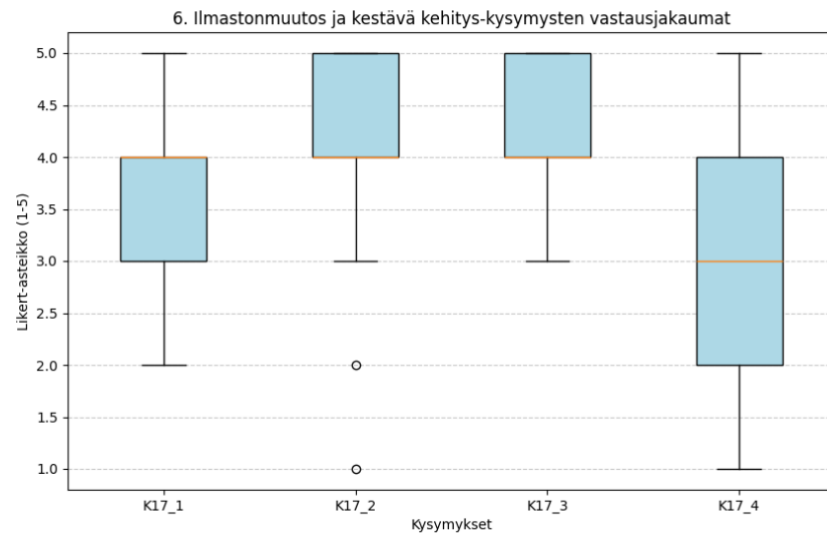
Osion 3. vastausjakaumat.



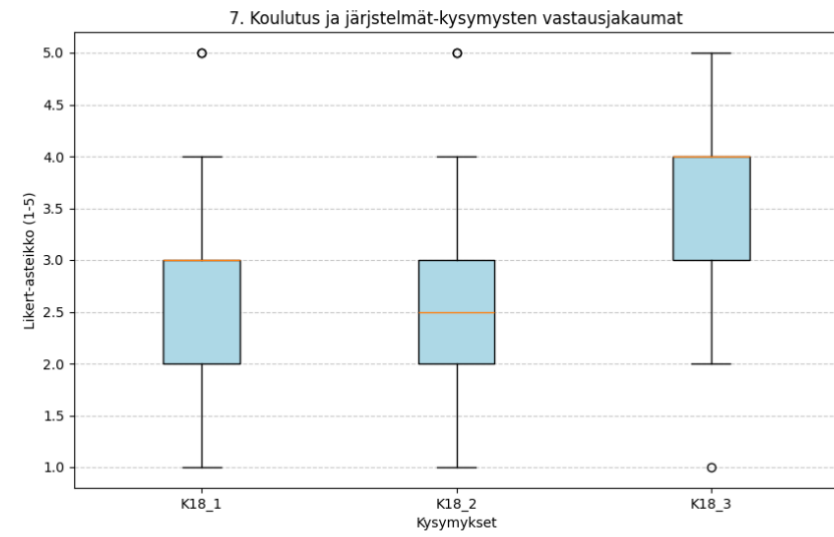
Osion 4. vastausjakaumat.



Osion 5. vastausjakaumat

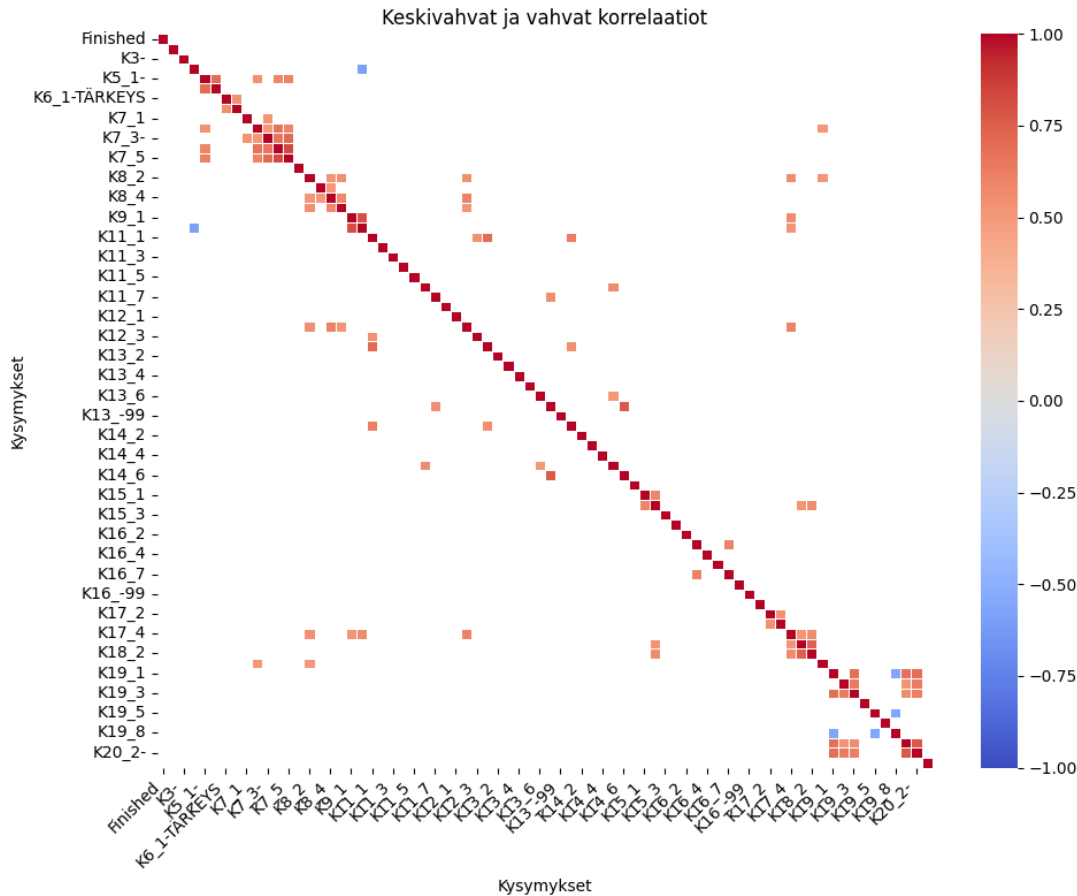


Osion 6. vastausjakaumat.



Osion 7. vastausjakaumat.

Korrelaatiomatriisin avulla tarkasteltiin yhteyksiä eri kysymysten välillä. Keskivahvat ja vahvat löydetty korrelaatiot on merkitty värisävyillä kuvassa 7. Positiiviset korrelaatiot on esitetty punaisella ja negatiiviset sinisellä. Alla on koottu muutama keskeinen havainto.



Kuva 7. Spearmanin korrelaatiomatriisin ristiintaulukointi.

Analyysi osoitti, että eri hulevesiratkaisujen tietoisuuden (K7) ja hyödyntämisen (K8) kesken löytyi tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,05$) positiivisia korrelaatioita eri ratkaisujen välillä. Lisäksi tietoisuus hulevesien hallinnan käytännöistä korreloi positiivisesti hulevesiratkaisuista (biosuodatus, viivytysallas ja hulevesikosteikko) koettuun tuntemukseen.

Organisaation panostuksella sinivihreän infrastruktuurin edistämiseen, arvioituna kysymyksellä K12_2 ”Organisaationi tekee riittävästi sinivihreän infrastruktuurin edistämiseksi”, havaittiin keskivahva positiivinen korrelaatio biosuodatuksen, viivytysaltaiden ja hulevesikosteikko ratkaisujen hyödyntämisen kanssa ($p < 0,05$). Monet peräkkäin esitetyt saman aiheen kysymykset näyttivät tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,05$) positiivisia korrelaatioita, tämä voi johtua siitä, ettei ne ole riippumattomia toisistaan (autokorrelaatio). Tuloksien hyvin pienet p-arvot ja korrelaatiokertoimet

voivat myös olla seuraus autokorrelaatiosta. Korrelaatiokertoimet ja p-arvot kaikille keskivahvoille ja vahvoille korrelaatioille on esitetty liitteessä 4.

Toinen olennainen korrelaatio esitetään erikseen kappaleessa 3.1.5.

3.1.1 Sinivihreän infrastruktuurin käyttö

Kyselyssä kartoitettiin eri luontopohjaisten hulevesiratkaisujen tuntemuksesta ja niiden hyödyntämisestä tai käyttöasteesta. Likert-asteikko muunnettiin analyysissa 1–5 asteikoksi, jossa tuntemusta arvioitiin seuraavasti: 1= en tunne lainkaan ja 5 = tunnen erittäin hyvin. Hyödyntämisessä asteikon arvot olivat: 1= En käytetä ollenkaan ja 5= Erittäin laajasti käytössä. Tulokset on koottu taulukkoon 7.

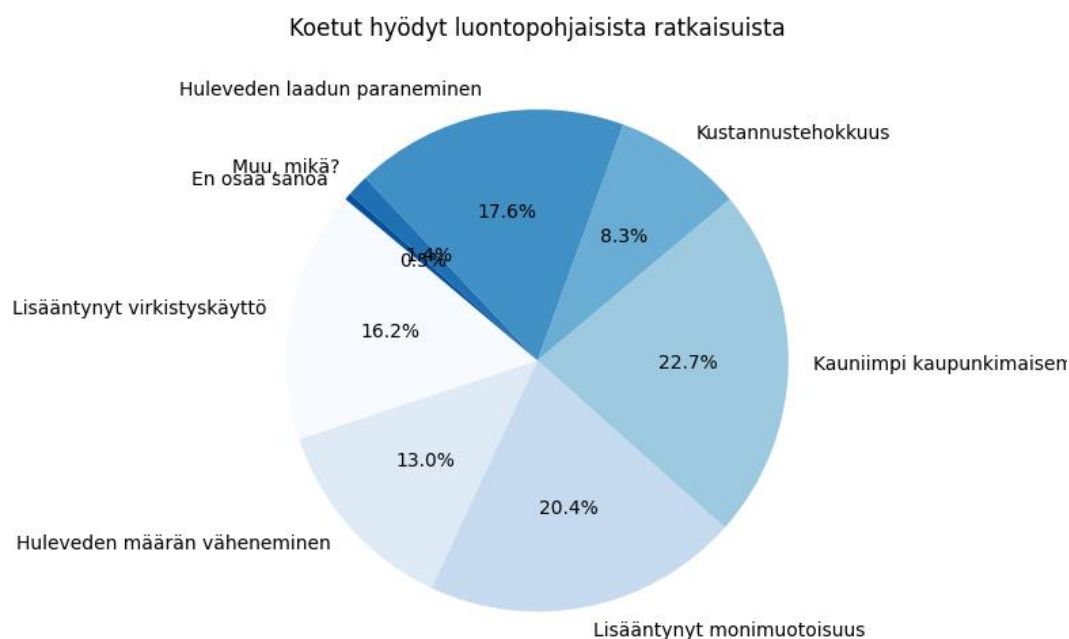
Tunnetuimmat ratkaisut olivat viivytsaltaat ja hulevesikosteikat, jotka suurin osa vastaajista koki tuntevansa hyvin. Tämä vastasi myös tuloksia niiden hyödyntämisestä, sillä samat ratkaisut olivat eniten käytössä ja yleisin vastaus oli, että niitä hyödynnetään kohtalaisesti. Viherkattojen kohdalla tuntemus ja hyödyntäminen eivät kuitenkaan seuranneet samaa kaavaa.

Taulukko 7. Sinivihreiden hulevesiratkaisujen tuntemus ja hyödyntämis- tai käyttöaste.

Ratkaisu	Tuntemus (keskiarvo 1–5)	Hyödyntäminen (keskiarvo 1–5)
Viherkatto	3,31 (yleisin vastaus 3 kohtalaisesti)	1,84 (yleisin vastaus ei lainkaan 1)
Biosuodatus	3,32 (yleisin vastaus 4 hyvin)	2,48 (yleisin vastaus vähän 2)
Läpäisevät päällysteet	3,25 (yleisin vastaus 3 kohtalaisesti)	2,61 (yleisin vastaus vähän 2)
Viivytsaltaat	3,44 (yleisin vastaus 4 hyvin)	3,17 (yleisin vastaus kohtalaisesti 3)
Hulevesikosteikat	3,77 (yleisin vastaus 4 hyvin)	2,88 (yleisin vastaus kohtalaisesti 3)

3.1.2 Sinivihreän infrastruktuurin käytön koetut hyödyt

Vastaajat kokivat sinivihreistä hulevesiratkaisuista olevan monenlaisia lisähyötyjä. Koetut hyödyt jakautuivat tasaisesti eri osa-alueille kaupunkiympäristössä, ja vastaukset on esitetty kuvassa 8. Kysymys oli monivalintainen ja yleisimmin mainitut hyödyt olivat kauniimpi kaupunkimaisema (22,7 %) ja lisääntynyt monimuotoisuus (20,4 %). Myös Huleveden laadun paraneminen (17,6 %) ja määrän väheneminen (13,0 %) sekä Lisääntynyt virkistyskäyttö (16,2 %) saivat kohtalaisen määrän vastauksia. Sen sijaan Kustannustehokkuus (8,3 %) mainittiin harvemmin.



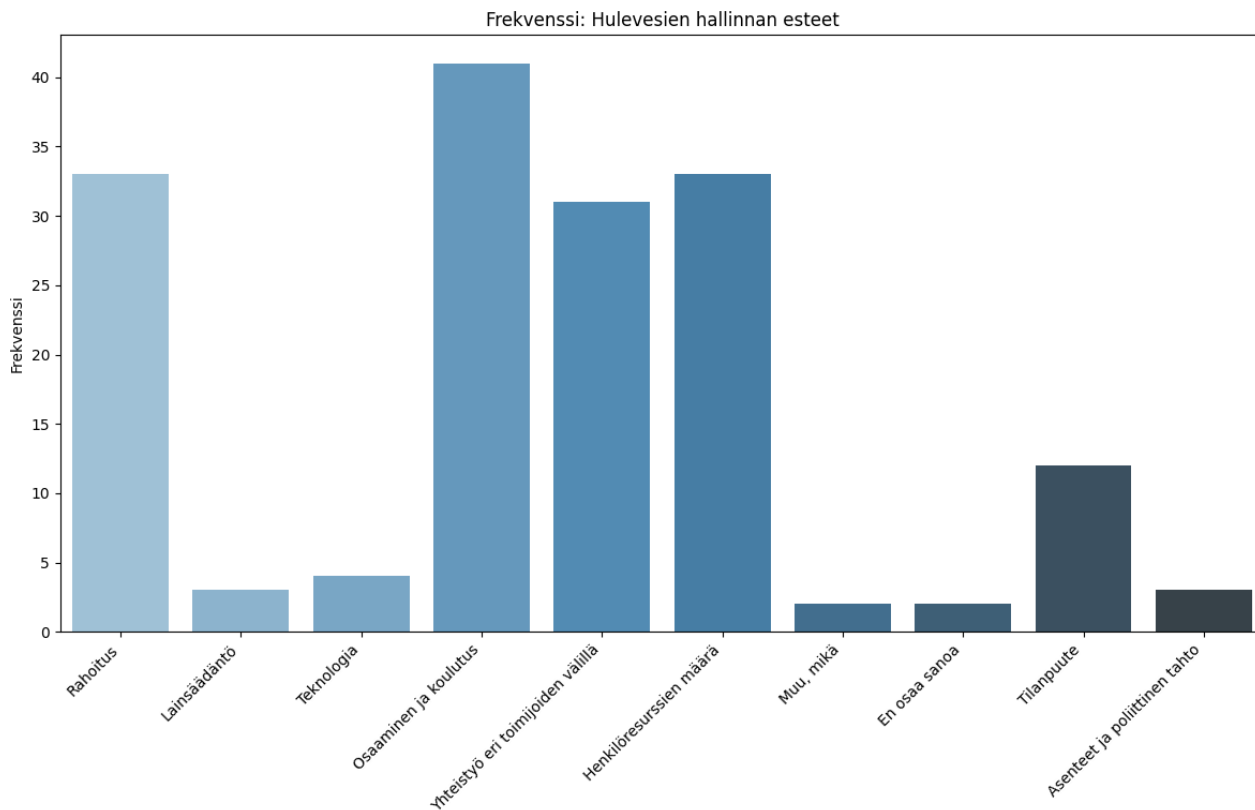
Kuva 8. Ympyräkaavio vastauksien jakautumisesta luontopohjaisten ratkaisujen koetuista hyödyistä

3.1.3 Sinivihreän infrastruktuurin käytön koetut esteet

Kirjallisuuden mukaan luontopohjaiselle kestäväälle hulevesien hallinnalle on tunnistettu useita esteitä (Bohman ym. 2020 & Deely ym. 2020, Dhakal & Chevalier. 2017 & Qiao ym. 2018). Näiden pohjalta koottiin kyselyyn yleisimmät esteet monivalintakysymykseen, jossa vastaajilla oli myös mahdollisuus valita ”Muu, mikä?”-vaihtoehto.

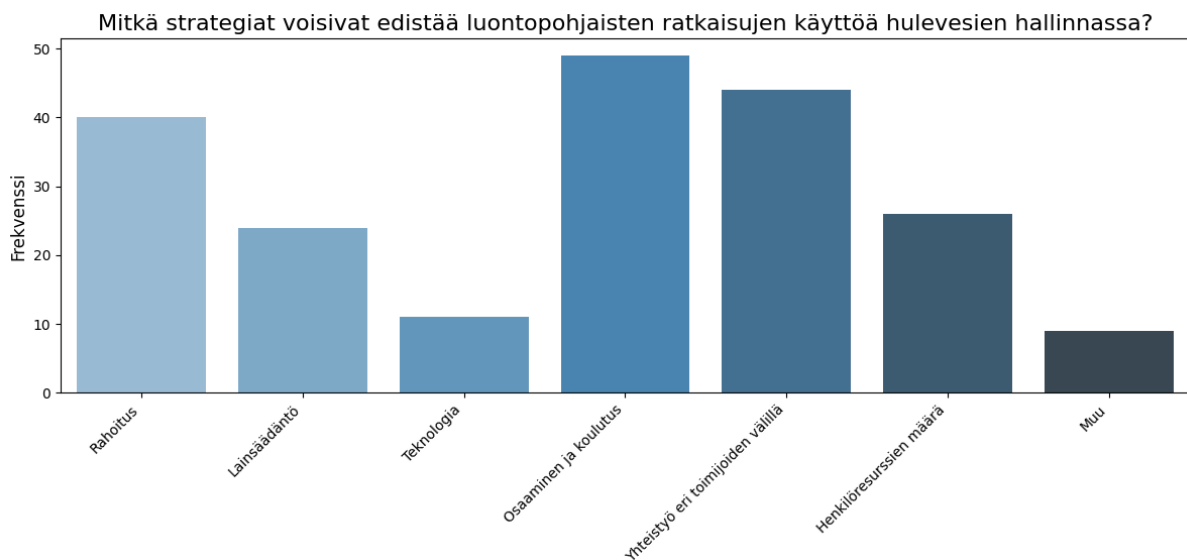
Avoimet vastaukset teemoitettiin ja sijoitettiin sopiviin kategorioihin. Tarvittaessa luotiin uusia kategorioita, kuten ”Asenteet ja poliittinen tahto” ja ”Tilanpuute”, jotka on esitetty kuvassa 9. Kaksi ”Muu-mikä?” – vaihtoehdossa annettua vastausta eivät kuitenkaan sopineet aiempiin luokkiin. Niissä mainittiin maanomistajien toiminnan

vaikeuttavan luontopohjaisia hulevesihankkeita sekä vanhojen päätösten, kuten kattovesien ohjaamisen suoraan hulevesijärjestelmään, aiheuttavan haasteita. Kokonaisuutena vastaajat kokivat suurimmiksi esteiksi rahoituksen, osaamisen ja koulutuksen, yhteistyön eri toimijoiden välillä ja riittämättömät henkilöressit. Sen sijaan lainsäädäntö ja teknologia ei monen mielestä koettu merkittäväksi esteeksi.



Kuva 9. Vastauksien frekvenssit koetuista esteistä.

3.1.4 Strategiat ja tuet sinivihreiden ratkaisujen edistämiseen

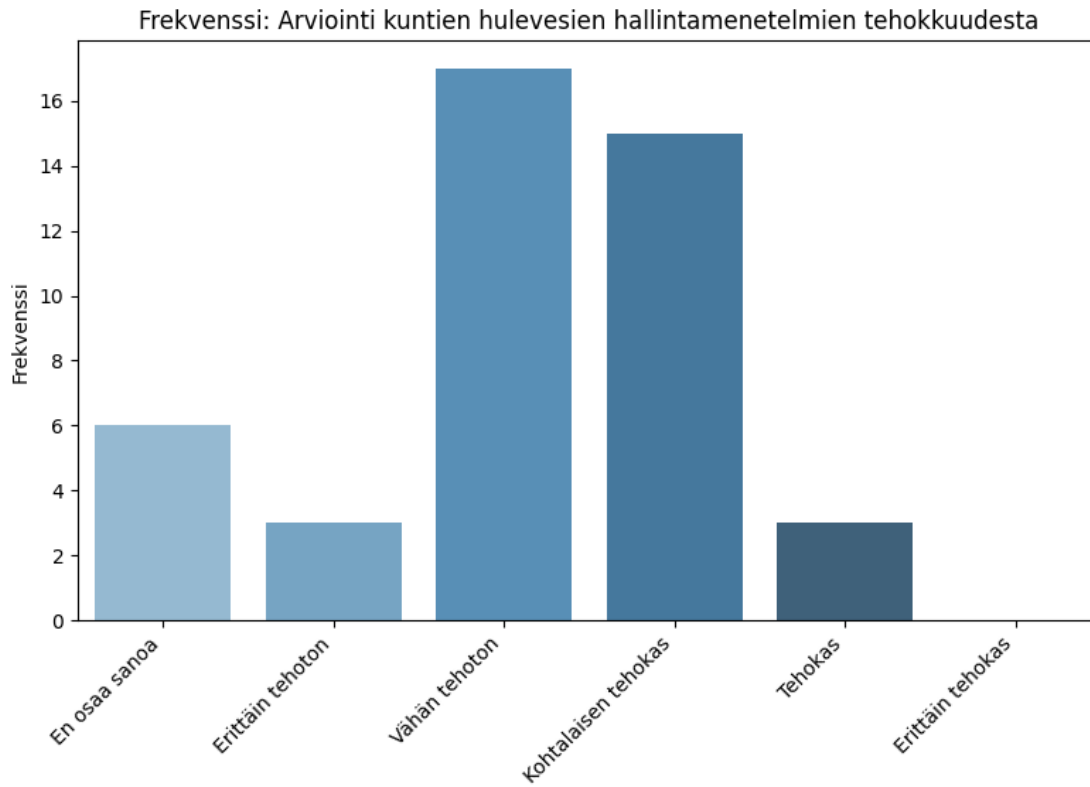


Kuva 10. Vastauksien frekvenssit strategioihin, jotka voisivat edistää luontopohjaisten ratkaisujen käyttöä.

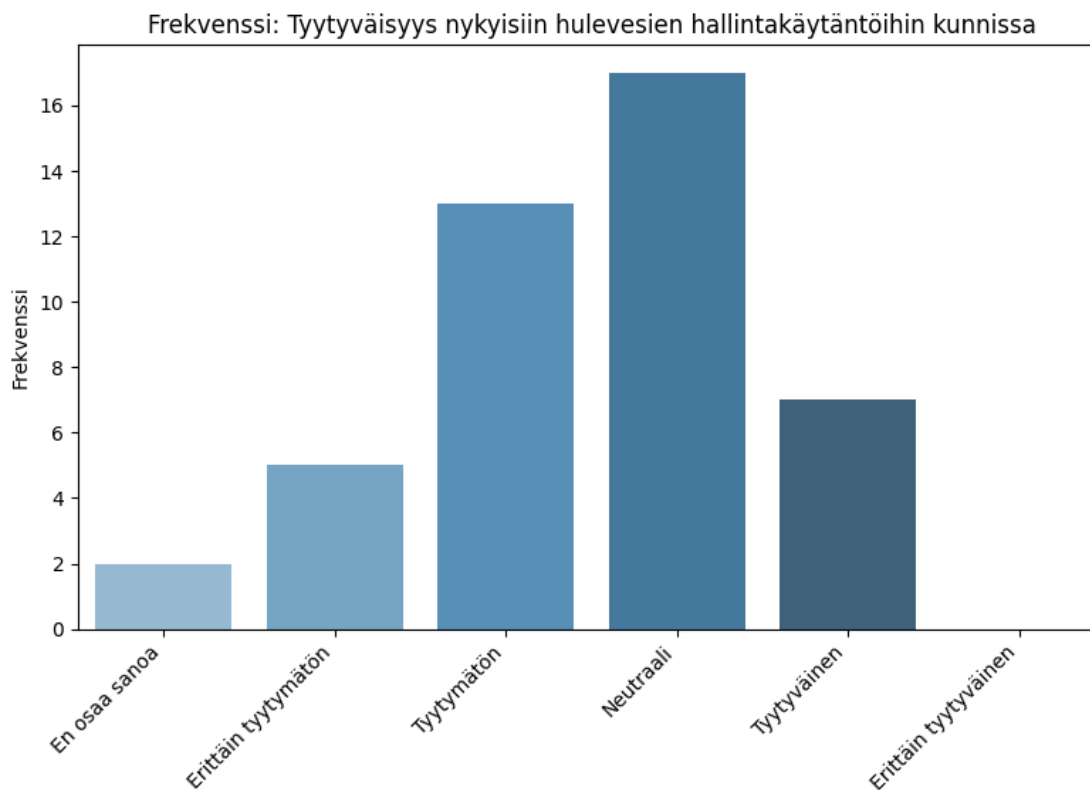
Kuvassa 10 esitettyjen tulosten perusteella samat teemat, jotka koettiin luontopohjaisten sinivihreiden ratkaisujen esteiksi, nousivat myös keskeisiksi strategioiksi niiden edistämiseksi. Rahoitus, osaaminen ja koulutus sekä yhteistyö eri toimijoiden välillä nostettiin selkeästi esille. Henkilöresurssien määrän lisääminen koettiin myös keskeisenä strategiana, mutta teknologia ja sen kehittäminen vähemmän tärkeänä. Vaikka lainsäädäntöä ei pidetty merkittävänä esteenä, sen nähtiin voivan toimia edistävänä tekijänä.

3.1.5 Tehokkuuden ja tyytyväisyyden kokemus

Kunnille työskentelevät arvioivat myös heidän kokemuksistaan kuntiensa käytössä olevien hulevesien hallintamenetelmien tehokkuudesta ja heidän tyytyväisyydestään näihin hallintakäytäntöihin. Myönteisiä ääri vastauksia ei havaittu, ja mediaaniarvot olivat tehokkuuden osalta ”Vähän tehoton” ja tyytyväisyyden osalta ”Neutraali”. Tulokset on esitetty tehokkuuden kannalta kuvassa 11. ja tyytyväisyyden kannalta kuvassa 12.



Kuva 11. Vastauksien frekvenssit arvioinnissa kuntien hulevesien hallintamenetelmien tehokkuudesta



Kuva 12. Vastauksien frekvenssit tyytyväisyyteen nykyisiin hulevesien hallintakäytäntöihin kunnissa.

Aiemmin esitetyn Spearman korrelaatioanalyysin perusteella havaittiin yhtenäisyyttä tyytyväisyyden ja tehokkuuden kokemuksista kysymyksen ”Organisaationi priorisoi luontopohjaisten ratkaisujen käyttöä hulevesien hallinnassa teknisten ratkaisuiden sijaan” kanssa. Molemmat kunnan työntekijöille suunnatut kysymykset tyytyväisyydestä ja tehokkuudesta näyttivät keskivahvaa positiivista korrelaatiota (0,5239 & 0,5570) luontopohjaisten ratkaisujen priorisointia kohtaan. Molempien korrelaatioiden p-arvot olivat myös tilastollisesti merkittävät, taulukossa 8 on esitetty korrelaatiokertoimet sekä p-arvot.

Taulukko 8. Spearmanin korrelaatio.

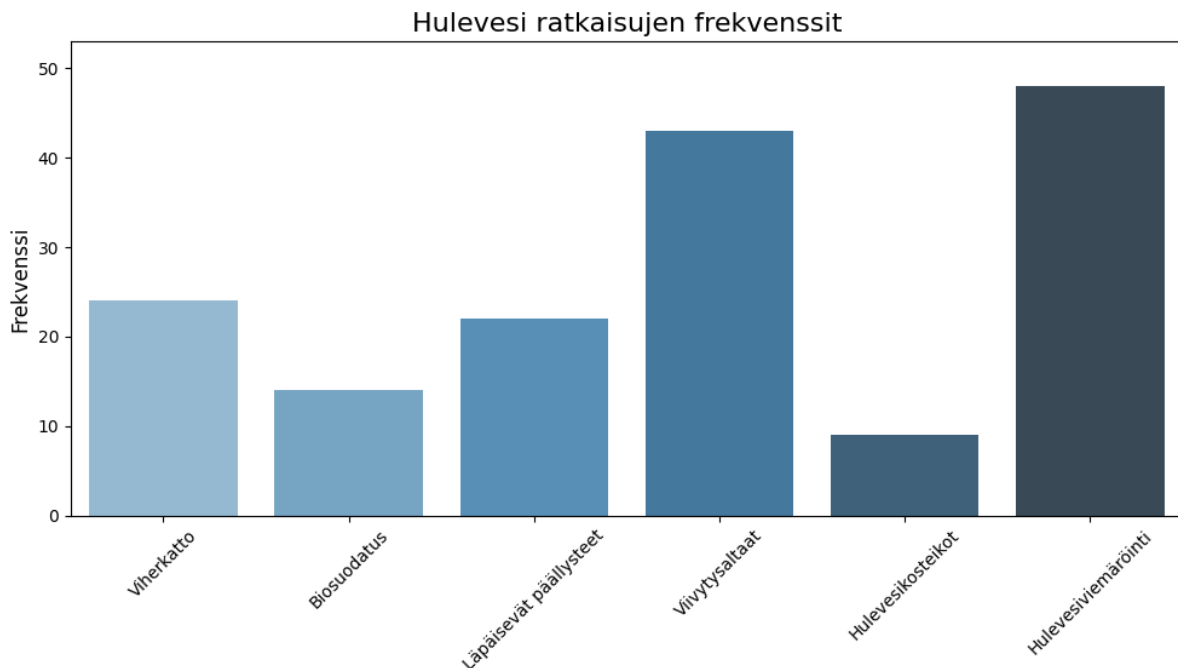
Muuttujat	Korrelaatiokerroin	P-arvo
Tehokkuus	0,524	0,00147
Tyytyväisyys	0,557	0,00034

3.1.6 Rajaukset kyselytutkimuksen tulostuloksissa

Kaikkia kyselyssä esitettyjä kysymyksiä ei sisällytetty tulostuloksiin, sillä ne eivät tuottaneet merkittäviä tai tutkimuksen kannalta relevantteja havaintoja. Esimerkiksi demografisten muuttujien ja sinivihreän infrastruktuurin tuntemuksen välillä ei tehty vertailuja, koska analyysin pääpaino oli yleisessä tietoisuudessa. Tietoteknisten järjestelmien käyttöä hulevesien hallinnan parissa ei myöskään analysoitu.

3.2 Asemakaavojen sisältöanalyysin tulokset

3.2.1 Asemakaavojen hulevesien hallinnan ratkaisut



Kuva 13. Hulevesiratkaisujen esiintymisen frekvenssit asemakaavoissa.

Kaava-aineistossa yleisin esiintyvä hulevesi ratkaisu oli perinteinen hulevesiviemärointi, ja se esiintyi yhtä lukuun ottamatta jokaisessa asemakaavassa (48 kpl). Myös erilaiset viivytyksaltaat ja muut viivytyksrakenteet esiintyivät usein (43 kpl). Läpäisevät päällysteet (22 kpl) ja viherkatot (24 kpl) esiintyivät suhteellisen usein, kun taas biosuodatusratkaisut (14 kpl) ja hulevesikosteikat (9 kpl) esiintyivät harvemmin. Tulokset on esitetty kuvassa 13.

Suurimassa osassa asemakaavoja oli jokin sinivihreä hulevesi ratkaisu, joka oli yhdistetty harmaaseen perinteiseen hulevesiviemärointiin. Kymmenessä asemakaavassa ei mainittu sinivihreitä ratkaisuja lainkaan, lukuun ottamatta tonttikohtaisia viivytyksmääräyksiä. Sinivihreille ratkaisuille varattuja tiloja yleisillä alueilla löytyi 19 asemakaavasta 49:stä.

3.2.2 Asemakaavojen hulevesien hallinnan tavoitteet ja koetut hyödyt

Taulukossa 9. esitetään asemakaavoista poimitut hulevesien hallinnan tavoitteiden tai mainittujen lisähyötyjen frekvenssit ja niiden suhteelliset osuudet prosentteina. Huleveden määrän väheneminen oli ylivoimaisesti yleisin tavoite, ja se esiintyi lähes

kaikissa tarkastelluissa asemakaavoissa. Myös huleveden laadun parantaminen oli toinen merkittävä tavoite, joka löytyi yli puolesta tarkastelluista asemakaavoista. Hulevesien hallinnan ratkaisut eivät ainoastaan vastaa kaupunkitulvien ja vesistöjen kuormituksen vähentämisen tavoitteisiin, vaan ne voivat myös tuottaa merkittäviä lisähyötyjä, jotka rikastuttavat kaupunkiympäristöjä ja tukevat kestävästä kehitystä. Tulosten perusteella noin kolmannessa tarkastelluista asemakaavoista mainittiin hulevesien hallinnan ratkaisujen tuoma kauniimpi kaupunkimaisema sekä luonnon monimuotoisuuden lisääntyminen. Sen sijaan virkistys mahdollisuudet eivät nousseet erityisesti esiin, ja mainittiin vain kahdessa tarkastellussa asemakaavassa. Myös kustannustehokkuus jäi täysin mainitsematta, vaikka aiemman tutkimuksen mukaan sinivihreät luonnonmukaiset ratkaisut voivat pitkällä aikavälillä olla kustannustehokkaampia kuin perinteinen harmaa infrastruktuuri (Qiao ym. 2018).

Taulukko 9. Asemakaavojen hulevesien hallinnan tavoitteet.

Hulevesien hallinnan tavoitteet	Frekvenssi	Prosentti
Huleveden laadun paraneminen	27	55,1 %
Kustannustehokkuus	0	0 %
Kauniimpi kaupunkimaisema	17	34,7 %
Monimuotoisuuden lisääntyminen	17	34,7 %
Huleveden määrän väheneminen	46	93,9 %
Virkistyskäyttö	2	4,1 %

3.3 Kyselytutkimuksen ja sisältöanalyysin välinen vertailu

Fisherin testin tulokset, jotka on esitetty taulukossa 10., osoittivat ettei merkittävää tilastollista yhteyttä hulevesiratkaisujen asemakaavojen esiintyvyydessä ja kyselytutkimuksen arvioidussa käyttöasteen välillä ole. Kaikki odds ratio -arvot ovat lähellä 1, mikä tarkoittaa, ettei hulevesiratkaisujen esiintyvyydessä asemakaavoissa ja niiden koetulla käyttöasteella kyselytutkimuksessa ole suuria eroja. P-arvot ovat kaikki 1,000, eli tilastollisesti ei merkittäviä.

Taulukko 10. Fisherin-testit.

Hulevesiratkaisu	Odds ratio	P-arvo
Viherkatto	1,05	1,000
Läpäisevät päällysteet	0,93	1,000
Biosuodatusrakenteet	1,06	1,000
Viivytyksaltaat	1,04	1,000
Hulevesikosteikot	0,83	1,000

Tulokset esiintyvyyksistä eivät siis poikkea toisistaan, mutta se ei tarkoita, että niillä olisi vahva tilastollinen yhteyskään. Tästä syystä testi toistettiin vielä χ^2 -testillä, jonka tulokset on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Vastaavia hulevesiratkaisuja testattiin myös χ^2 -testin avulla.

Hulevesiratkaisu	χ^2 -arvo	p-arvo
Viherkatto	7,25	0,007
Läpäisevät päällysteet	0,29	0,016
Biosuodatusrakenteet	3,21	0,073
Viivytyksaltaat	1,12	0,201
Hulevesikosteikot	0,05	0,260

Viivytyksaltaiden ja hulevesikosteikkojen esiintyvyydessä ei havaittu χ^2 -testin osalta tilastollisesti merkitsevää eroa ($p > 0,05$), mikä viittaa siihen, että näitä ratkaisuja käytetään kyselyaineiston perusteella suunnilleen yhtä paljon kuin ne esiintyvät asemakaavoissa.

Viherkattojen ja biosuodatuksen osalta χ^2 -testin tulokset osoittivat merkitsevää eroa ($p < 0,05$), mikä viittaa siihen, että ne ovat asemakaavoissa harvinaisempia kuin kyselyaineiston perusteella voisi olettaa.

Läpäisevien päällysteiden osalta ero oli vain heikosti merkitsevä ($p < 0,1$), mikä voi tarkoittaa, että niitä esiintyy kaavoissa jonkin verran vähemmän kuin kyselyaineiston perusteella odotettaisiin, mutta ei tilastollisesti merkittävästi.

4 Tulosten tarkastelu

4.1 Sinivihreän infrastruktuurin ja kestävän hulevesien hallinnan nykytila

Kyselytutkimuksen tulokset osoittavat, että tietoisuus sinivihreistä hulevesien hallinnan ratkaisuista ja niiden hyödyistä on korkealla. Vastaajat kokivat sinivihreän infrastruktuurin tärkeyden hulevesien hallinnassa erittäin korkeana (ka 4,5), mikä korostaa vastaajien ymmärrystä ratkaisujen merkittävydestä. Vastaajat kokivat myös kestävän hulevesien hallinnan edistävän yleisiä kestävän kehityksen tavoitteita paljon (ka 4,0), mikä vahvistaa, että ratkaisujen kestävyysvaikutukset tunnustetaan laajasti.

Lisäksi sinivihreiden ratkaisujen lisähyödyt, kuten luonnon monimuotoisuuden lisääntyminen ja kaupunkiviihtyvyyden parantuminen, nousivat esiin kyselytutkimuksessa. Nämä hyödyt vastaavat myös kirjallisuudessa esitettyjä havaintoja, joiden mukaan sinivihreät ratkaisut voivat edistää ekologista kestävyttä, parantaa ympäristön laatua ja lisätä esteettisiä arvoja (Goulden ym., 2018). Toisaalta asemakaava-aineistossa näitä lisähyötyjä ei nostettu esille samassa mittakaavassa, vaan huomio keskittyi pääasiassa huleveden määrälliseen ja laadulliseen hallintaan. Mutta vaikka sinivihreiden ratkaisujen tunnettavuus on korkea, niiden koettu käyttöaste jäi kyselytutkimuksessa alhaisemmaksi kuin tunnettavuus.

Kyselytutkimuksen koettu käyttöaste ja asemakaavoissa esiintyvyys eivät aina seuranneet samaa kaavaa. Tämä havaittiin erityisesti viherkatoissa, joiden käyttöasteen koettiin olevan matala kyselytutkimuksessa, mutta silti ne mainittiin 24:ssä 49 asemakaavasta. Toisaalta hulevesikosteikkojen kohdalla havaittiin päinvastainen ilmiö: kyselytutkimuksessa niiden tuntemus ja käyttö koettiin suhteellisen korkeiksi, mutta ne esiintyivät harvoin asemakaavoissa. Tämä voi johtua hulevesikosteikkojen suuremmasta tilantarpeesta. Viivytyksaltaat ja -rakenteet olivat poikkeus, sillä ne olivat sekä tunnettuja että laajasti käytettyjä ja löytyivät lähes kaikista asemakaavoista. Biosuodatusratkaisut ja läpäisevät päällysteet koettiin suhteellisen tunnetuiksi sekä käytetyiksi, ja asemakaavoissa toistui sama kaava, jossa niitä kyllä esitettiin mutta ei suurissa määrin.

Kaikissa asemakaavoissa, paitsi yhdessä, löytyi viittauksia perinteiseen hulevesiviemärintiin. Kuitenkin suurimmassa osassa asemakaavoja (39kpl) oli jokin sinivihreä ratkaisu yhdistettynä perinteiseen hulevesiviemäriin viitaten siihen, että suositaan yhdistelmästrategiaa, jossa sinivihreät ratkaisut tukevat perinteisen

viemärin toimintaa, mutta eivät välttämättä korvaa sitä kokonaan. Tämä lähestymistapa voi olla erityisen käytännöllinen tiivistyvillä kaupunkialueilla, missä tilanpuute rajoittaa luonnonmukaista hulevesien hallintaa. Almaaitah ym. (2021) tutkimuksessa todettiin harmaan perinteisen infrastruktuurin yhdistämisen sinivihreisiin infrastruktuuriratkaisuihin olevan tehokas tapa hallita hulevesiä, samalla saaden lisähyötyjä. Toisaalta kymmenessä asemakaavassa ei mainittu lainkaan sinivihreitä ratkaisuja, tai keskityttiin ainoastaan tonttikohtaisiin viivytysmääräyksiin. Tämä saattaa osoittaa, että sinivihreiden ratkaisujen integrointi on edelleen satunnaista ja riippuu kaavoitusalueesta ja suunnittelijoiden prioriteeteista.

Nämä havainnot tukevat kyselytutkimuksen tulosta, jossa vastaajat kokevat organisaationsa priorisoivan luontopohjaisten ratkaisujen käyttöä hulevesien hallinnassa teknisten ratkaisuiden sijaan vain jonkin verran (ka 2,9). Tämä osoittaa, että tekniset ratkaisut, kuten viemäröinti, ovat yhä hallitsevia.

4.2 Esteet sinivihreiden ratkaisujen käyttöönotolle

Esteitä sinivihreiden ratkaisujen laajalle käyttöönotolle nousi esille sekä kyselytutkimuksessa että asemakaavoissa samoja, mitä esimerkiksi Bohman ym. (2020) että Qiao ym. (2018) tutkimuksissa. Kyselytutkimuksessa mainittiin erityisesti osaamisen ja koulutuksen puute, rahoituksen ja henkilöresurssien vähyys sekä yhteistyön ja tilanpuutteen ongelmat sekä asenteet.

Rahoitus nostettiin yhdeksi suurimmista haasteista kyselytutkimuksessa. Vastaajat kokivat joissain määrin rahoituksen puutteen olevan suurin este luontopohjaisten hulevesien hallinnan kehittämiseksi (ka 3,1). Asemakaava-aineisto tukee myös tätä havaintoa, sillä sinivihreitä hulevesiratkaisuja ei tunnustettu kustannustehokkaiksi. Näiden tulosten perusteella voi todeta, että resurssien, kuten rahoituksen ja henkilöresurssien vähäisyys ohjaavat käytännön päätöksentekoa hulevesien hallinnan ratkaisuissa. Useat tutkimukset, kuten Deely ym. (2020) ja Thorne ym. (2018) osoittavat, että sinivihreiden ratkaisujen koetaan usein olevan kalliita toteuttaa ja ylläpitää, vaikka pitkällä aikavälillä ne voivat olla kustannustehokkaita yhteisvaikutusten ansiosta. Sinivihreiden ratkaisujen potentiaalisia taloudellisia hyötyjä pitkällä aikavälillä ei aina oteta huomioon päätöksenteossa (Dhakal & Chevalier, 2017), mikä voi johtua tiedon tai suunnitteluresurssien puutteesta. Avoimissa vastauksissa korostettiin lisäksi tarvetta "porkkanarahalle" ja

"korvausvelvollisuudelle", mikä osoittaa, että kustannukset ovat merkittävä huolenaihe.

Se, että sinivihreiden hulevesiratkaisujen tuntemus on kyselytutkimuksen perusteella suhteellisen korkea, mutta osaamisen ja koulutuksen puute koetaan silti merkittäväksi esteeksi, voi johtua useista tekijöistä. Vastaajat voivat olla tietoisia sinivihreiden ratkaisujen olemassaolosta ja niiden yleisistä hyödyistä, mutta heillä ei välttämättä ole syvällistä teknistä tietoa niiden suunnittelusta, toteutuksesta tai ylläpidosta (Deely ym., 2020). Esimerkiksi monien ratkaisujen, kuten viherkattojen ja biosuodatusratkaisujen toteutus ja ylläpito edellyttävät erityisosaamista, jota ei aina ole saatavilla kunnissa ja muissa organisaatioissa (Laurila ym., 2014). Tätä havaintoa vahvistaisivat kyselytutkimuksen kysymykset riittävästä koulutuksesta ja saatavilla olevasta materiaalista koskien luonnonmukaista sinivihreiden infrastruktuurin käyttöä, joissa sekä koulutuksen taso (ka 2,6) että materiaalien saatavuus (ka 2,5) jäivät alhaisiksi. Tämä nähtiin myös avoimissa vastauksissa, missä korostettiin vähäistä käytännön kokemusta materiaalien toimivuudesta ja rakentamisen jälkeisen ylläpidon haastavuutta ja siihen liittyvää riittävää ohjeistusta.

Asenteet ja poliittisen tuen puute on tunnistettu esteeksi sinivihreiden ratkaisujen laajalle käyttöönotolle. Sekä Bohman ym. (2020) että Deely ym. (2020) korostavat tutkimuksissaan, että konservatiiviset käytännöt ja päätöksentekijöiden epäluulo voivat hidastaa uusien ratkaisujen omaksumista. Asenteet sinivihreitä ratkaisuja kohtaan nousivat esiin kyselytutkimuksen avoimista vastauksista monessa eri muodossa, mikä osoittaa niiden olevan myös merkittävä tekijä sinivihreiden ratkaisujen käyttöönotossa. Vastauksissa mainittiin muun muassa ”Uskallus satsata uusiin menetelmiin”, mikä viittaa siihen, että edelleen suositaan perinteisiä ratkaisuja kuten viemäröintiä, mikä voi johtua uusien menetelmien toimivuuden epävarmuudesta ja suhtautuminen on varauksella, vaikka niiden liitetyt hyödyt ovatkin tiedossa (Deely ym., 2020). Avoimet vastaukset ”Tahdon puute ottaa ratkaisuja käyttöön” ja ”Poliittinen halu” osoittavat myös, että sinivihreiden ratkaisujen hyväksyntä saattaa kohdata vastarintaa, joka voi olla poliittista tai organisaatiokulttuuriin liittyvää (Deely ym., 2020). Poliittisen tuen puute saattaa myös selittää taloudellisten resurssien ja tilanvarauksien puutteen, mikä kytkee asenteet muihin esteisiin.

Yhteistyön tärkeys ja sen puuttuminen nousi esiin esteinä hulevesien hallinnan edistämässä kyselytutkimuksessa. Vastaajat kokivat organisaatiollaan olevan jonkin

verran yhteistyötä eri toimijoiden välillä hulevesien hallinnan edistämässä (ka 3,1), mikä viittaa osittaiseen yhteistyön puutteeseen. Bohman ym. (2020) tutkimuksessa todettiin, että juuri yhteistyön puute ja koordinoinnin haasteet ovat merkittäviä esteitä tehokkaalle sinivihreiden ratkaisujen käyttöönotolle.

Lainsäädäntöä ei koettu merkittäväksi estäväksi tekijäksi kyselytutkimuksessa.

4.3 Esteiden vaikutus sinivihreän infrastruktuurin käyttöön

Sinivihreän infrastruktuurin laajaa käyttöönottoa rajoittavat monet jo tunnistetut esteet, jotka muodostavat syy-seuraussuhteiden ketjun. Alkaen tiedon puutteesta, resurssien vähyyteen ja vakiintuneisiin toimintatapoihin. Nämä toimintatavat voivat johtaa siihen, että sinivihreitä ratkaisuja ei aina käytetä, vaikka käytölle olisikin riittävät perusteet ja edellytykset.

Mikäli sinivihreiden ratkaisujen tunnettuus ja tekninen osaaminen ovat heikkoja monien asiantuntijoiden ja päätöksentekijöiden keskuudessa, voi niiden painoarvo jäädä pieneksi myös poliittisessa päätöksenteossa. Tämä puolestaan johtaa siihen, että sinivihreään infrastruktuuriin ei kohdisteta riittäviä resursseja kaupunkisuunnittelussa. Tämän on vahvistanut rahoituksen ja henkilöresurssien koetut esteet hulevesien parissa työskentelevien keskuudessa kyselytutkimuksessa. Kun poliittinen tuki ja näin ollen resurssit jäävät pieniksi, jäävät myös suunnittelijoiden ja kaavoittajien käytössä olevat resurssit rajalliseksi. Tämä voi johtaa siihen, että sinivihreiden ratkaisujen toteutettavuus jää epävarmaksi, mikä ohjaa valitsemaan perinteisiä teknisiä ratkaisuja, kuten viemäriverkostoja ja putkiratkaisuja, jotka sopivat valtavirran mukaan miellettyihin tottumuksiin ja koetaan nopeampina ja helpompina toteuttaa kuin sinivihreät ratkaisut (Deely ym., 2020). Tämä vahvistuu myös asemakaava-aineistossa, jossa hulevesiviemäriä mainittiin lähes kaikissa asemakaavoissa, kun taas sinivihreät ratkaisut, kuten kosteikot, olivat harvinaisempia eivätkä ole valtavirtaisia vielä. Resurssien niukkuus voi johtaa siihen, ettei ole mahdollisuuksia kokeilla näitä uusia ratkaisuja. Tämä syy-seurausketju näkyy lisäksi asemakaava-aineistossa, jossa sinivihreille ratkaisulle ei aina ole varattu tilaa, vain 19:ssä 49:stä asemakaavasta oli tilanvarauksia sinivihreille ratkaisuille yleisillä alueilla. Tämä on merkittävä havainto, sillä monien ratkaisujen toteuttaminen edellyttää maanpäällistä tilaa, toisin kuin perinteinen viemäristö (Barbosa ym., 2012). Suunnitteluvaiheessa tehdyt päätökset ohjaavat pitkälti rakentamista, ja jos kaavoissa ei huomioida näiden ratkaisujen

vaatimaa tilaa, niiden toteuttaminen myöhemmässä vaiheessa vaikeutuu. Tämä vahvistaa perinteisten ratkaisujen asemaa entisestään ja hidastaa sinivihreän infrastruktuurin laajempaa käyttöönottoa.

E erityisesti viherkattojen ja biosuodatusratkaisujen toteutuksessa on esteitä, vaikka ne ovat kyselyn perusteella tunnettuja ja niiden käyttöä pidetään suositeltavana. Tämä voi kertoa suunnittelu- ja toteutusvaiheen haasteista, jolloin ratkaisuja on helppo suunnitella, mutta hankala käytännössä toteuttaa kohteisiinsa. Toinen päätelmä on, että kyselyyn osallistujat uskovat näitä ratkaisuita käytettävän enemmän kuin niitä todellisuudessa suunnitellaan asemakaavavaiheessa.

4.4 Sinivihreiden ratkaisujen edistäminen

Edistävien strategioiden kohdalla korostuivat samat teemat, jotka esiintyivät myös koetuissa esteissä. Yhteistyö eri toimijoiden välillä, osaaminen ja koulutus sekä rahoitus nousivat molemmissa kysymyksissä keskeisiksi teemoiksi. Tämä viittaa siihen, että vastaajat kokevat näiden osa-alueiden olevan ratkaisevia sekä nykyisten esteiden poistamisessa että luontopohjaisten sinivihreiden ratkaisujen edistämisessä.

Esimerkiksi yhteistyön puutteen mainitseminen esteenä näkyy myös strategioissa, joissa yhteistyön kehittämisen tarve on saanut erittäin korkean painoarvon.

On merkittävää, että lainsäädäntö ei noussut koettujen esteiden joukossa yhtä keskeiseksi kuin esimerkiksi yhteistyön puute tai rahoitus. Tästä huolimatta edistäviä strategioita koskevassa kysymyksessä lainsäädäntö sai huomattavan määrän vastauksia. Tämä voi viitata siihen, että vaikka nykyistä lainsäädäntöä ei nähdä suurimpana esteenä, sitä pidetään mahdollisena avaintekijänä ratkaisujen edistämisessä tulevaisuudessa. Lainsäädännön ja ohjauksen selkeyttämisellä ja kehittämällä voisi tukea sinivihreiden ratkaisujen laajempaa käyttöönottoa (Qiao ym., 2018). Mikäli lainsäädäntö vahvemmin tukisi tai velvoittaisi sinivihreiden ratkaisujen käyttöä, lieventäisi se asenteista tai epävarmuudesta johtuvia esteitä, sillä ratkaisut olisivat perusteltuja ja kannustettuja.

Näiden havaintojen perusteella ovat resurssit, koulutus ja yhteistyö esteiden poistamisen näkökulmasta ensisijaisia, mutta lainsäädännön roolia ei pidä aliarvioida. Lainsäädäntö voi toimia tukirakenteena, joka mahdollistaa sinivihreiden luonnonmukaiset ratkaisujen tehokkaamman käyttöönoton. Nordic Council -raportin (2023) mukaan luonnonmukaisien ratkaisujen käsite, ei ole täysin sisällytetty Suomen lainsäädäntöön. Raportissa mainitaan, että on kuitenkin strategioita, jotka

tukevat näiden ratkaisujen toteuttamista, vaikka niitä ei mainita erikseen lainsäädännössä. Tämä korostaa tarvetta selkeille ja konkreettisille linjauksille, jotka voivat vahvistaa toimijoiden varmuutta ja luoda edellytyksiä ratkaisujen käyttöönotolle.

Halukkuutta ja perusteluita kestävän hulevesien hallinnan edistämiseksi on myös: Kyselytutkimuksen tulokset osoittavat, että luontopohjaisten ratkaisujen priorisointi teknisten ratkaisujen sijaan korreloi positiivisesti sekä hulevesien hallinnan koettuun tehokkuuteen että tyytyväisyyteen. Tämä korrelaatio on merkittävä, sillä se viittaa siihen, että sinivihreiden ratkaisujen käyttöä painottavien keskuudessa hulevesien hallintatoimenpiteet koetaan paitsi tehokkaampina, ne myös vastaavat paremmin käyttäjien ja sidosryhmien tarpeisiin ja näin tyytyväisyyteen.

4.5 Tutkimuksen rajoitteet ja tulevaisuus

Vaikka tutkimus tarjosi arvokasta tietoa, siinä oli myös rajoitteita, jotka on hyvä huomioida. Ensinnäkin tutkimus ei mennyt syvälle organisaatioiden sisälle tarkastelemaan ruohonjuuritason suunnittelutyötä, jossa kestävän hulevesien hallinnan ratkaisuja ja niiden toteuttavuutta konkreettisesti käsitellään. Vaikka kyselytutkimus tarjosi tietoa vastaajien kokemuksista, tämä tieto jäi kuitenkin pinnalliseksi. Syvällisempi tarkastelu organisaatioiden sisäisistä käytännöistä tai toimintamalleista olisi voinut tuoda lisäymmärrystä siitä, miten esteitä kohdataan ja käsitellään käytännön tasolla. Esimerkiksi haastattelut kuntien ja suunnittelutoimistojen asiantuntijoiden kanssa olisivat voineet syventää tätä näkökulmaa.

Toiseksi kyselytutkimuksen ja asemakaava-aineiston rajoitteet ovat merkittäviä. Kyselytutkimus heijastaa vastaajien kokemuksia ja näkemyksiä, mutta ei välttämättä tarjoa kattavaa kuvaa kaikkien Uudenmaan kuntien tilanteesta koska kysymys missä kunnassa työskentelet, ymmärrettiin osittain väärin. Siksi ei ole varmuutta, mikäli kyselytutkimuksessa on vastauksia kaikista kunnista, mitä tarkasteltiin sisältöanalyysissa. Tämä ero aineistojen välillä voi vaikuttaa tulosten vertailtavuuteen ja muodostaa mahdollisen virhelähteen analyysissa. Asemakaavojen osalta analyysi painottui fyysisiin ratkaisuihin, mutta kaava-aineisto ei juurikaan tarjonnut tietoa ohjauskeinoista tai strategioista, joiden avulla sinivihreän infrastruktuurin käyttöä edistetään. Ohjauskeinojen tarkastelu jäi näin ollen enemmän kyselytutkimuksen varaan, mikä jättää avoimeksi sen, miten suunnitteluprosessissa konkreettisesti

edistetään näiden ratkaisujen käyttöönottoa. Ohjauskeinojen analyysi edellyttäisi syvällisempää tarkastelua muiden hallinnollisten dokumenttien, kuten hulevesiohjelmien ja strategioiden kautta.

Lisäksi kaavoitus- ja suunnitteluprosessien monivaiheisuus ja useiden eri tahojen mukanaolo tekevät niiden tarkastelun haastavaksi yhden tutkimuksen puitteissa. Tulevaisuudessa olisi tärkeä tutkia yksityiskohtaisemmin, miten sinivihreän infrastruktuurin esteitä voidaan käytännössä lieventää. Tämä voisi sisältää kuntatason suunnittelijoiden ja päätöksentekijöiden syvähaastatteluja, joissa selvitettäisiin konkreettisesti, millä tavoin esteitä kohdataan ja ratkaistaan käytännön työssä. Lisäksi olisi hyödyllistä tarkastella kaavaprosessin varhaisempia vaiheita ja niiden vaikutusta kestävien ratkaisujen lopulliseen toteutukseen. Tällainen lähestymistapa auttaisi yhdistämään tutkimuksessa esiin nousseet esteet ja käytännön ratkaisut, joita tarvitaan sinivihreän infrastruktuurin laajemman käytön edistämiseksi.

Tutkimuksen voisi toistaa eri maakunnissa Suomessa, jotta saataisiin tietoa muiden alueiden sinivihreän infrastruktuurin käytöstä. Toisen näkökulman tähän tutkimukseen voisi tuoda vertailemalla eri aikaväleiltä sinivihreän infrastruktuurin käyttöä, selvittääkseen sen käytön kehityksen.

5 Johtopäätökset

Nykytilanteessa kestävä hulevesien hallinnan ja sinivihreän infrastruktuurin valtavirtainen käyttö Uudellamaalla on vielä keskeneräistä. Tulosten perusteella voidaan todeta, että tietoisuus sinivihreän infrastruktuurin merkityksestä ja sen kestävyyshyödyistä on olemassa. Tästä huolimatta ratkaisut eivät ole aivan vakiintuneet käytännössä, mikä näkyy matalana käyttöasteena organisaatioissa ja asemakaavoissa, sekä niiden puuttuminen kokonaan osassa asemakaavoja. Perinteiset tekniset ratkaisut, kuten hulevesiviemärointi, on edelleen hallitsevassa asemassa.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että sinivihreän infrastruktuurin käyttöön Uudellamaalla vaikuttavat merkittävästi useat tunnistetut esteet, jotka olivat myös linjassa kirjallisuudessa todettuihin esteisiin. Nämä kohdistuivat resurssien puutteisiin, osaamisen ja tiedon puutteisiin, sekä asenteellisiin ja hallinnollisiin esteisiin (Bohman ym., 2020; Dhakal & Chevalier, 2017; Qiao ym., 2018).

Bohman ym. (2020) tutkimuksessa todetaan, että osaamisen ja tiedon puute rajoittaa sinivihreiden ratkaisujen käyttöä etenkin käytännön toteutuksessa. Siksi tietoisuus ja osaaminen, käytännön tasolla, ovat ensimmäiset tärkeät askeleet sinivihreän infrastruktuurin edistämiseen. Tutkimuksen tulokset myös korostavat, että osaaminen, koulutus ja tieto ovat keskeisiä tekijöitä sinivihreän infrastruktuurin edistämässä. Kyselytutkimuksen avoimista vastauksista ilmeni, että sinivihreisiin ratkaisuihin liittyvä epävarmuus ja varovaisuus johtuvat usein puutteellisesta teknisestä tiedosta ja kokemuksen puutteesta. Jos suunnittelijat, päättäjät ja muut sidosryhmät saisivat kattavampaa tietoa näiden ratkaisujen toimivuudesta ja pitkän aikavälin hyödyistä, heidän luottamuksensa uusiin menetelmiin kasvaisi, mikä rohkaisisi siirtymään ainoastaan perinteisistä ratkaisuista myös luonnonmukaisempiin vaihtoehtoihin.

Osaamisen ja koulutuksen lisääminen on välttämätöntä myös resurssiongelmien ratkaisemiseksi. Rahoittajat ja päättäjät, joilla on syvempi ymmärrys sinivihreiden ratkaisujen hyödyistä ja mahdollisuuksista, voisivat helpommin perustella lisäresurssien kohdentamista näiden ratkaisujen edistämiseen. Tämä voisi poistaa esteitä, kuten rahoituksen ja henkilöstön vähäisyyden, joita tutkimuksessa todettiin olevan laajalti. Lisäksi parempi ymmärrys kustannustehokkuudesta pitkällä aikavälillä voisi ohjata päätöksentekoa investoimaan kestävämpiin ratkaisuihin.

Yhteistyö eri sidosryhmien välillä, kuten suunnittelijoiden, rakentajien, rahoittajien ja päättäjien voisi myös helpottua, jos kaikki toimijat olisivat samalla ymmärryksen tasolla ja jakaisivat yhteisen tavoitteen kestävän hulevesien hallinnan edistämiseksi. Tämä voisi vähentää koordinointiin liittyviä haasteita ja parantaa päätöksenteon laatua sekä toteutuksen tehokkuutta.

Lähteet

- Aaltola, J. & Valli, R. (2007). Ikkunoita tutkimusmetodeihin: metodin valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle. *PS-kustannus*
- Almaaitah, T., Appleby, M., Rosenblat, H., Drake, J., & Joksimovic, D. (2021). The potential of Blue-Green infrastructure as a climate change adaptation strategy: A systematic literature review. *Blue-Green Systems*, 3(1), 223–248. <https://doi.org/10.2166/bgs.2021.016>
- Alueidenkäyttölaki 132/1999.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>
- Barbosa, A. E., Fernandes, J. N., & David, L. M. (2012). Key issues for sustainable urban stormwater management. *Water Research*, 46(20), 6787–6798. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.05.029>
- Batalini de Macedo, M., Nóbrega Gomes Júnior, M., Pereira de Oliveira, T. R., H. Giacomoni, M., Imani, M., Zhang, K., Ambrogi Ferreira do Lago, C., & Mendiondo, E. M. (2022). Low Impact Development practices in the context of United Nations Sustainable Development Goals: A new concept, lessons learned and challenges. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 52(14), 2538–2581). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/10643389.2021.1886889>
- Bohman, A., Glaas, E., & Karlson, M. (2020). Integrating sustainable stormwater management in urban planning: Ways forward towards institutional change and collaborative action. *Water (Switzerland)*, 12(1).
<https://doi.org/10.3390/w12010203>
- Brown, R. R., & Farrelly, M. A. (2009). Delivering sustainable urban water management: A review of the hurdles we face. *Water Science and Technology*, 59(5), 839–846).
<https://doi.org/10.2166/wst.2009.028>
- Brudler, S., Arnbjerg-Nielsen, K., Hauschild, M. Z., & Rygaard, M. (2016). Life cycle assessment of stormwater management in the context of climate change adaptation. *Water Research*, 106, 394–404.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.10.024>
- Chandrasena, G. I., Deletic, A., Hathaway, J. M., Lintern, A., Henry, R., & McCarthy, D. T. (2019). Enhancing *Escherichia coli* removal in

- stormwater biofilters with a submerged zone: balancing the impact of vegetation, filter media and extended dry weather periods. *Urban Water Journal*, 16(6), 460–468.
<https://doi.org/10.1080/1573062X.2019.1611883>
- Chang, N. Bin, Lu, J. W., Chui, T. F. M., & Hartshorn, N. (2018). Global policy analysis of low impact development for stormwater management in urban regions. *Land Use Policy*, 70, 368–383.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.024>
- Cousins, J. J., & Hill, D. T. (2021). Green infrastructure, stormwater, and the financialization of municipal environmental governance. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 23(5), 581–598.
<https://doi.org/10.1080/1523908X.2021.1893164>
- Darnthamrongkul, W., & Mozingo, L. A. (2020). Challenging anthropocentric stormwater management: Advancing legislation for environmental sustainability in the United States. *Water Security*, 10.
<https://doi.org/10.1016/j.wasec.2020.100064>
- Deely, J., Hynes, S., Barquín, J., Burgess, D., Finney, G., Silió, A., Álvarez-Martínez, J. M., Bailly, D., & Ballé-Béganton, J. (2020). Barrier identification framework for the implementation of blue and green infrastructures. *Land Use Policy*, 99.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105108>
- Denscombe, M. (2010). *The Good Research Guide: For Small-scale Social Research Projects* (4. painos). Open University Press.
- Dhakal, K. P., & Chevalier, L. R. (2017). Managing urban stormwater for urban sustainability: Barriers and policy solutions for green infrastructure application. *Journal of Environmental Management*, 203, 171–181.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.065>
- Eckart, K., Mcphee, Z., & Bolisetti, T. (2017). Performance and implementation of low impact development-A review. *Science of the Total Environment*, 607-608, 413-432.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.254>
- Euroopan komissio. (2013). Vihreän infrastruktuuri (GI) – Euroopan luonnonpääoman parantaminen. *European Commission*.

http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/Green_Infrastucture.pdf.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/60/EY. (2007). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/60/EY, annettu 23 päivänä lokakuuta 2007, tulvariskien arvioinnista ja hallinnasta. EUR-Lex.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32007L0060>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EC. (2000). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EC, annettu 23 päivänä lokakuuta 2000, yhteisön vesipolitiikan puitteista (vesipuitedirektiivi). EUR-Lex.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/118/EY. (2006). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/60/EY, annettu 12 päivänä joulukuuta 2006, pohjaveden suojelusta pilaantumiselta ja huononemiselta. EUR-Lex.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32006L0118>

Finnmap. (ei päivystä). Hulevesien hallinta ilman hulevesiviemäreitä. (Kuva).

<https://finnmap-infra.fi/hulevesien-hallinta-ilman-hulevesiviemareita/>

Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J. L., Mikkelsen, P. S., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, D., & Viklander, M. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525–542.

<https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>

Ghofrani, Z., Sposito, V., & Faggian, R. (2017). A Comprehensive Review of Blue-Green Infrastructure Concepts. *International Journal of Environment and Sustainability*, 6(1). <https://doi.org/10.24102/ijes.v6i1.728>

Goulden, S., Portman, M. E., Carmon, N., & Alon-Mozes, T. (2018). From conventional drainage to sustainable stormwater management: Beyond

- the technical challenges. *Journal of Environmental Management*, 219, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.066>
- Gürbüz, S. (2017). Survey as a Quantitative Research Method. *Research Methods and Techniques in Public Relations and Advertising*, 141-162.
- Haghighatafshar, S., Nordlöf, B., Roldin, M., Gustafsson, L. G., la Cour Jansen, J., & Jönsson, K. (2018). Efficiency of blue-green stormwater retrofits for flood mitigation – Conclusions drawn from a case study in Malmö, Sweden. *Journal of Environmental Management*, 207, 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.018>
- Hama Aziz, K. H., Mustafa, F. S., Omer, K. M., Hama, S., Hamarawf, R. F., & Rahman, K. O. (2023). Heavy metal pollution in the aquatic environment: efficient and low-cost removal approaches to eliminate their toxicity: a review. *RSC Advances*, 13(26), 17595–17610. Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/d3ra00723e>
- Harindranathan Nair, M. (2015). Impacts of Impervious Surfaces on the Environment. *International Journal of Engineering Science Invention*, 4(5), 27-31.
- Hassall, C., & Anderson, S. (2015). Stormwater ponds can contain comparable biodiversity to unmanaged wetlands in urban areas. *Hydrobiologia*, 745(1), 137–149. <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2100-5>
- Helsingin kaupunki. (2017). Hulevesien hallintarakenteet. Kaupunkitilaohje. (Kuva). <https://kaupunkitilaohje.hel.fi/kortti/hulevesien-hallintarakenteet/>
- Imran, H. M., Akib, S., & Karim, M. R. (2013). Permeable pavement and stormwater management systems: A review. *Environmental Technology (United Kingdom)*, 34(18), 2649–2656. <https://doi.org/10.1080/09593330.2013.782573>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021) Summary for policymakers. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou. *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the*

Intergovernmental Panel on Climate Change, 3-33. Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/9781009157896.001>

Jing, X., Zhang, S., Zhang, J., Wang, Y., & Wang, Y. (2017). Assessing efficiency and economic viability of rainwater harvesting systems for meeting non-potable water demands in four climatic zones of China. *Resources, Conservation and Recycling*, 126, 74–85.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.027>

Katepal. (ei päiväystä). Viherkatot. (Kuva)

<https://katepal.fi/ratkaisut/viherkatot/>

Khadka, A., Kokkonen, T., Niemi, T. J., Lähde, E., Sillanpää, N., & Koivusalo, H. (2020). Towards natural water cycle in urban areas: Modelling stormwater management designs. *Urban Water Journal*, 17(7), 587–597.

<https://doi.org/10.1080/1573062X.2019.1700285>

Kuntaliitto. (2012). Hulevesiopas. *Suomen Kuntaliitto*.

<https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas>

Kuntaliitto, Rontu, S., Luukkonen H., & Hurmeranta U. (2015). Maankäyttö- ja rakennuslain sekä vesi huoltolain keskeiset muutokset. *Suomen Kuntaliitto*.

https://www.kuntaliitto.fi/sites/default/files/media/file/2MUISTIO_vesi_huoltolaki_ja_MRL_vo10_05062015_lopullinen_em_o.pdf

Laurila, S., Jyrkänkallio-Mikkola, J., Mesimäki, M., Kallio, P., Kuoppamäki, K., Nieminen, H., & Lehvävirta, S. (2014). Normeja viherkatoille – Perusteita kehittämiseen. *Helsingin Yliopisto Koulutus- ja kehittämiskeskus Palmenia*.

Liu, L., Fryd, O., & Zhang, S. (2019). Blue-green infrastructure for sustainable urban stormwater management-lessons from six municipality-led pilot projects in Beijing and Copenhagen. *Water (Switzerland)*, 11(10).

<https://doi.org/10.3390/w11102024>

Lundy, L., Blecken, G., Österlund, H., & Viklander, M. (2012). Systemic review of urban stormwater research in Sweden (2012-2021). *Luleå University of Technology, Urban Water Engineering Group*.

- Malaviya, P., & Singh, A. (2012). Constructed wetlands for management of urban stormwater runoff. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, *42*(20), 2153–2214.
<https://doi.org/10.1080/10643389.2011.574107>
- Moore, T. L. C., & Hunt, W. F. (2012). Ecosystem service provision by stormwater wetlands and ponds - A means for evaluation? *Water Research*, *46*(20), 6811–6823.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.11.026>
- Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2020). The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources. *Science of the Total Environment*, *709*. Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136125>
- Nayeb Yazdi, M., Scott, D., Sample, D. J., & Wang, X. (2021). Efficacy of a retention pond in treating stormwater nutrients and sediment. *Journal of Cleaner Production*, *290*.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125787>
- Nemoto, T., & Beglar, D. (2013). Developing Likert-Scale Questionnaires Campus Reference Data. *Conference Proceedings*.
- Novaes, C., & Marques, R. C. (2024). Policy, Institutions and Regulation in Stormwater Management: A Hybrid Literature Review. *Water (Switzerland)*, *16*(1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/w16010186>
- Prudencio, L., & Null, S. E. (2018). Stormwater management and ecosystem services: A review. *Environmental Research Letters* *13*(3). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa81a>
- Qiao, X. J., Kristoffersson, A., & Randrup, T. B. (2018). Challenges to implementing urban sustainable stormwater management from a governance perspective: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, *196*, 943–952. Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.049>
- Qiao, X. J., Liu, L., Kristoffersson, A., & Randrup, T. B. (2019). Governance factors of sustainable stormwater management: A study of case cities in China and Sweden. *Journal of Environmental Management*, *248*.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.07.020>

- Rickards, G., Magee, C., & Artino, A. R. (2012). You Can't Fix by Analysis What You've Spoiled by Design: Developing Survey Instruments and Collecting Validity Evidence. *Journal of Graduate Medical Education*, 4(4), 407–410.
<https://doi.org/10.4300/jgme-d-12-00239.1>
- Saarinen, S. (2019). Ilmastomuutos ja kaupunkien tiivistyminen tuovat paineita myös hulevesien hallinnalle. Betoniteollisuus r.y., *Betoni*, 4, 102-107. (Kuva).
https://betoni.com/wp-content/uploads/2019/12/BET1904_102-107.pdf
- Smith, V. H., & Schindler, D. W. (2009). Eutrophication science: where do we go from here? *Trends in Ecology and Evolution*, 24(4), 201–207.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.11.009>
- Sobota, M., Burszta-Adamiak, E., & Kowalczyk, T. (2022). Legislative opportunities and barriers in stormwater management in urban areas in Poland. *Journal of Water and Land Development*, 2022, 130–138.
<https://doi.org/10.24425/jwld.2022.143728>
- Stemler, S. E. (2015). Content Analysis. *Emerging Trends in the Social and Behavioral Sciences*, 1–14. Wiley.
<https://doi.org/10.1002/9781118900772.etrds0053>
- Suomen Ympäristökeskus. (2024). Alueidenkäytön vuosikatsaus 2023: Uusien asuntojen sijainnit.
- Sørup, H. J. D., Fryd, O., Liu, L., Arnbjerg-Nielsen, K., & Jensen, M. B. (2019). An SDG-based framework for assessing urban stormwater management systems. *Blue-Green Systems*, 1(1), 102–118.
<https://doi.org/10.2166/bgs.2019.922>
- Tampereen kaupunki. (ei päiväystä). Hulevesirakenteen valintakortti.
https://www.tampere.fi/sites/default/files/2024-06/Hulevesirakenteen_valintakortti.pdf
- The City of Blue Springs. (ei päiväystä). How urbanization affects the water cycle (Kuva). <https://bluespringsgov.com/1051/How-Urbanization-Affects-the-Water-Cycle>
- Thorne, C. R., Lawson, E. C., Ozawa, C., Hamlin, S. L., & Smith, L. A. (2018). Overcoming uncertainty and barriers to adoption of Blue-Green

- Infrastructure for urban flood risk management. *Journal of Flood Risk Management*, *11*, 960–972.
<https://doi.org/10.1111/jfr3.12218>
- Tulvariskilaki 620/2010. (2010).
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100620>
- Turun ammattikorkeakoulu. (2023). Hajautettujen hulevesijärjestelmien toiminnan simulointi. ISMO-hanke. (Kuva)
<https://ismo.turkuamk.fi/yleinen/simulaatiotoiminto-hajautettuna-ratkaisuna-hulevesien-hallintaan/>
- Vahtera, H., Fjäder, P., Ahkola, H., Laitinen, J., Lehto, R., Nystén, T., & Rytteri, T. (2022). KasviHAVA-hanke Haitta-aineiden pidättyminen hulevesialtaissa. *Vantaanjoen ja Helsinginseudun vesiensuojeluyhdistys ry 90/2022*.
- Valtiovarainministeriö. (ei päiväystä). Suomen kestävän kasvun ohjelma- vauhtia uudistuksiin ja investointeihin. <https://vm.fi/kestava-kasvu>
- Vesienhoitolaki 1299/2004. (2004).
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041299>
- Vesihuoltolaki 119/2001. (2001).
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>
- Vesilaki 587/2011. (2011).
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>
- Vijayaraghavan, K., Biswal, B. K., Adam, M. G., Soh, S. H., Tsen-Tieng, D. L., Davis, A. P., Chew, S. H., Tan, P. Y., Babovic, V., & Balasubramanian, R. (2021). Bioretention systems for stormwater management: Recent advances and future prospects. *Journal of Environmental Management*, *292*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112766>
- Wang, J., Meng, Q., Zou, Y., Qi, Q., Tan, K., Santamouris, M., & He, B. J. (2022). Performance synergism of pervious pavement on stormwater management and urban heat island mitigation: A review of its benefits, key parameters, and co-benefits approach. *Water Research*, *221*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118755>
- Wilbers, G. J., de Bruin, K., Seifert-Dähnn, I., Lekkerkerk, W., Li, H., & Budding-Polo Ballinas, M. (2022). Investing in Urban Blue–Green Infrastructure—Assessing the Costs and Benefits of Stormwater Management in a Peri-

Urban Catchment in Oslo, Norway. *Sustainability (Switzerland)*, 14(3).

<https://doi.org/10.3390/su14031934>

United Nations. (2018). World Urbanization Prospects 2018 Highlights. *United Nations*.

<https://esa.un.org/unpd/wup/>

Ympäristöministeriö. (2021). Euroopan aluekehitysrahasto – avustukset ja tuet.

<https://ym.fi/avustukset-ja-tuet/euroopan-aluekehitysrahasto>

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. (2014).

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

Zacheus, A. (2021). Hulevedet asemakaavamääräyksissä Tampereella.

Rakennetun ympäristön tiedekunta Diplomityö.

Liitteet

Liite 1. Kysely

Hulevesien luontopohjainen hallinta Suomessa

Start of Block: Perustiedot

Q22 Kyselytutkimus luontopohjaisesta hulevesien hallinnasta Suomessa



K1 Ikäjakauma

- Alle 25 (1)
 - 25-34 (2)
 - 35-44 (3)
 - 45-54 (4)
 - 54-64 (5)
 - Yli 64 (6)
 - En halua vastata (-99)
-



K3 Koulutustausta

- Peruskoulu (1)
 - Lukio (2)
 - Ammattikoulu (3)
 - Korkeakoulu (4)
 - Muu, mikä (5)
-
- En halua vastata (-99)
-



K4 Työskentelen:

- Kunnalle/kaupungille, mikä? (1)

- Muu, teen yhteistyötä kuntien kanssa (2)
- Muu, en tee yhteistyötä kuntien kanssa (3)
- En halua vastata (-99)

End of Block: Perustiedot**Start of Block: Tietoisuus ja asenteet**

K5 Tietoisuus

	En osaa sanoa (-99)	En tunne lainkaan (1)	Heikosti (2)	Kohtalaisesti (3)	Hyvin (4)	Tunnen erittäin hyvin (5)
Kuinka hyvin tunnet hulevesien hallinnan käytäntöjä? (K5_1)	-	-	-	-	-	-
Kuinka hyvin tunnet hulevesiä koskevan lainsäädännön? (K5_2)	-	-	-	-	-	-



K6 Tärkeys

	En osaa sanoa (-99)	Ei ollenkaan tärkeä (1)	Vähän tärkeä (2)	Kohtalaisen tärkeä (3)	Tärkeä (4)	Hyvin tärkeä (5)
Miten arvioisit hulevesien hallinnan tärkeyden? (K6_1)	-	-	-	-	-	-
Miten arvioisit sinivihreän infrastruktuurin käytön hulevesien hallinnassa? (K6_2)	-	-	-	-	-	-

End of Block: Tietoisuus ja asenteet

Start of Block: Hulevesi ratkaisujen tuntemus


K7 Kuinka hyvin tunnet seuraavat hulevesiratkaisut?

	En osaa sanoa (-99)	En tunne lainkaa n (1)	Tunne n vähän (2)	Tunnen kohtalaisesti (3)	Tunne n hyvin (4)	Tunne n erittäin hyvin (5)
Viherkatot (K7_1)	-	-	-	-	-	-
Biosuodatusratkaisut (K7_2)	-	-	-	-	-	-
Läpäisevät päällysteet (K7_3)	-	-	-	-	-	-
Viivytyksaltaat (K7_4)	-	-	-	-	-	-
Hulevesikosteikko (K7_5)	-	-	-	-	-	-



K8 Miten arvioisit seuraavien hulevesiratkaisujen hyödyntämistä organisaatiossasi?

	En osaa sano a (- 99)	Ei käytöss ä lainkaa n (1)	Käytöss ä vähän (2)	Kohtalaises ti käytössä (3)	Laajasti käytöss ä (4)	Erittäin laajasti käytöss ä (5)
Viherkatot (K8_1)	-	-	-	-	-	-
Biosuodatusratkais ut (K8_2)	-	-	-	-	-	-
Läpäisevät päällysteet (K8_3)	-	-	-	-	-	-
Viivytyksaltaat (K8_4)	-	-	-	-	-	-
Hulevesikosteikot (K8_5)	-	-	-	-	-	-

End of Block: Hulevesi ratkaisujen tuntemus

Start of Block: Nykyiset käytännöt ja haasteet

Display This Question:

If Työskentelen: = Kunnalle/kaupungille, mikä?



K9 Miten arvioisit kunnassasi/kaupungissasi käytössä olevien hulevesien hallintamenetelmien tehokkuutta yleisesti?

	En osaa sanoa (-99)	Erittäin tehoton (1)	Vähän tehoton (2)	Kohtalaisen tehokas (3)	Tehokas (4)	Erittäin tehokas (5)
Hulevesien hallintamenetelmien tehokkuus (K9_1)	-	-	-	-	-	-

Display This Question:

If Työskentelen: = Kunnalle/kaupungille, mikä?



K10 Oletko tyytyväinen nykyisiin hulevesien hallintakäytäntöihin kunnassasi/kaupungissani?

	En osaa sanoa (-99)	Erittäin tyytymätön (1)	Tyytymätön (2)	Neutraali (3)	Tyytyväinen (4)	Erittäin tyytyväinen (5)
Tyytyväisytesi (K10_1)	-	-	-	-	-	-



K11 Mitkä ovat suurimmat haasteet mielestäsi luontopohjaisessa hulevesien hallinnassa?

- Rahoitus (1)
 - Lainsäädäntö (2)
 - Teknologia (3)
 - Osaaminen ja koulutus (4)
 - Yhteistyö eri toimijoiden välillä (5)
 - Henkilöressurssien määrä (6)
 - Muu, mikä? (7)
-
- En osaa sanoa (-99)



K12 Mitä mieltä olet seuraavista väitteistä:

	En osaa sanoa (-99)	Täysin eri mieltä (1)	Hieman eri mieltä (2)	Neutraali (3)	Samaa mieltä (4)	Täysin samaa mieltä (5)
Nykyinen lainsäädäntö tukee tehokasta hulevesien luontopohjaista hallintaa (K12_1)	-	-	-	-	-	-
Organisaationi tekee riittävästi sinivihreän infrastruktuurin edistämiseksi (K12_2)	-	-	-	-	-	-
Rahoituksen puute on suurin este luontopohjaiselle hulevesien hallinnan kehittämiseksi (K12_3)	-	-	-	-	-	-



K13 Mitkä strategiat voisivat edistää luontopohjaisten ratkaisujen käyttöä hulevesien hallinnassa?

- Rahoitus (1)
- Lainsäädäntö (2)
- Teknologia (3)
- Osaaminen ja koulutus (4)
- Yhteistyö eri toimijoiden välillä (5)
- Henkilöressurssien lisääminen (6)
- Muu, mikä? (7)

- En osaa sanoa (-99)



K14 Millaista tukea organisaatiosi tarvitsisi käyttääkseen enemmän luontopohjaisia ratkaisuja?

- Lisää rahoitusta (1)
- Koulutus (2)
- Poliittiset päätökset (3)
- Yhteistyö eri toimijoiden välillä (4)
- Lisää henkilöresursseja (5)
- Muu, mikä? (6)

- En osaa sanoa (-99)

End of Block: Nykyiset käytännöt ja haasteet

Start of Block: Osallistuminen ja yhteistyö



K15 Vastaa seuraaviin väitteisiin:

	En osaa sano a (- 99)	En laisinkaa n (1)	Vähä n (2)	Kohtalaisest i (3)	Paljo n (4)	Erittäi n paljon (5)
Kuinka paljon olet ollut mukana hulevesien hallintaan liittyvissä kuntalaiskuulemisiss a tai työpajoissa? (K15_1)	-	-	-	-	-	-
Miten paljon organisaatiollasi on yhteistyötä eri toimijoiden välillä hulevesien hallinnan edistämisessä? (K15_2)	-	-	-	-	-	-
Miten paljon arvioisit hulevesien hallinnan vaikuttavan omaan elämänlaatuusi? (K15_3)	-	-	-	-	-	-

K16 Mitä hyötyjä olet huomannut luontopohjaisten ratkaisujen käytöstä?

- Lisääntynyt virkistyskäyttö (1)
 - Huleveden määrän väheneminen (2)
 - Lisääntynyt monimuotoisuus (3)
 - Kauniimpi kaupunkimaisema (4)
 - Kustannustehokkuus (5)
 - Huleveden laadun paraneminen (7)
 - Muu, mikä? (8)
-
- En osaa sanoa (-99)

End of Block: Osallistuminen ja yhteistyö

Start of Block: Ilmastonmuutos ja kestävä kehitys



K17 Vastaa seuraaviin väitteisiin:

	En osaa sanoa (-99)	Ei laisinkaan (1)	Vähän (2)	Kohtalaisesti (3)	Paljon (4)	Erittäin paljon (5)
Hulevesien hallintakäytöt suunnitellaan sopeutumaan ilmastonmuutoksen vaikutuksiin (K17_1)	-	-	-	-	-	-
Sinivihreällä infrastruktuurilla on keskeinen rooli	-	-	-	-	-	-

kaupunkien resilienssin parantamisessa ilmastonmuutosta vastaan (K17_2)						
Kestävä hulevesien hallinta edistää mielestäni yleisiä kestävän kehityksen tavoitteita (K17_3)	-	-	-	-	-	-
Organisaationi priorisoi luontopohjaisten ratkaisujen käyttöä hulevesien hallinnassa teknisten ratkaisuiden sijaan. (K17_4)	-	-	-	-	-	-

End of Block: Ilmastonmuutos ja kestävä kehitys

Start of Block: Koulutus ja järjestelmät



K18 Vastaa seuraaviin väitteisiin:

	En osaa sanoa (-99)	Ei laisinkaan (1)	Vähän (2)	Kohtalaisesti (3)	Paljon (4)	Erittäin paljon (5)
Organisaationi henkilökunnalle on tarjolla riittävästi koulutusta luontopohjaisesta hulevesien hallinnasta (K18_1)	-	-	-	-	-	-
Sinivihreää infrastruktuuria koskevia materiaalia (suunnittelu, rakentaminen, ylläpito) on saatavilla organisaatiossani (K18_2)	-	-	-	-	-	-
Tietoteknisten järjestelmien käyttö parantaisi luontopohjaista hulevesien hallinnan tehokkuutta (K18_4)	-	-	-	-	-	-

K19 Käytän seuraavanlaisia tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien hallintaan työssäni

- Taulukkolaskenta (esim. Excel) (1)
 - Dynaaminen mallinnus (esim. SWMM) (2)
 - Tulvariskien arviointi (esim. SCALGO, Civil 3D) (3)
 - Omaisuuden hallinta (esim. GIS) (4)
 - Suunnittelu (esim. Autodesk) (5)
 - Muu, mikä? (7)
-
- En käytä mitään (8)



K20 Vastaa seuraaviin väitteisiin:

	En osaa sano (- 99)	Ei laisinkaan (1)	Vähän (2)	Kohtalaisesti (3)	Paljon (4)	Erittäin paljon (5)
Käytän tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien tarkasteluun (1)	-	-	-	-	-	-
Käytän tietoteknisiä järjestelmiä hulevesijärjestelmien mallintamiseen (2)	-	-	-	-	-	-
Haluaisin hyödyntää enemmän tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien hallinnassa (3)	-	-	-	-	-	-

End of Block: Koulutus ja järjestelmät

Liite 2. Python ohjelmointi koodit

1. Vastausjakauma
2. Korrelaatiomatriisi
3. Ikäjakauma
4. Hulevesiratkaisut kyselytutkimuksessa
5. Hyödyt
6. Esteet
7. Strategiat
8. Tehokkuus ja tyytyväisyys
9. Asemakaava analyysit
10. Fisherin testi

1.Vastausjakaumat

```
import pandas as pd

import matplotlib.pyplot as plt

import numpy as np

file_path =
r'C:\Users\noora\OneDrive\Asiakirjat\GRADU\KYSELYTUTKIMUS
DATA\numeerinen_data.xlsx'

# Lue data ja huomioi MultiIndex-sarakkeet

full_data = pd.read_excel(file_path, header=[0, 1]) # Otsikot
kahdella rivillä
```

```
# Ota vain ensimmäinen taso sarakenimistä (K5_1, K5_2, ...)
full_data.columns = full_data.columns.get_level_values(0)

# Analysoitavat kysymykset

questions = ['K7_1', 'K7_2', 'K7_3', 'K7_4', 'K7_5', 'K8_1', 'K8_2',
            'K7_3', 'K8_4', 'K8_5']

# Poista -99 arvot ja muunna numeeriseksi

data_cleaned = full_data[questions].replace(-99,
np.nan).apply(pd.to_numeric, errors='coerce').dropna()

# Boxplot

plt.figure(figsize=(10, 6))

plt.boxplot(data_cleaned.values, labels=questions,
            patch_artist=True, boxprops=dict(facecolor="lightblue"))

plt.title('3. Hulevesiratkaisujen tuntemus-kysymysten
            vastausjakaumat')

plt.xlabel('Kysymykset')

plt.ylabel('Likert-asteikko (1-5)')

plt.grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.7)

plt.show()
```

2.Korrelaatiomatriisi

```
import pandas as pd

import seaborn as sns

import matplotlib.pyplot as plt

from scipy.stats import spearmanr

import numpy as np

file_path =
r'C:\Users\noora\OneDrive\Asiakirjat\GRADU\KYSELYTUTKIMUS
DATA\numeerinen_data.xlsx'

df = pd.read_excel(file_path)

# Muunna soveltuvat sarakkeet numeerisiksi, virheiden ohittaminen

df_numeric = df.apply(pd.to_numeric, errors='coerce')

# Valitse vain numeeriset sarakkeet

numeric_df = df_numeric.select_dtypes(include=['number'])

# Käsittele puuttuvat arvot

numeric_df.fillna(0, inplace=True)

# Funktio korrelaatioiden ja p-arvojen laskemiseen

def spearman_corr_and_pvalues(dataframe):
```

```
corr_matrix = dataframe.corr(method='spearman')

p_values = pd.DataFrame(np.zeros(corr_matrix.shape),
                        columns=dataframe.columns, index=dataframe.columns)

for col1 in dataframe.columns:
    for col2 in dataframe.columns:
        if col1 != col2: # Vältetään diagonal elementit
            corr, p_val = spearmanr(dataframe[col1],
dataframe[col2])

            p_values.loc[col1, col2] = p_val

        else:
            p_values.loc[col1, col2] = np.nan # Ei tarvita p-
arvoja itsensä kanssa vertailuille

    return corr_matrix, p_values

# Laske korrelaatiot ja p-arvot
correlation_matrix, p_values = spearman_corr_and_pvalues(numeric_df)

# Määrittele raja-arvo vahvoille korrelaatioille (esim., > 0.5 tai <
-0.5)

threshold = 0.5

# Suodata vahvat korrelaatiot (positiiviset ja negatiiviset)
```

```
strong_correlations = correlation_matrix[(correlation_matrix >
threshold) | (correlation_matrix < -threshold)]

strong_correlations_pvals = p_values[(correlation_matrix >
threshold) | (correlation_matrix < -threshold)]

# Poista NaN-arvot, joita tulee silloin kun korrelaatiot eivät ole
vahvoja

strong_correlations = strong_correlations.dropna(how='all',
axis=0).dropna(how='all', axis=1)

strong_correlations_pvals =
strong_correlations_pvals.dropna(how='all',
axis=0).dropna(how='all', axis=1)

# Luo ExcelWriter-objekti tallentaaksesi korrelaatiot ja p-arvot
samaan tiedostoon

with
pd.ExcelWriter(r"C:\Users\noora\Desktop\strong_correlations_with_p_v
alues.xlsx") as writer:

    strong_correlations.to_excel(writer, sheet_name='Correlations')

    strong_correlations_pvals.to_excel(writer, sheet_name='P-
Values')

import pandas as pd

import seaborn as sns

import matplotlib.pyplot as plt

import numpy as np
```

```
# Lue suodatettu Excel-taulukko

file_path =
r'C:\Users\noora\OneDrive\Asiakirjat\GRADU\KYSELYTUTKIMUS
DATA\strong_correlations_with_p_values.xlsx'

filtered_correlations = pd.read_excel(file_path, index_col=0) #
Ensimmäinen sarake indeksoi kysymykset

# Poimitaan sarakkeiden ja rivien numeroinnit

filtered_correlations.index = [col.split()[0] for col in
filtered_correlations.index] # Säilytä vain numerot

filtered_correlations.columns = [col.split()[0] for col in
filtered_correlations.columns] # Säilytä vain numerot

# Muunna kaikki arvot numeerisiksi ja korvaa virheelliset arvot
NaN:ksi

filtered_correlations = filtered_correlations.apply(pd.to_numeric,
errors='coerce')

# Jätetään 1-arvoiset korrelaatiot näkyviin (ei poisteta
diagonaalia)

# Visualisoi lämpökartta ilman arvoja (vain värit)

plt.figure(figsize=(10, 8))

sns.heatmap(

    filtered_correlations,
```

```
annot=False, # Ei näytä numeroita taulukossa

cmap="coolwarm", # Väritys korostaa negatiivisia ja
positiivisia korrelaatioita

cbar=True,

linewidths=0.5,

vmin=-1,

vmax=1 # Skaala korrelaatioille (-1, 1)

)

plt.title("Keskivahvat ja vahvat korrelaatiot")

plt.xlabel("Kysymykset")

plt.ylabel("Kysymykset")

plt.xticks(rotation=45, ha="right")

plt.tight_layout()

# Näytä kuva

plt.show()
```

3. Ikäjakauma

```
import pandas as pd

import matplotlib.pyplot as plt

df =
pd.read_excel(r'C:\Users\noora\OneDrive\Asiakirjat\GRADU\KYSELYTUTKI
MUS DATA\lopullinen_data.xlsx')

# Poista tyhjät rivit K1-sarakkeesta, mutta jätä "En halua vastata"
-vastaukset

df = df.dropna(subset=['K1'])

# Määritellään haluttu ikäluokkien järjestys

age_order = ['18-24', '25-34', '35-44', '45-54', '54-64', 'Yli 64',
'En halua vastata']

# Lasketaan frekvenssit ja järjestetään ne ikäjärjestykseen

frequency = df['K1'].value_counts().reindex(age_order).dropna()

# Piirretään piirakkadiagrammi

plt.figure(figsize=(8, 8))

colors = plt.cm.Blues(range(100, 100 + len(frequency) * 40, 40)) #
Sinisen sävyt

plt.pie(
```

```
    frequency.values, labels=frequency.index, autopct='%1.1f%%',
startangle=180, colors=colors,

    wedgeprops=dict(width=0.3, edgecolor='w'), # Valkoinen reuna

    pctdistance=0.85, labeldistance=1.1 # Säädä prosenttien ja
tekstin etäisyyttä

)

plt.title('Ikäjakauma')

plt.show()
```

4.Hulevesiratkaisut kyselytutkimuksessa

```
import pandas as pd

import seaborn as sns

import matplotlib.pyplot as plt

file_path =
r'C:\Users\noora\OneDrive\Asiakirjat\GRADU\KYSELYTUTKIMUS
DATA\numeerinen_data.xlsx'

df = pd.read_excel(file_path)

# Korvataan -99 NaN-arvoilla

df = df.replace(-99, pd.NA)

# Poistetaan ensimmäinen rivi, jos tarpeen
```

```
df = df.drop(0)

# Määritellään K7 ja K8 sarakkeet

k7_columns = ['K7_1', 'K7_2', 'K7_3', 'K7_4', 'K7_5']
k8_columns = ['K8_1', 'K8_2', 'K8_3', 'K8_4', 'K8_5']

# Sarakkeiden nimet kahdelle riville

labels = ['Viherkatto', 'Biosuodatus\nratkaisut',
'Läpäisevät\npäällysteet', 'Viivytysaltaat', 'Hulevesikosteikko']

# Y-akselin arvot

k7_y_labels = ['En tunne lainkaan', 'Tunnen vähän', 'Tunnen
kohtalaisesti', 'Tunnen hyvin', 'Tunnen erittäin hyvin']

k8_y_labels = ['Ei käytössä lainkaan', 'Käytössä vähän',
'Kohtalaisesti käytössä', 'Laajasti käytössä', 'Erittäin laajasti
käytössä']

# Muutetaan sarakkeet numeeriseksi

df[k7_columns] = df[k7_columns].apply(pd.to_numeric,
errors='coerce')

df[k8_columns] = df[k8_columns].apply(pd.to_numeric,
errors='coerce')

# Boxplotit K7-sarakkeille

plt.figure(figsize=(12, 8))
```

```
sns.boxplot(data=df[k7_columns].dropna(),
palette=sns.color_palette("Blues", len(k7_columns)))

plt.title('Hulevesiratkaisujen tuntemus')

plt.xlabel('Hulevesiratkaisut')

plt.ylabel('Tuntemuksen taso')

plt.xticks(ticks=range(len(k7_columns)), labels=labels, rotation=30,
ha='right')

plt.yticks(ticks=[1, 2, 3, 4, 5], labels=k7_y_labels)

plt.tight_layout()

plt.show()
```

```
# Boxplotit K8-sarakkeille
```

```
plt.figure(figsize=(12, 8))

sns.boxplot(data=df[k8_columns].dropna(),
palette=sns.color_palette("Blues", len(k8_columns)))

plt.title('Hulevesiratkaisujen hyödyntäminen')

plt.xlabel('Hulevesiratkaisut')

plt.ylabel('Hyödyntämisen taso')

plt.xticks(ticks=range(len(k8_columns)), labels=labels, rotation=30,
ha='right')

plt.yticks(ticks=[1, 2, 3, 4, 5], labels=k8_y_labels)

plt.tight_layout()

plt.show()
```

5. Hyödyt

```
import pandas as pd

import matplotlib.pyplot as plt

df =
pd.read_excel(r'C:\Users\noora\OneDrive\Asiakirjat\GRADU\KYSELYTUTKI
MUS DATA\numeerinen_data.xlsx')

# Määritä sarakkeet ja niiden vastaavat hyötyjen nimet

benefits_columns = {

    'K16_1': 'Lisääntynyt virkistyskäyttö',

    'K16_2': 'Huleveden määrän väheneminen',

    'K16_3': 'Lisääntynyt monimuotoisuus',

    'K16_4': 'Kauniimpi kaupunkimaisema',

    'K16_5': 'Kustannustehokkuus',

    'K16_7': 'Huleveden laadun paraneminen',

    'K16_8': 'Muu, mikä?',

    'K16_-99': 'En osaa sanoa'

}

# Tarkista, että kaikki nimet löytyvät datasta

missing_columns = [col for col in benefits_columns if col not in
df.columns]
```

```
if missing_columns:

    print("Seuraavia sarakkeita ei löytynyt tiedostosta:",
missing_columns)

else:

    # Korvaa sarakenimet kuvaavilla nimillä

    df_renamed = df.rename(columns=benefits_columns)

    # Muunna tiedot numeerisiksi, jotta mahdolliset ei-numeeriset
arvot poistetaan

    df_renamed = df_renamed.apply(pd.to_numeric, errors='coerce')

    # Laske, kuinka monta kertaa kukin hyöty on valittu

    benefit_counts =
df_renamed[list(benefits_columns.values())].sum(numeric_only=True)

    print("Hyötyjen frekvenssit:\n", benefit_counts) # Tulostetaan
frekvenssit tarkistusta varten

    # Tarkistetaan, onko kaikilla hyödyillä arvoa

    if benefit_counts.sum() == 0:

        print("Data ei sisällä yhtään valintoja (kaikki arvot ovat
nollia).")

    else:

        # Piirrä piirakkadiagrammi, jos datassa on valintoja

        plt.figure(figsize=(8, 6))
```

```
# Määritetään eri sinisen sävyt (esim. vaaleasta tummempaan)

colors = [plt.cm.Blues(i / len(benefit_counts)) for i in
range(len(benefit_counts))]

plt.pie(benefit_counts.values, labels=benefit_counts.index,
autopct='%1.1f%%', startangle=140, colors=colors)

plt.title('Koetut hyödyt luontopohjaisista ratkaisuksista')

plt.show()
```

6. Esteet

```
import pandas as pd

import matplotlib.pyplot as plt

import seaborn as sns

# Alkuperäiset frekvenssit (pohjautuen nykyiseen kaavioon)

data = {

    'Esteet': ['Rahoitus', 'Lainsäädäntö', 'Teknologia', 'Osaaminen
ja koulutus',

               'Yhteistyö eri toimijoiden välillä',

               'Henkilöresurssien määrä',

               'Muu, mikä', 'En osaa sanoa'],
```

```
'Frekvenssi': [33, 3, 3, 35, 31, 29, 10, 2] # Korjaa nämä arvot  
vastaamaan alkuperäistä kaaviota  
}
```

```
# Muodostetaan DataFrame
```

```
df = pd.DataFrame(data)
```

```
# Muokataan dataa lisäämällä uudet arvot
```

```
df.loc[df['Esteet'] == 'Teknologia', 'Frekvenssi'] += 1
```

```
df.loc[df['Esteet'] == 'Osaaminen ja koulutus', 'Frekvenssi'] += 6
```

```
df.loc[df['Esteet'] == 'Henkilöresurssien määrä', 'Frekvenssi'] += 4
```

```
df.loc[df['Esteet'] == 'Muu, mikä', 'Frekvenssi'] = 2
```

```
# Lisätään uudet kategoriat ja niiden frekvenssit
```

```
new_data = pd.DataFrame({  
    'Esteet': ['Tilanpuute', 'Asenteet ja poliittinen tahto'],  
    'Frekvenssi': [12, 3]  
})
```

```
df = pd.concat([df, new_data], ignore_index=True)
```

```
# Piirretään uusi kaavio
```

```
plt.figure(figsize=(12, 8))
```

```
sns.barplot(x='Esteet', y='Frekvenssi', data=df, palette="Blues_d")
```

```
plt.xticks(rotation=45, ha='right')  
plt.title('Frekvenssi: Hulevesien hallinnan esteet')  
plt.xlabel('Esteet')  
plt.ylabel('Frekvenssi')  
plt.tight_layout()  
plt.show()
```

7.Strategiat

```
import pandas as pd  
import matplotlib.pyplot as plt  
import seaborn as sns  
  
file_path =  
r'C:\Users\noora\OneDrive\Asiakirjat\GRADU\KYSELYTUTKIMUS  
DATA\numeerinen_data.xlsx'  
  
# Ladataan data  
data = pd.read_excel(file_path)  
  
# Sarakkeiden nimet ja merkitykset  
k13_labels = {
```

```
'K13_1': 'Rahoitus',  
'K13_2': 'Lainsäädäntö',  
'K13_3': 'Teknologia',  
'K13_4': 'Osaaminen ja koulutus',  
'K13_5': 'Yhteistyö eri toimijoiden välillä',  
'K13_6': 'Henkilöresurssien määrä',  
'K13_7': 'Muu'  
}
```

```
k14_labels = {  
    'K14_1': 'Lisää rahoitusta',  
    'K14_2': 'Koulutus',  
    'K14_3': 'Poliittiset päätökset',  
    'K14_4': 'Yhteistyö eri toimijoiden välillä',  
    'K14_5': 'Lisää henkilöresursseja',  
    'K14_6': 'Muu'  
}
```

```
# Valitaan K13- ja K14-sarakkeet ja suodatetaan ei-toivotut  
sarakkeet pois
```

```
k13_columns = [col for col in data.columns if col.startswith('K13_')  
and '-99' not in col and 'TEXT' not in col]
```

```
k14_columns = [col for col in data.columns if col.startswith('K14_')  
and '-99' not in col and 'TEXT' not in col]
```

```
# Lasketaan frekvenssit

k13_frequencies = data[k13_columns].replace(-99, pd.NA).count()

k14_frequencies = data[k14_columns].replace(-99, pd.NA).count()

k13_frequencies.index = [k13_labels[col] for col in k13_columns]
k14_frequencies.index = [k14_labels[col] for col in k14_columns]

# K13 Histogrammi

plt.figure(figsize=(12, 6))

sns.barplot(x=k13_frequencies.index, y=k13_frequencies.values,
palette="Blues_d")

plt.title('Mitkä strategiat voisivat edistää luontopohjaisten
ratkaisujen käyttöä hulevesien hallinnassa?', fontsize=16)

plt.xlabel('Strategiat', fontsize=12)

plt.ylabel('Frekvenssi', fontsize=12)

plt.xticks(rotation=45, ha='right', fontsize=10)

plt.tight_layout()

plt.show()

# K14 Histogrammi

plt.figure(figsize=(12, 6))

sns.barplot(x=k14_frequencies.index, y=k14_frequencies.values,
palette="Blues_d")
```

```
plt.title('Millaista tukea organisaatiosi tarvitsisi käyttääkseen  
enemmän luontopohjaisia ratkaisuja?', fontsize=16)  
  
plt.xlabel('Tuki', fontsize=12)  
  
plt.ylabel('Frekvenssi', fontsize=12)  
  
plt.xticks(rotation=45, ha='right', fontsize=10)  
  
plt.tight_layout()  
  
plt.show()
```

8. Tehokkuus ja tyytyväisyys

```
import pandas as pd  
  
import matplotlib.pyplot as plt  
  
import seaborn as sns  
  
file_path =  
r'C:\Users\noora\OneDrive\Asiakirjat\GRADU\KYSELYTUTKIMUS  
DATA\numeerinen_data.xlsx'  
  
df = pd.read_excel(file_path)  
  
# Valitaan halutut sarakkeet ja tehdään niihin -99-arvon korvaus  
satisfaction_column = 'K10_1' # Vaihda oikeaan sarakkeen nimeen  
efficacy_column = 'K9_1'      # Vaihda oikeaan sarakkeen nimeen
```

```
# Korvaa -99 arvoilla NaN, ja varmista että arvot ovat numeerisia

df[satisfaction_column] =
pd.to_numeric(df[satisfaction_column].replace(-99, pd.NA),
errors='coerce')

df[efficacy_column] = pd.to_numeric(df[efficacy_column].replace(-99,
pd.NA), errors='coerce')

# Määritellään vastausvaihtoehdot ja järjestetään oikeaan
järjestykseen

satisfaction_order = [1, 2, 3, 4, 5] # Numeeriset vaihtoehdot

efficacy_order = [1, 2, 3, 4, 5]      # Numeeriset vaihtoehdot

# Luodaan frekvenssit oikeassa järjestyksessä

satisfaction_freq =
df[satisfaction_column].value_counts().reindex(satisfaction_order,
fill_value=0)

efficacy_freq =
df[efficacy_column].value_counts().reindex(efficacy_order,
fill_value=0)

# Muutetaan numerot takaisin vastausteksteiksi

satisfaction_labels = ['En osaa sanoa', 'Erittäin tyytymätön',
'Tyytymätön', 'Neutraali', 'Tyytyväinen', 'Erittäin tyytyväinen']

efficacy_labels = ['En osaa sanoa', 'Erittäin tehoton', 'Vähän
tehoton', 'Kohtalaisen tehokas', 'Tehokas', 'Erittäin tehokas']
```

```
# Tarkista, että frekvenssien ja labelien pituudet vastaavat
if len(satisfaction_labels) == len(satisfaction_freq) and
len(efficacy_labels) == len(efficacy_freq):

    # Luodaan yhteinen kuvaaja

    fig, ax = plt.subplots(figsize=(12, 6))

    # Piirretään molemmat pylväsdiagrammit päällekkäin

    sns.barplot(x=satisfaction_labels, y=satisfaction_freq.values,
color='skyblue', label='Tyytyväisyys', ax=ax)

    sns.barplot(x=efficacy_labels, y=efficacy_freq.values,
color='steelblue', alpha=0.7, label='Tehokkuus', ax=ax)

    # Asetetaan otsikot ja legendat

    plt.title('Tyytyväisyys ja tehokkuusarviot hulevesien
hallintakäytännöistä')

    plt.xlabel('Vastausvaihtoehdot')

    plt.ylabel('Frekvenssi')

    plt.xticks(rotation=45, ha='right')

    plt.legend(title='Arviointiaspekti', loc='upper right')

    # Näytetään kuvaaja

    plt.tight_layout()

    plt.show()
```

```
else:  
    print("Frekvenssien ja vastaustekstien pituudet eivät täsmää.")
```

9.Asemakaavojen analyysit

```
import pandas as pd  
  
import seaborn as sns  
  
import matplotlib.pyplot as plt  
  
file_path =  
r'C:\Users\noor\OneDrive\Asiakirjat\GRADU\KYSELYTUTKIMUS  
DATA\asemakaava_data.xlsx'  
  
data = pd.read_excel(file_path)  
  
# Teemat (päivitä nämä sarakenimien mukaisesti)  
  
teemat = [  
    "Viherkatto",  
    "Biosuodatus",  
    "Läpäisevät päällysteet",  
    "Viivytysaltaat",  
    "Hulevesikosteikot",  
    "Hulevesiviemärointi"
```

```
]

# Lasketaan teemojen frekvenssit
teemojen_frekvenssit = data[teemat].sum()

# Muutetaan tulokset DataFrame-muotoon
df = teemojen_frekvenssit.reset_index()
df.columns = ["Ratkaisut", "Frekvenssi"]

# Tulostetaan frekvenssit terminaaliin
print("Hulevesi ratkaisujen frekvenssit:")
print(df)

# Luodaan pylväsdiagrammi Seabornilla
plt.figure(figsize=(10, 6))

sns.barplot(x='Ratkaisut', y='Frekvenssi', data=df,
palette="Blues_d")

plt.title("Hulevesi ratkaisujen frekvenssit", fontsize=16)
plt.xlabel("Ratkaisut", fontsize=12)
plt.ylabel("Frekvenssi", fontsize=12)

plt.ylim(0, df['Frekvenssi'].max() + 5) # Asetetaan asteikko hieman
maksimifrekvenssin yläpuolelle

plt.xticks(rotation=45, fontsize=10)
```

```
plt.tight_layout()
```

```
# Näytetään diagrammi
```

```
plt.show()
```

10. Fisherin testi & Khi-neliö

```
import numpy as np
```

```
from scipy.stats import fisher_exact
```

```
# Kyselytutkimuksen tulokset (tunnettu ja ei tunnettu)
```

```
tunnettu = 11
```

```
ei_tunnettu = 40
```

```
kysely_yhteensa = 51
```

```
# Asemakaavojen tulokset (mainittu ja ei mainittu)
```

```
mainittu = 24
```

```
ei_mainittu = 25
```

```
kaavat_yhteensa = 49
```

```
# Lasketaan aggregoidut havaitut frekvenssit
```

```
observed = np.array([
```

```
    [mainittu * tunnettu / kysely_yhteensa, mainittu * ei_tunnettu /  
    kysely_yhteensa], # Mainittu: Tunnettu ja Ei tunnettu
```

```
[ei_mainittu * tunnettu / kysely_yhteensa, ei_mainittu *
ei_tunnettu / kysely_yhteensa] # Ei mainittu: Tunnettu ja Ei
tunnettu

])

# Pyöristetään havaittu taulukko

observed_rounded = np.rint(observed).astype(int)

# Tulosta havaitut frekvenssit

print("Havaitut frekvenssit (pyöristetty):")

print(observed_rounded)

# Fisherin tarkka testi

oddsratio, p_value = fisher_exact(observed_rounded)

# Tulokset

print("\nFisherin tarkka testi:")

print(f"Odds ratio: {oddsratio:.3f}")

print(f"p-arvo: {p_value:.3f}")

# import numpy as np

# import pandas as pd

# from scipy.stats import chi2_contingency
```

```
# # Esimerkkidata: Hulevesiratkaisujen esiintyminen kaavoissa vs.
kyselyssä

# data = {

#     "Hulevesiratkaisu": ["Viivytysallas", "Hulevesikosteikko",
"Biosuodatus", "Läpäisevät päällysteet", "Viherkatot"],

#     "Asemakaavoissa": [40, 30, 20, 25, 15], # Kuinka monessa
kaavassa esiintyy

#     "Kyselyssä hyödynnettynä": [35, 25, 18, 22, 10] # Kuinka
monessa kyselyvastauksessa mainittu

# }

# # Muutetaan dataframeksi

# df = pd.DataFrame(data)

# # Luodaan ristiintaulukko (odotetut arvot vs. havaitut)

# contingency_table = np.array([df["Asemakaavoissa"], df["Kyselyssä
hyödynnettynä"]])

# # Suoritetaan Chi-neliö -testi

# chi2, p_value, dof, expected = chi2_contingency(contingency_table)

# # Tulostetaan tulokset

# print("Chi-neliö-arvo:", chi2)
```

```
# print("p-arvo:", p_value)

# print("Vapausasteet:", dof)

# print("Odotetut arvot ristiintaulukossa:\n", expected)

# # Päätellään tilastollinen merkitsevyys

# alpha = 0.05

# if p_value < alpha:

#     print("Tilastollisesti merkitsevä ero esiintyvyydessä (p <
0.05)")

# else:

#     print("Ei tilastollisesti merkitsevää eroa (p >= 0.05)")
```

Liite 3. Analysoidut asemakaavat

Kunta	Asemakaavan nimi
Järvenpää	Anni-tädin kylä
Vihti	Asematien keskustakaavamuuotos
Espoo	Finnoon keskus
Hyvinkää	Hangonsilta 1B
Hyvinkää	Hangonsilta 2B
Nurmijärvi	Heinoja II
Vantaa	Hopeatie
Porvoo	Huhtisten päiväkot
Pornainen	Hyötinmäen Panimokujan alue
Espoo	Högnäs
Tuusula	Joenranta
Vantaa	Jokiniemen kampus
Helsinki	Karhunkaatajan alue
Vantaa	Karhunkierros 4 & 6
Kerava	Kauppakaari 1
Espoo	Kemisti
Porvoo	Kevätlaaksonniitty
Espoo	Kivimies
Porvoo	Kokoniemen liikuntakeskus
Hyvinkää	Kravunlaaksonkadun pienet tontit
Hyvinkää	Kulomäki
Järvenpää	Kyrölän koulu
Tuusula	Lahelan kampus
Tuusula	Lepomäki
Kirkkonummi	Läntinen gesterby
Kirkkonummi	Munkinmäki
Helsinki	Niemenmäen länsipuoli
Vantaa	Muuran kaupunkikylät I
Helsinki	Myllypuron terveys- ja hyvinvointikeskuksen laajennus
Järvenpää	Pajalanpihan rivitalot
Porvoo	Puistokatu I

Helsinki	Puistolalan monitoimitilat
Sipoo	Puu-Talma
Helsinki	Roihuvuorentie
Tuusula	Seppäinpuisto
Helsinki	Suvilahden tapahtumakortteli
Järvenpää	Svengin yritysalue
Järvenpää	Svenginpuisto ja kortteli 1439
Mäntsälä	Sälänkään teollisuus
Järvenpää	Sävelpuisto
Sipoo	Söderkullan kartanon asuinalue
Sipoo	Taasjärven itäpuoli
Kirkkonummi	Tallinmäki
Porvoo	Tehtaanpuiston puutalot
Vantaa	Tikkurilantie 129
Porvoo	Tuulikumpu
Vantaa	Vaakapuisto
Helsinki	Myllärintie 10
Vantaa	Vehkalan kinkerit

Liite 4. Korrelaatiomatriisi ja p-arvot

Muuttujat	Korrelaatiokerroin (r)	p-arvo
K4(Työskentelen) - K10(Oletko tyytyväinen nykyisiin hallintakäytäntöihin kunnassa)	0,591959948	7,6E-05
K5_1(Kuinka hyvin tunnet hulevesien hallinnan käytäntöjä) – K5_2(Kuinka hyvin tunnet hulevesiä koskevan lainsäädännön)	0,700028444	1,02E-12
K5_1(Kuinka hyvin tunnet hulevesien hallinnan käytäntöjä) – K7_2(Tuntemus-Biosuodatus)	0,538215753	5,86E-07
K5_1(Kuinka hyvin tunnet hulevesien hallinnan käytäntöjä) – K7_4(Tuntemus-Viivytsaltaat)	0,598100792	1,48E-09
K5_1(Kuinka hyvin tunnet hulevesien hallinnan käytäntöjä) – K7_5(Tuntemus-Hulevesikosteikot)	0,607505152	5,85E-10
K6_1(Miten arvioisit hulevesien hallinnan tärkeyden) - K6_2(Miten arvioisit sinivihreän infrastruktuurin käytön tärkeyden hulevesien hallinnassa)	0,539836261	1,46E-08
K7_1(Tuntemus-Viherkatto) – K7_3(Tuntemus-Läpäisevät päällysteet)	0,530818934	3,87E-08
K7_2(Tuntemus-Biosuodatus) – K7_3(Tuntemus Läpäisevät päällysteet)	0,502208523	4,08E-07
K7_3(Tuntemus-Läpäisevät päällysteet) – K7_4(Tuntemus-Viivytsaltaat)	0,65642943	4,13E-11
K7_4(Tuntemus-Viivytsaltaat) – K7_5(Tuntemus-Hulevesikosteikot)	0,832609159	2,05E-20
K7_5(Tuntemus-Hulevesikosteikot) – K7_2(Tuntemus-Biosuodatus)	0,595819861	1,37E-09
K7_3(Tuntemus-Läpäisevät päällysteet) – K7_5(Tuntemus-Hulevesikosteikot)	0,713373636	4,74E-13
K7_4(Tuntemus-Viivytsaltaat) – K7_2(Tuntemus-Biosuodatus)	0,676142305	4,57E-12
K7_2(Tuntemus-Biosuodatus) – K18_3(Tietoteknisten järjestelmien käyttö parantaisi tehokkuutta)	0,514416118	2,23E-05
K8_2(Hyödyntäminen-Biosuodatus) - K8_4(Hyödyntäminen-Viivytsaltaat)	0,51577472	2,3E-06
K8_2(Hyödyntäminen-Biosuodatus) – K8_5(Hyödyntäminen-Hulevesikosteikko)	0,551554206	5,87E-07
K8_2(Hyödyntäminen-Biosuodatus) – K12_2(Organisaationi tekee riittävästi sinivihreän infrastruktuurin edistämiseksi)	0,548052846	1,23E-06
K8_2(Hyödyntäminen-Biosuodatus) – K17_4(Organisaationi priorisoi luontopohjaisia ratkaisuja teknisten sijaan)	0,5449143	3,07E-07

K8_2(Hyödyntäminen-Biosuodatus) - K18_3(Tietoteknisten järjestelmien käyttö parantaisi tehokkuutta)	0,5143423	5,78E-06
K8_3(Hyödyntäminen-Läpäisevät päällysteet) - K8_4(Hyödyntäminen-Viivytysaltaat)	0,509996058	4,75E-07
K8_4(Hyödyntäminen-Viivytysaltaat) – K8_5(Hyödyntäminen-Hulevesikosteikot)	0,579011699	5,55E-08
K8_4(Hyödyntäminen-Viivytysaltaat) - K12_2(Organisaationi tekee riittävästi sinivihreän infrastruktuurin edistämiseksi)	0,610815806	3,88E-09
K8_5(Hyödyntäminen-Hulevesikosteikot) - K12_2(Organisaationi tekee riittävästi sinivihreän infrastruktuurin edistämiseksi)	0,522735464	4,91E-07
K9_1(Miten arvioisit hallintamenetelmien tehokkuutta) - K17_4(Organisaationi priorisoi luontopohjaisia ratkaisuja teknisten sijaan)	0,524475931	1,47E-03
K10_1(Oletko tyytyväinen nykyisiin hallintakäytäntöihin) - K17_4(Organisaationi priorisoi luontopohjaisia ratkaisuja teknisten sijaan)	0,557284721	3,4E-04
K9_1(Miten arvioisit hallintamenetelmien tehokkuutta) - K10_1(Oletko tyytyväinen nykyisiin hallintakäytäntöihin)	0,806195016	2,63E-16
K11_1(Esteet-Rahoitus) – K12_3(Rahoituksen puute on suurin este)	0,54442069	5,89E-07
K11_1(Esteet-Rahoitus) – K13_1(Strategia edistämään-Rahoitus)	0,700473843	3,99E-12
K11_1(Esteet-Rahoitus) – K14_1(Millaista tukea-Rahoitus)	0,624037721	3,18E-09
K13_1(Strategia edistämään-Rahoitus) - K14_1(Millaista tukea-Rahoitus)	0,551038769	1,6E-07
K11_6(Esteet-Henkilöressit) – K14_5(Millaista tukea-Henkilöressit)	0,556964987	3,49E-07
K14_5(Millaista tukea-Henkilöressit) – K13_6(Strategia edistämään-Henkilöressit)	0,5043324439	5,25E-06
K12_2(Organisaationi tekee riittävästi sinivihreän infrastruktuurin edistämiseksi) – K17_4(Organisaationi priorisoi luontopohjaisia ratkaisuja teknisten sijaan)	0,606298852	7,01E-09
K15_1(Kuinka paljon olet ollut kuntalaiskuulemisissa) – K15_2(Miten paljon yhteistyötä eri toimijoiden välillä)	0,587701038	7,9E-09
K15_2(Miten paljon yhteistyötä eri toimijoiden välillä) – K18_1(Tarjolla riittävästi koulutusta)	0,52801031	2,85E-07
K15_2(Miten paljon yhteistyötä eri toimijoiden välillä) – K18_2(Materiaalia saatavilla)	0,570298512	5,91E-08
K16_3(Höyryjä-Monimuotoisuus) – K16_7(Höyryjä-Huleveden laadun paraneminen)	0,607989639	7,66E-10

K17_2(Sinivihreällä infrastruktuurilla on keskeinen rooli resilienssin parantamisessa) – K17_3(Edistää yleisiä kestävän kehityksen tavoitteita)	0,545392854	3,31E-08
K18_1(Tarjolla riittävästi koulutusta) – K17_4(Organisaationi priorisoi luontopohjaisia ratkaisuja teknisten sijaan)	0,524654294	8,17E-07
K18_2(Materiaalia saatavilla) - K17_4(Organisaationi priorisoi luontopohjaisia ratkaisuja teknisten sijaan)	0,560123183	1,08E-07
K18_1(Tarjolla riittävästi koulutusta) – K18_2(Materiaalia saatavilla)	0,744459472	2,88E-13
K19_1(Tietotekninen järjestelmä – Taulukko Excel) – K19_3(Tietotekninen järjestelmä-Scalgo)	0,694365075	1,04E-11
K19_1(Tietotekninen järjestelmä – Taulukko Excel) – K20_1(Käytä tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien tarkasteluun)	0,68562926	5,89E-07
K19_1(Tietotekninen järjestelmä – Taulukko Excel) – K20_2(Käytän tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien mallintamiseen)	0,692072563	1,94E-06
K19_2(Tietotekninen järjestelmä – Dynaaminen mallintaminen) – K20_1(Käytän tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien tarkasteluun)	0,527742304	3,03E-06
K19_2(Tietotekninen järjestelmä – Dynaaminen mallintaminen) – K20_1(Käytän tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien mallintamiseen)	0,635835227	5,36E-06
K19_2(Tietotekninen järjestelmä – Dynaaminen mallintaminen) – K19_3(Tietotekninen järjestelmä – Scalgo)	0,636231857	3,43E-10
K19_3(Tietotekninen järjestelmä – Scalgo) – K20_1(Käytä tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien tarkasteluun)	0,562266557	4,36E-06
K19_3(Tietotekninen järjestelmä – Scalgo) – K20_2(Käytän tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien mallintamiseen)	0,623370606	1,02E-05
– K20_2(Käytän tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien mallintamiseen) - K20_1(Käytä tietoteknisiä järjestelmiä hulevesien tarkasteluun)	0,77389276	1,26E-16