

Vesiensuojelun tehostamisohjelma, teema: Kaupunkien vesien hallinta ja haitallisten aineiden vähentäminen, vesiensuojelu kaupunkien alueidenkäytössä.

LOPPURAPORTTI

Talvisaikainen hulevesien hallinta, riskien tunnistaminen ja maankäytön suunnittelu - hanke

Lahden kaupunki ja Hollolan kunta



Lahti

Hollola

1. Tiivistelmä

Tässä raportissa on esitetty Lahden kaupungin ja Hollolan kunnan vuosina 2023–24 toteuttaman *Talvisaikainen hulevesien hallinta, riskien tunnistaminen ja maankäytön suunnittelu* – hankkeen tausta, tavoitteet, toimenpiteet, tulokset sekä arvio niiden hyödyntämisestä ja vaikuttavuudesta. Ympäristöministeriö on rahoittanut hanketta 54 720 eurolla vesiensuojelun tehostamisohjelmasta.

Hankkeen kolmessa työkokonaisuudessa kartoitettiin lumen ja sulamisvesien laaturiskejä sekä kehitettiin menetelmiä lumen ja sulamisvesien huomioimiseksi kaupunkisuunnittelussa ja lumilogistiikassa. Hankkeessa myös tuotettiin uutta tietoa ilmastomuutoksen myötä lisääntyvien talvisaikaisten hulevesiriskien tunnistamiseksi sekä laadittiin ohjeistus, joka edesauttaa niiden huomioimista jo maankäytön suunnitteluvaiheessa. Ohjeistuksen käyttöönoton kynnyksistä on pyritty madaltamaan sisällyttämällä siihen tietoja myös yleisen tason asemakaavavaiheen hulevesiselvitysten toteuttamisesta, jolloin sen käyttöönotto esimerkiksi suunnittelutyön toteuttamista tukevana dokumenttina ei edellytä syvällistä osaamista tai aiempaa kokemusta hulevesien hallinnasta.

Talvisaikaisten hulevesiriskien huomioimisella voidaan vähentää rakennetuilta alueilta lähivesistöihin kohdistuvaa hulevesikuormitusta, jonka merkitys on hankkeessa kerätyn mittaustiedon mukaan korostunut liikennöidyiltä alueilta ja vaikutus erityisen huomattava pienen valuma-alueen omaavilla kaupunkipienvesistöillä. Hankkeessa kehitetty menetelmä paikkatietopohjaiseen lumen lähisiirtopaikkojen kartoittamiseen mahdollistaa niitä hyödyntävän lumilogistiikan optimoinnin, jolloin voidaan laadullisten hulevesiriskien hallinnan lisäksi saavuttaa merkittäviä kustannushyötyjä vähentyneen lumen kuljetustarpeen seurauksena.

Paikallisen kehitystyön ja sillä saavutettujen hyötyjen lisäksi hankkeessa tuotetut ja julkaistut raportit ja oppaat täydentävät talvisaikaisen hulevesien hallinnan tietopohjaa ja mahdollistavat talvisaikaisten hulevesiriskien hallinnan tehostamisen myös muiden toimijoiden työssä.

2. Hankkeen tausta ja tavoitteet

Rakennettujen alueiden hulevedet ovat tyypillisesti merkittäviä lähivesistöjen kuormittajia. Niiden haitta-ainepitoisuuksien on osoitettu kasvavan kaupungistumisen asteen myötä (Melanen, 1981; Kotola & Nurminen, 2003; Sillanpää, 2013; Valtanen et al., 2014b). Kaupungistuminen muuttaa rakennettujen alueiden hydrologiaa talvisaikana siten, että lumen sulanta aikaistuu ja pilkkoutuu useisiin pienempiin, lyhytkestoisempiin valuntatapahtumiin (Sillanpää, 2013; Valtanen et al., 2014a). Muuttuva ilmasto tulee äärevöittämään näiden muutosten astetta entisestään talvien muuttuessa leudommiksi.

Talvisaikainen hulevesien hallinta eroaa muiden vuodenaikojen vastaavasta lumen aiheuttamien erityisvaatimusten vuoksi. Tyypilliset valuma-alueajat ylittävää lumen ja siihen sitoutuneiden haitta-aineiden siirtoa läjitys- ja lumenkaatopaikoille tehdään ensisijaisesti kadunhoidollisten tavoitteiden täyttämiseksi. Tyypillisesti edellä mainittuja tehdään eniten tiiveimmin rakennetuilla alueilla, joissa lähellä syntypaikkoja sijaitseva lumen läjitykseen käytettävissä oleva tila mm. katujen varsilla ja pysäköintialueilla on rajallinen. Leudontuvien talven myötä yhä suurempi osa sataneesta

lumesta myös sulaa lähellä syntypaikkoja, mikä tulee lisäämään vastaanottavien vesistöjen haitta-ainekuormitusta koska etenkin kaupunkien tiiveimpien keskusta-alueiden hulevesien hallinta perustuu yhä pääosin suoraan lähivesistöihin purkavaan perinteiseen hulevesiviemärointiin.

Hankkeen tavoitteena oli kartoittaa talvisaikaisen hulevesien laadun hallinnan riskialueita Hollolassa ja Lahdessa ja kehittää laajemmalti sovellettavissa olevia maankäytön suunnittelun menetelmiä ja käytäntöjä niistä pinta- ja pohjavesille aiheutuvien riskien minimoimiseksi. Paikallisina toimenpiteinä tavoitteena oli kehittää lumen varastoinnin ja kuljetuksen käytäntöjä sekä inventoida niihin liittyvää paikkatietoa Lahden ja Hollolan alueilla.

3. Hankkeen osapuolet ja menetelmät

Hankkeen ovat toteuttaneet Lahden kaupunki (pää toteuttaja) ja Hollolan kunta alla olevassa taulukossa esitetyn työsuunnitelman mukaisesti. Hankkeen toteutusaika oli 1.2.2023 – 31.12.2024. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu hankkeen työkokonaisuuksien pääasiallinen sisältö ja niissä toteutetut toimenpiteet. Työkokonaisuuksien tulokset ja niiden hyödyntäminen on kuvattu luvussa 4.

Taulukko 1. Hankkeen työsuunnitelma.

Työkokonaisuus/osatehtävä	Vastuutahot	2023												2024											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hallinnointi																									
<i>ORY 1 - Hankkeen aloitus</i>	Lahti																								
<i>(ORY 2 - Alustavat tulokset: työkokonaisuudet 1 ja 3)</i>	Lahti, Hollola																								
<i>(ORY 3 - Alustavat tulokset: työkokonaisuus 2)</i>	Lahti																								
<i>(ORY 4 - Hankkeen lopetus, tulosten läpikäynti ja raportointi)</i>	Lahti, Hollola																								
<i>Maksatus 1 ja väliraportointi</i>	Lahti, Hollola																								
<i>Maksatus 2 ja loppuraportointi</i>	Lahti, Hollola																								
1. Talvisaikaisten hulevesien hallinnan riskialueiden tunnistaminen																									
1.1. Seurantojen suunnittelu ja kilpailutukset	Lahti																								
1.2. Seurantojen toteuttaminen	Lahti																								
1.3. Raportointi ja tulosten tulkinta	Lahti																								
2. Maankäytön suunnittelun käytäntöjen kehittäminen																									
2.1. Asemakaavatyökohteen valinta ja esiselvitykset	Lahti																								
2.2. Pilottikohteen selvityksen laadinta	Lahti																								
2.3. Raportointi	Lahti, Hollola																								
3. Lumen varastointi- ja kaatopaikkatiedon paikallinen inventointi ja käytäntöjen kehittäminen																									
3.1. Suunnittelu, kilpailutukset ja urakoitsijoiden haastattelut	Hollola																								
3.2. Maastokäynnit ja paikkatietoinventointi	Hollola, Lahti																								
3.3. Paikkatietoaineistojen päivitykset	Hollola, Lahti																								
3.4. Käytäntöjen/kehityskohtien tunnistaminen ja muutosten dokumentointi	Hollola, Lahti																								

3.1. Työkokonaisuus 1 - Talvisaikaisten hulevesiriskien tunnistaminen

Työkokonaisuuden tavoitteena oli kartoittaa erityyppisiltä kaupunkialueilta kerättävän ja paikallisesti varastoitavan lumen laadullinen riski ympäristölle. Tarkempi tieto lumen ja siitä sulavan veden haitta-aineista, likaisuudesta ja laatuun vaikuttavista tekijöistä auttaa kehittämään menetelmiä laatuun liittyvien ympäristö- ja vesistökuormituksen ehkäisemiseksi. Lahden seudulla on erityisen tärkeää kiinnittää huomiota myös pohjavesien suojeluun. Lisäksi sulamisvesien mukana kulkeutuva kiintoaine ja roskat aiheuttavat välittömiä ja välillisiä haittoja kaupunkiympäristön

rakenteille, kuten hulevesiverkoston toimintaan. Tämä aiheuttaa lisäkustannuksia kunnallistekniikan ylläpidossa ja ääritapauksissa myös lisää paikallisia tai alueellisia tulvariskejä.

Työkokonaisuuden sisältöön kuului taajama-alueilla liikenneväylien varteen kertyvän lumen ja sulamisvesien tutkimuskampanjan suunnittelu, toteuttaminen ja tulosten raportointi. Lahden ja Hollolan alueilla sijaitsevien tutkimuspisteiden valinnassa kiinnitettiin erityistä huomiota eri liukkaudentorjunnan menetelmien vaikutuksiin auratun lumen ja hulevesien laatuun. Tutkimuskampanjan tuloksia hyödynnettiin hankkeen seuraavissa työpaketeissa, joissa keskityttiin maankäytön suunnitteluun ja lumen käsittelyn käytäntöjen inventoimiseen ja kehittämiseen. Näytteenotto ja kenttämittaukset toteutettiin maaliskuussa 2023. Kerätyistä näytteistä analysoitiin yleisimpien hulevesissä esiintyvien haitta-aineiden pitoisuudet, mm. kiintoaine, ravinteet P ja N (kokonais- ja liukoiset pitoisuudet), orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC), kloridi, PAH-yhdisteet, metallit (kokonais- ja liukoiset pitoisuudet: Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V). Tämän lisäksi osassa tutkimuspisteistä luminäytteistä analysoitiin myös öljyhiilivetyjakeet C10-C40, E. coli ja suolistoperäiset enterokokit. Lisäksi kahdessa tutkimuspisteessä käytettiin passiivikeräimiä. Työkokonaisuudessa toteutetun lumitutkimuksen tavoitteet, toteutus ja tulokset on kuvattu yksityiskohtaisesti liitteenä 1 olevassa raportissa.

Työkokonaisuuden osatehtävät käsittivät ostopalvelujen kilpailutusohjelman laadinnan ja kilpailutuksen, ostopalveluna laaditun työn ohjauksen (mittausohjelman laadinta, kenttämittaukset ja tulosten raportointi), hankeviestinnän sekä jatkotöiden valmistelua.

3.2. Työkokonaisuus 2 - Maankäytön suunnittelun käytäntöjen kehittäminen

Työkokonaisuudessa tarkasteltiin ja dokumentoitiin tapoja, joilla työkokonaisuudessa 1 tunnistettuja talvisaikaisia huleveden laadullisia riskejä sekä niihin vaikuttavia tekijöitä tulisi huomioida maankäytön suunnittelussa. Työkokonaisuus toteutettiin ostopalveluna osana käynnissä olevan Lahden kaupungin kaavatyökohteen *Jokimaa, Helsingintien länsipuolen teollisuusalue* (A-2844) selvitysten laadintaa käyttäen sitä esimerkkinä talvisaikaisten hulevesiriskien huomioinnista. Työkokonaisuudessa kartoitettiin kaavatyökohteen talvisaikaisia hulevesiriskejä ja laadittiin suunnitelma niiden huomioimisesta sen maankäytön suunnittelussa. Kartoituksessa huomioitiin mm. suunnitellusta maankäytöstä ja liikennemäärien kasvusta aiheutuvat laadulliset riskit, vastaanottavien vesistöjen herkkyyks, suunnittelualueen paikallisen hulevesien hallinnan toteuttamisedellytykset (maaperäominaisuudet, topografia) sekä suunnittelualueen luontoarvot ja muut hulevesien hallinnan rakenteiden sijoitteluun vaikuttavat reunaehdot. Sen lähtötietona käytettiin olemassa olevaa tutkimustietoa, suunnittelualueelta tehtyjä selvityksiä sekä työkokonaisuudessa 1 kerättyä tietoa.

Tarkastelu toteutettiin erillisenä kokonaisuutena kaavakohteen tavallisen maankäytön suunnittelun tueksi tuotetun hulevesiselvityksen rinnalla. Konsulttityönä tehdyn selvityksen taustatietojen keräämiseen ja työn ohjaukseen osallistuivat Lahden kaupungin ja Hollolan kunnan kaavoitusyksiköiden lisäksi edustajat Lahden kaupungin ympäristön- ja vesiensuojelusta sekä yleisten- ja katualueiden kunnossapidosta. Selvityksen ohella laadittiin liitteenä 2 esitetty ohjeistus asemakaavallisen hulevesi- ja lumiselvityksen toteuttamiseksi.

3.3. Työkokonaisuus 3 - Lumen varastointi- ja vastaanottopaikkojen inventointi ja käytäntöjen kehittäminen

Työkokonaisuuden tavoitteena oli Hollolan kunnan ja Lahden kaupungin lumenhallinnan käytänteiden, kuten lumen kuljetuksen ja varastointikäytäntöjen kartoittaminen. Nykytilannetta ja kehitystarpeita selvitettiin sidosryhmähaastatteluilla, joiden tuloksia käytettiin työkokonaisuuden lähtöaineistona ja kehitystyön pohjana.

Kerättyjen aineistojen ja paikkatietoanalyysien pohjalta laadittiin konsulttityönä lumen lähisiirron hyödyntämisen ohjeistus, joka edistää lumen ja sulamisvesien huomioimista osana maankäytön suunnittelua. Ohjeistuksen avulla voidaan arvioida lumen lähisiirtokohteiden hyödyntämismahdollisuuksia kaavoituksen tilavarausten suunnittelussa ja tunnistaa kohteet, joissa lumenlähisiirtoa tulisi ensisijaisesti hyödyntää. Lisäksi ohjeistuksessa käydään läpi aluekohtaisia kriteerejä, jotka vaikuttavat lähisiirtopaikkojen valintaan sekä ohjaavat lähisiirtopaikkojen mitoittamisessa.

Lumen lähisiirtokohteiden kartoittamiseen liittyviä paikkatietoanalyseja toteutettiin neljälle pilottialueelle (kaksi Hollolan ja kaksi Lahden puolella). Lisäksi paikkatietoaineistoja hyödynnettiin Hollolan uuden lumenvastaanottoalueen mahdollisten sijaintien kartoittamiseen. Alueen sijainnin valinnassa huomioitiin maanomistus ja tilantarve, veden virtausreitit ja purkuvesistö, maaperäolosuhteet, luonto- ja virkistysarvot, etäisyydet asutuksesta ja lumen syntypaikasta sekä kulkuyhteyden sopivuus raskaalle liikenteelle.

Työkokonaisuuden toimenpiteet on kuvattu yksityiskohtaisesti liitteessä 3.

4. Hankkeen tulokset ja niiden hyödynnettävyys

Hankkeen työkokonaisuuksissa on tuotettu seuraavat julkaisut:

- TK 1: Mittausraportti lumen ja sulamisvesien laadusta sekä talvisaikaisten hulevesiriskien tunnistamisesta (Liite 1)
- TK 2: Ohjeistus asemakaavallisen hulevesi- ja lumiselvityksen toteuttamiseksi huomioiden hankkeessa tunnistetut talvisaikaiset hulevesiriskit (Liite 2)
- TK 3: Raportti Lahdessa ja Hollolassa toteutetuista lumen varastointi- ja vastaanottopaikkojen inventoinneista, niiden tuloksista sekä keskeisistä käytäntöjen kehitystoimenpiteistä (Liite 3)

Alla olevissa kappaleissa on kuvattu hankkeen työkokonaisuuksien keskeisimmät tulokset ja niiden jatkokäyttömahdollisuudet.

4.1 Työkokonaisuus 1 - Talvisaikaisten hulevesiriskien tunnistaminen

Lahden ja Hollolan alueilla toteutetuissa lumi- ja sulamisvesimittauksissa havaittiin merkittäviä eroja auratun ja koskemattoman lumen välillä; liikennealueilta aurattu lumi sisälsi suuria pitoisuuksia

kiintoainetta ja fosforia sekä raskasmetalleja kuten sinkkiä, kuparia, ja kromia. Liikennealueiden korkeita kiintoainepitoisuuksia esiintyi erityisesti alueilla joilla liukkaudentorjuntaa tehtiin hiekoittamalla tai keskimääräinen vuorokausiliikenne ylitti 4 000 ajoneuvoa. Kloridipitoisuudet olivat puolestaan koholla erityisesti tiealueilla joiden liukkaudentorjunta perustui tiesuolaukseen. Yleisesti tutkitun lumen voitiin katsoa olleen likaantunutta paikkaan katsomatta; sulamisvesien laaturiskit liittyivät hankkeessa toteutettujen mittauksien sekä aikaisempien hulevesien laatua käsittelevien tutkimusten mukaan erityisesti seuraaviin haitta-aineisiin:

- kiintoaine
- kokonaisfosfori
- metalleista sinkki, kupari, kromi
- PAH-yhdisteistä fluoranteeni ja bentso(k)fluoranteeni
- öljyhiilivedyt
- kloridi perinteisen tiesuolauksen alueilla

Metalleista myös lyijyä voi esiintyä paikoin kohonneina pitoisuuksina. Lisäksi erityisesti jalkakäytävien yhteydessä lumeen varastoituu ulosteperäisiä bakteereja, joilla on ainakin tilapäinen hygieenistä laatua alentava vaikutus sulamisvesiin. PAH-yhdisteiden ja öljyhiilivetyjen pitoisuuksia on tutkittu vähemmän tavanomaisessa kaupunkiympäristössä. Yllä listattujen haitta-aineiden lisäksi PAH-yhdisteistä bentso(b,j)fluoranteenia ja bentso(g,h,i)peryleenia esiintyi yleisesti luminäytteissä. Kohonneiden pitoisuuksien aiheuttamaa riskiä ympäristölle on kuitenkin vaikea arvioida laajemman tutkimustiedon puuttuessa. Vaikka PAH-yhdisteistä bentso(a)pyreeniä on yleisimmin käytetty edustamaan hulevesien laatua, ei se tämän tutkimuksen valossa kuvannut lumeen ja sulamisveteen kulkeutuvia PAH-yhdisteitä.

Tutkimuksessa esitetyt tulokset lumen yleisesti heikosta laadusta alleviivaavat tutkimushankkeen tärkeyttä ja ajankohtaisuutta. Kokonaisuutena tarkasteltuna tulokset yhdessä olemassa olevan tutkimustiedon kanssa muodostivat riittävät pohjatiedot hankkeen muissa työkokonaisuuksissa tehdyille toimenpiteille. Tutkimuksen tuloksia voidaan myös hyödyntää lumen ja sulamisvesien laaturiskien arvioinnissa muissa kohteissa.

4.2 Työkokonaisuus 2 - Maankäytön suunnittelun käytäntöjen kehittäminen

Työkokonaisuudessa tehtiin osana pilottikaavatyökohteen hulevesien hallinnan suunnittelua kartoitus kohteen talvisaikaisista hulevesiriskeistä ja suunnitelma niiden huomioimisesta sen maankäytön suunnittelussa. Suunnitelma julkaistaan muiden kaava-aineistojen kanssa pilottikohteen kaavoituksen edetessä ehdotusvaiheeseen.

Kartoituksessa käytettyjen menetelmien ja esiin nousseiden havaintojen pohjalta laadittiin liitteenä 2 esitetty ohjeistus asemakaavallisen hulevesi- ja lumiselvityksen laadintaan. Ohjeistuksessa huomioitiin työkokonaisuudessa 1 kartoitetut lumen ja sulamisvesien laatuun ja siitä aiheutuviin riskeihin vaikuttavat tekijät. Ohjeessa on käsitelty lumen ja sulamisvesien hallinnan huomioiminen hulevesien hallinnan tavoitteiden asettamisessa, hulevesien johtamisen ja hallintamenetelmien valinnassa, tulvareittien määrittämisessä sekä rakentamisen aikaisen hulevesien hallinnan suunnittelussa. Lumen hallinta on lisäksi käsitelty ohjeistuksessa omana kokonaisuutenaan. Ohjeeseen on koostettu asiat jotka yhdessä muodostavat hulevesiselvityksen ja hulevesien, lumen ja sulamisvesien hallinnan suunnitelman. Siinä käsiteltävät kokonaisuudet ovat:

1. Suunnittelualueen nykytilanteen ja sen ominaispiirteiden määrittäminen
2. Suunnittelualueen tulevan tilanteen ja maankäytön muutoksesta aiheutuvien vaikutusten määrittäminen
3. Edellisten perusteella tehtävä suunnittelualueen hulevesien, lumen ja sulamisvesien hallinnan tavoitteiden asettaminen ja toimenpiteiden/hallintamenetelmien valinta

Ohjeessa korostetaan luonnonmukaisen, mahdollisimman lähellä syntypaikkoja toteutettavan lumen ja sulamisvesien hallinnan tärkeyttä sekä luonnollisen vesitaseen ylläpitämisen että mahdollisten laaturiskien hallinnan kannalta; lumen hallinta tulisi mahdollisuuksien mukaan pyrkiä toteuttamaan kolmiportaisen prioriteettijärjestyksen mukaisesti, jolloin:

1. Lumi sulaa kasvipeitteisellä alueella, josta sulamisvedet imeytyvät maaperään ja haitta-aineet jäävät pintamaahan.
2. Lumi sulaa rakennetulla pinnalla, jolloin sulamisvesien laadunhallintaan, roskaisuuteen ja vesien poisjohtamiseen tulee kiinnittää huomiota ennen lähisiirtopaikan käyttöönottoa.
3. Lumet kuljetetaan alueelta pois

Ohjeen avulla suunnittelijoiden on mahdollista määritellä lumen hallintaa ja lumilogistiikkaa koskevat lähisiirtokohteiden hyödyntämisen mahdollisuudet sekä arvio lumen poiskuljetuksen tarpeesta. Määrittämisessä huomioidaan lumen laatu, suunnittelualueen maankäyttö tulevassa tilanteessa sekä aurattavan lumen määrä. Määrittelyssä voidaan lisäksi hyödyntää hankkeen työkokonaisuudessa 3 laadittuja lähisiirtopaikkojen kartoituksen ohjeita. Alla olevassa kuvassa on ohjeessa esitetty yksinkertainen liikennevalokaavio lumen laaturiskien ja hallinnan tarpeen arvioimiseksi.



Lumen sulaminen ei edellytä erillistä puhdistamista

- Lumi sulaa kasvipeitteisellä alueella, josta sulamisvedet imeytyvät maaperään
- Keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) <4000, jolloin sulamisvedet eivät edellytä erillistä puhdistamista.



Lumen sulamisvesistä aiheutuvat laaturiskit tulee arvioida

- KVL >4000: Vilkkaasti liikennöidyillä alueilla lumen lähisiirtoa ei tule hyödyntää ilman sulamisvesien laaturiskien arviointia. Sulamisvedet tulee pyrkiä käsittelemään laadullisesti.
- Pohjavesi- ja teollisuusalueilla lumen lähisiirtoa ei tulisi hyödyntää, mikäli sulamisvesistä aiheutuu hallitsematon laaturiski.
- Herkkien vesistöjen ja luontokohteiden läheisyydessä lumen lähisiirtoon hyödynnettävät alueet tulee sijoittaa / toteuttaa niin, että sulamisvedet imeytetään maaperään TAI ohjataan laadunhallinnan rakenteeseen ennen niiden johtamista vesistöön.



Lumen sulamisvedet edellyttävät laadunhallintaa

- KVL ollessa >10000 lumi tulee siirtää vastaanottopaikalle eikä lähisiirtoa tule hyödyntää ilman sulamisvesien laadunhallinnan rakenteita.
- Mikäli tunnistettua laadullista riskitekijää ei voida käsitellä haitattomaksi lumet tulee kuljettaa lumen vastaanottopaikalle. Vastaanottopaikalla tulee olla järjestettyä asianmukainen vesienhallinta, jotta vältetään roskaantumiset sekä pinta- ja pohjavesiin kohdistuvilta vedenlaaturiskeiltä.

Ohjeistuksen käyttöönotolla saatetaan talvisaikaisten hulevesiriskien tunnistaminen ja tarvittaessa huomiointi osaksi tavallista kaavatyöprosessia. Se on vapaasti muiden alan toimijoiden käytettävissä. Siinä on edellä mainittujen lisäksi esitetty perustietoa myös tavanomaisten asemakaavavaiheen hulevesiselvitysten toteuttamisesta, jolloin sen käyttöönotto esimerkiksi

suunnittelutyön tilaamista ja ohjaamista opastavana dokumenttina ei edellytä syvällistä osaamista tai aiempaa kokemusta hulevesien hallinnasta.

4.3 Työkokonaisuus 3 - Lumen varastointi- ja vastaanottopaikkojen inventointi ja käytäntöjen kehittäminen

Hankkeessa toteutetun selvityksen lähtötietojen kartuttamiseksi toteutettujen haastattelujen perusteella lumen lähisiirtoihin liittyviin käytänteisiin tai periaatteisiin ei ollut organisoitua toteutustapaa Hollolassa tai Lahdessa. Maankäytön suunnittelussa ja kaavoituksessa lumitilojen varauksia tehdään, mutta tarkasteluun ei ollut olemassa systemaattista prosessia. Hollolassa ja Lahdessa olemassa olevilla lumen vastaanottopaikoilla vedenlaaturiskeihin varautumisen taso on hyvin vaihteleva, eikä sulamisvesien laadunhallintaa ole kaikissa tapauksissa järjestetty. Eri toimijoiden haastatteluissa ei kuitenkaan noussut esiin lumenvastaanottopaikkojen vesien käsittelyn puutteista aiheutuneita ongelmia. Keskeisimpinä kehitystarpeina tunnistettiin lumen siirtoja koskevan ohjeistuksen selkeyttäminen, yhdenmukaistaminen sekä saattaminen kaikkien osapuolien tietoon.

Projektissa tehdyn paikkatietotarkastelun perusteella Hollolasta ja Lahdesta valituilla pilottialueilla oli pääasiassa hyvin mahdollisuuksia lähisiirron hyödyntämiseen. Lähisiirtopotentiaali (potentiaalisten lähisiirtokohteiden pinta-alan suhde aurattavan alueen pinta-alaan) oli useilla alueilla hyvä (suhdeluku 1,5–1,8) ja yhdellä alueella niukempi (1,2, Karisto Lahdessa). Paikkatietoanalyysin tulokset vastasivat hyvin pilottialueilta saatua kokemuseräistä tietoa lumen lähisiirtopaikkojen käytännöistä. Kehitystavoitteiksi tunnistettiin mm. lumen lähisiirtojen mahdollisimman laajan hyödyntämisen mahdollistaminen sekä lähisiirtopaikkojen kartoitukseen liittyvän prosessin kehittäminen.

Paikkatietoanalyysin tuloksien pohjalta oli mahdollista osoittaa toimintamalli yleisluontoisen lumen lähisiirtopaikoiksi soveltuvien kohteiden tarkastelulle. Tulokset mahdollistavat potentiaalisten kohteiden tunnistamisen yksityiskohtaisempaa tarkastelua varten ja aineistot on helppo jakaa eri toimijoille kunnan tai kaupungin paikkatietoalustan kautta. Pilottikohteiden perusteella paikkatietoanalyysi voi paremmin mahdollistaa lähisiirron hyödyntämisen aluetasolla, kun taas Suomessa aiemmin julkaistut lumitilojen arvioinnin työkalut keskittyvät erityisesti melko ahtaan katupoikkileikkauksen lumitilan arvioimiseen.

Paikkatietoihin perustuvan kartoituksen tuloksena löytyi Hollolan Salpakankaan lähialueelta viisi asetetut kriteerit täyttävää potentiaalista lumen vastaanottoon soveltuvaa aluetta.

5. Riskit ja muutostarpeet

Hankkeen toteuttaminen on edennyt hankesuunnitelman mukaisesti, eikä sen aikana ole suunnitelmassa mainittujen lisäksi noussut esille uusia riskejä jotka olisivat edellyttäneet hankesuunnitelmasta poikkeamista. Hankkeen suunniteltua myöhäisemmän aloitusajankohdan vuoksi työkokonaisuuksien 2 ja 3 toimenpiteet toteutettiin pääosin vuoden 2024 aikana, ks. tarkennettu työsuunnitelma luvussa 3.

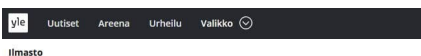
6. Talousraportti

Hankkeen toteutuneet kustannukset ovat 64 106,52 eur (93,7 % suunnitelluista kustannuksista). Kustannuksia on muodostunut henkilöstökuluista (4 919,90 eur, 61,5 %), flat rate -kuluista (737,99 eur, 61,5 %), ostopalveluista (57 554,86 eur, 99,2 %) sekä kone- ja laiteinvestoinneista (510,00 eur, 72,9 %). Avustusta on haettu maksettavaksi 80 % toteutuneista kustannuksista, yhteensä 51 285,20 eur.

7. Viestintäraportti

Lahden kaupunki ja Hollolan kunta ovat viestineet hankkeen käynnistymisestä, toteuttamisesta ja tuloksista lehdistötiedottein, omilla verkkosivuillaan sekä sosiaalisessa mediassa. Lisäksi hankkeen ostopalveluosuuksia toteuttamaan valittu Sitowise Oy on viestinyt hankkeessa tehtävästä työstä omilla kanavillaan. Hanketta ja sen tuloksia on lisäksi esitelty useissa tapahtumissa ja siitä on kirjoitettu artikkeli Vesitalouslehden hulevesiä käsitelleeseen teemanumeroon 4/2024.

Hanketoteuttajien viestinnän seurauksena hankkeesta on uutisoitu myös muissa medioissa; YLE:n verkkosivuilla (<https://yle.fi/a/74-20027849>) ja paikallisradiossa sekä Etelä-Suomen Sanomissa (<https://www.ess.fi/paikalliset/5865073>). Alla on esitetty kuvakaappauksia hanketta koskevasta uutisoinnista.



Pakkasesta suojasäähän, suojasäästä pakkaseen – talvisään muutosten vaikutuksia hulevesiin tutkitaan Lahdessa ja Hollolassa

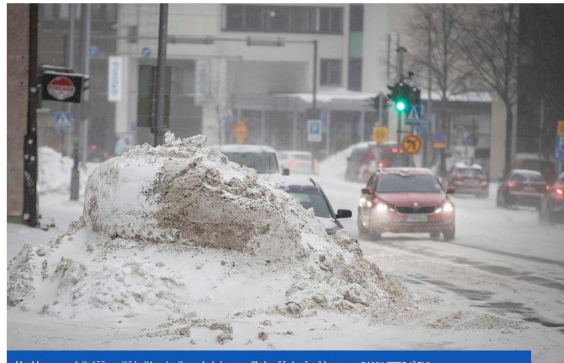
Kaksivuotisessa hankkeessa kartoitetaan talven hulevesien pinta- ja pohjavesille aiheuttamia riskejä.



ETELÄ-SUOMEN SANOMAT

[Etusivu](#) / [Päättäjät](#) / [Häme](#)

Lumen ja sulamisvesien laatua tutkitaan Lahdessa ja Hollolassa – hulevesien aiheuttamien riskien pelätään kasvavan



Hankkeessa selvitetään, mitä haitta-ainetta on katuja varjolla kerääntyvässä lumessa. SAMI LETTOJÄRVI

Erittely hankkeen viestintätoimenpiteistä on esitetty alla olevassa taulukossa:

Taulukko 2: Yhteenvedo hankkeessa toteutetuista viestinnän toimenpiteistä.

Viestinnän aihe	Suunniteltu toteutusaika	Kanava(t)	Vastuutaho	Lisätietoja
Hankkeen aloitus	2–3/2023 Tiedotteet/uutiset julkaistu 14.4.2023	Mediatiedote - Uutinen julkaistu julkaisuohjelmassa ePress (Liana Account) 14.4.2023. Uutinen lähetetty ePressistä kaupungin omille jakelulistoille paikallismediat, ympäristötoimittajat ja lautakunnat, joissa vastaanottajia yhteensä 148 kappaletta. Sähköpostilla julkaisuohjelmasta lähetetty mediatiedote on avattu 27.9.2023 mennessä 53 kertaa, avaajia 43 henkeä. Uutinen Lahden kaupungin ja Hollolan kunnan internet-sivuille. - Uutisessa 116 katselukertaa ja 101 vierailijaa Sosiaalinen media - Lahden kaupunkiympäristön Facebook-tilillä julkaistu lahti.fi -uutinen 14.4.2023, tykkäyksiä 13 kappaletta 27.9.2023 mennessä.	Lahden kaupunki, Hollolan kunta	Haastattelu paikallis-YLE:llä 17.4.2023 Sitowise Oy viestinyt TK1 toteutuksesta omilla kanavillaan
Alustavat tulokset, työkokonaisuus 1	10/2023 Tiedotteet/uutiset julkaistu 1.2.2024	Sosiaalinen media Uutinen Lahden kaupungin ja Hollolan kunnan internet-sivuille sekä tutkimusraportin julkaisu https://www.epressi.com/tiedotteet/kaupungit-ja-kunnat/lumen-lahisiirron-mahdollisuuksia-selvitetaan-lahdessa-ja-hollolassa.html	Lahden kaupunki	Uutiseen yhdistetty tiedotus työkokonaisuuden 3 käynnistymisestä.
Alustavat tulokset, työkokonaisuudet 2 ja 3	7-8/2024	Sosiaalinen media Julkaistaan yhdessä hankkeen lopullisten tulosten kanssa v. 2025 alussa	Lahden kaupunki	
Hanke päättyy, lopulliset tulokset	11–12/2024	Uutinen Lahden kaupungin ja Hollolan kunnan internet-sivuille sekä sosiaalisen median tiedotteet -> julkaistaan yhdessä hankkeen hyväksytyn loppuraportin kanssa v. 2025 alussa Työkokonaisuuksien 1 ja 2 tuloksista on julkaistu artikkeli Vesitalous –lehden hulevesiteemanumerossa (4/2024)	Lahden kaupunki, Hollolan kunta	

		Hankkeen ja sen tulosten esittely alan tapahtumissa: - Hulevesi 2024 -seminaari 25-26.4.2024 - Ympäristönsuojelun Viranomaispäivät 28.5.2024 - Lahden tiedepäivä 12.11.2024 - Hämeen hulevesipäivä 29.1.2025 Hankkeen tulosten esittelystä on lisäksi jätetty esitelmäehdotus vuoden 2025 Kuntatekniikan päiville.		
--	--	---	--	--

8. Johtopäätökset ja tulevaisuuden suositukset

Lumen ja sulamisvesien laatu

Hankkeessa toteutetun lumitutkimuksen tulosten pohjalta katu- ja tiealueiden lumen laatuun on syytä kiinnittää huomioita riippumatta alueen liikennemäärästä. Lumen haitta-ainepitoisuudet olivat korkeita ja ylittivät hulevesille tarkoitettuja ohjearvoja useissa tutkimuspisteissä. Laatuun liittyvät riskit kasvavat, mitä liikennöidymmästä alueesta on kyse.

Tutkimustulosten perusteella ainakin osalla haitta-aineista erityisen suuret haitta-ainepitoisuudet liittyivät kohteisiin, joissa keskimääräinen vuorokausiliikenne KVL on yli 4000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Pelkkään liikennemäärään perustuva lumiluokittelu ei kuitenkaan ole suositeltava, sillä on vaikeaa osoittaa selkeitä liikennemäärään sidottuja ohjeita siitä, milloin lumi on riittävän puhdasta ja milloin liian likaista paikalliseen varastointiin tai hallintaan. Liikennemäärä on kuitenkin yksi käyttökelpoinen indikaattori hallinnan tarpeiden tunnistamisessa. Liukkaudentorjunnassa käytetyt menetelmät, erityisesti hiekoitus ja tiesuolaus (natriumkloridi), vaikuttavat lumen laatuun merkittävästi. Tutkimusaineisto ei kuitenkaan ollut riittävän laaja formiaatin käyttöön liittyvien mahdollisten riskien arvioimiseksi.

Lumeen ja sulamisvesien laaturiskeihin vaikutetaan parhaiten seuraaviin osa-alueisiin liittyvillä toimenpiteillä ja ohjeilla:

- Liukkaudentorjunnassa käytettävien menetelmien optimointi
- Lumilogistiikan eli lumen tilavarauksien, aurauksen, varastoinnin (paikallinen/alueellinen) ja poiskuljetuksen suunnittelu
- Katujen ja teiden puhtaanapidon optimointi
- Sulamisvesien hallinnan (käsittely ja johtaminen) suunnittelu

Talvisaikaisten hulevesiriskien huomiointi maankäytön suunnittelussa

Talvisaikaisiin hulevesiin, lumeen ja sulamisvesiin liittyvien riskien tunnistaminen ja niihin varautuminen tulisi ottaa kiinteäksi osaksi maankäytön suunnittelua ja kaavoitusta: Lumen- ja sulamisvesien laatuun liittyvien tekijöiden huomioinnilla voidaan ehkäistä ympäristölle, vesistöille ja pohjavesialueille aiheutuvaa haitta-ainekuormitusta. Riskitarkastelu tulisi toteuttaa osana normaalia kaavavaiheen hulevesiselvitys –tai suunnittelutyötä. Siihen tulisi osallistaa kaikki suunnittelukohteen kannalta oleelliset sidosryhmät, tyypillisesti ainakin kunnan vesien- ja luonnonsuojelusta, kadunpidosta, yleisten alueiden kunnossapidosta, liikennesuunnittelusta, sekä yleisistä viheralueista vastaavat tahot.

Lumen ja sulamisvesien hallinnan lähtökohtana tulisi olla, että mahdollisuuksien mukaan lumi säilytetään ja sen annetaan sulaa lähivaluma-alueellaan, ja lunta kuljetetaan pois vain tarvittaessa tai kun sen laatu sitä edellyttää.

Lumilogistiikan suunnittelu ja optimointi

Lumen lähisiirtopaikkojen potentiaalin selvittämisessä hyödynnettävät lähtöaineistot ovat tarkastelun lopputuloksen kannalta merkittävässä roolissa. Esimerkiksi kaavayksiköiden alueellisesti erilaiset ja toisistaan poikkeavat nimeämiskäytännöt tulee huomioida aineistojen tarkastelussa, jotta luotavat aluerajaukset vastaavat toisiaan. Paikkatietoanalyysin tuloksien pohjalta oli mahdollista osoittaa toimintamalli yleisluontoisen lumen lähisiirtopaikoiksi soveltuvien kohteiden tarkastelulle. Tulokset mahdollistavat potentiaalisten kohteiden tunnistamisen yksityiskohtaisempaa tarkastelua varten ja aineistot on helppo jakaa eri toimijoille kunnan tai kaupungin paikkatietoalustan kautta. Työmenetelmä on toistettavissa myös muille tarkastelualueille, olettaen että lähtöaineistojen laatu vastaa tässä työssä käytettyjä aineistoja Lahden WFS-palvelusta.

Pilottikohteiden perusteella paikkatietoanalyysi voi paremmin mahdollistaa lähisiirron hyödyntämisen aluetasolla, kun taas Suomessa aiemmin julkaistut lumitilojen arvioinnin työkalut keskittyvät erityisesti melko ahtaan katupoikkileikkauksen lumitilan arvioimiseen.

Lähisiirtokohteiden tilavarausten lisäksi kohteiden sijoittelussa tulee huomioida alueen liikennemäärät, pohjavesialueet, herkäät vesistöt ja luontokohteet sekä maaperä. Lähisiirtokohteina tulisi pyrkiä suosimaan kasvipeitteisiä alueita, joilla lumi saa sulaa ja sulamisvedet imeytyvät maaperään. Imeyttämisessä tulee kuitenkin aina huomioida mahdolliset pohjavesille aiheutuvat laaturiskit. Kohteiden määrittämisessä tulee myös suosia paikkoja, joissa lumen sulamisen jälkeinen puhdistustarve olisi mahdollisimman pieni tai joissa keväistä hiekkojen puhdistusta toteutetaan joka tapauksessa. Lumen lähisiirtoon hyödynnettävien kohteiden sijoittelussa ja mitoituksessa tulee ottaa huomioon myös käytettävän auraskaluston ominaisuudet.

Lumilogistiikan aiheuttamien kustannusten ja päästöjen minimoimiseksi lumenvastaanottoalueen tulisi sijaita mahdollisimman lähellä lumen syntypaikkaa, mikä voi tiivistyvän ja laajemmalle kasvavan kaupunkirakenteen myötä olla vaikeampaa toteuttaa. Lumenvastaanottoalueiden alustavia sijaintivaroituksia tulisi kartoittaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa maankäytön suunnittelua, esimerkiksi yleiskaavavaiheessa. Tällöin voidaan huomioida esimerkiksi kunnan

hulevesien hallintasuunnitelma ja pienvesi-, luonto- ja maisemaselvityksien asettamat reunaehdot. Lumenvastaanottopaikoilla laadullisesti heikommille lumille voidaan järjestää keskitetyt sulamisvesien hallintarakenteet, jolloin etenkin laadullinen hallinta voi olla kustannustehokkaampaa ja helpommin järjestettävissä.

9. Viitteet

Kotola, J. & Nurminen, J., 2003. Kaupunkialueiden hydrologia - valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 2: koealuetutkimus, Espoo: Teknillinen korkeakoulu.

Melanen, M., 1981. Quality of runoff water in urban areas. Teoksessa: Helsinki: National Board of Waters, p. 123-188.

Sillanpää, N. & Koivusalo, H., 2013. Catchment-scale evaluation of pollution potential of urban snow at two residential catchments in southern Finland. Water Science & Technology, 68(10): 2164-2170.

Valtanen, M., Sillanpää, N. & Setälä, H., 2014a. Effects of land use intensity on stormwater runoff and its temporal occurrence in cold climates. Hydrological Processes, 28(4): 2639-2650.

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

LUMEN JA SULAMISVESIEN AIHEUTTAMIEN LAADULLISTEN RISKIEN KARTOITUS



31.1.2024



Sisällys

1	Johdanto	3
	Tutkimuksen tausta	3
	Lumen ja sulamisvesien laatu Suomessa ja merkitys ympäristökuormituksessa	4
	Lumen ja sulamisvesien hallinta kotimaisessa hulevesiohjeistuksessa.....	5
	Lumen ja sulamisvesien hallinnan esimerkkejä kansainvälisessä kirjallisuudessa	6
	Lumen ja sulamisvesien laatukriteerit.....	8
2	Tutkimussuunnitelman sisältö ja toteutus.....	10
	Tutkimuskohteiden valinta ja ominaisuudet.....	10
	Näytteenotto ja kenttämittaukset.....	12
	Laboratorioanalyysit lumesta ja hulevedestä	13
	Tutkimusjakson sääolot ja tutkimukseen toteutukseen vaikuttaneet tekijät	14
3	Tutkimustulokset ja niiden tarkastelu	15
	Lumen ominaisuudet ja laatu	15
	Lumen määrä, tiheys ja vesiarvo	15
	Kiintoaine.....	16
	Lumen sähkönjohtavuus ja kloridipitoisuus	17
	Ravinteet.....	18
	Öljyhiilivedyt	20
	Metallit20	
	PAH-yhdisteet	23
	Suolistoperäiset bakteerit.....	25
	Sulamisvesien laatu.....	26
	Yksittäiset hulevesinäytteet sulamisvesistä	26
	Kokoomanäytteet passiivikeräimillä.....	27
4	Päätelmät ja suositukset.....	28
	Lumen ja sulamisvesien laatuun ja likaisuusasteeseen vaikuttavat tekijät	28
	Päätelmät lumesta ja sulamisvesistä pinta- ja pohjavesille aiheutuvien riskien arvioinnista.....	28
	Vedenlaaturiskejä aiheuttavat hulevesien haitta-aineet	28
	Lumen ja sulamisvesien aiheuttamien vedenlaaturiskien arviointi.....	29
	Suositukset pinta- ja pohjavesille aiheutuvien riskien hallinnan kehittämiseksi	30
	Suositukset jatkotoimenpiteiksi	31

Liite 1. Luminäytteiden tutkimustulokset yhteenvetotaulukossa

Liite 2. Hulevesinäytteiden tutkimustulokset yhteenvetotaulukossa

Liite 3. Laboratorion analyysitodistukset

Liite 4. Passiivikeräinnäytteiden yhteenvetotaulukko ja analyysitulokset

(kansikuva, Lahden kaupunki)

1 Johdanto

Tutkimuksen tausta

Lahden kaupunki ja Hollolan kunta toteuttavat vuosina 2023-2024 *Talviaikainen hulevesien hallinta, riskien tunnistaminen ja maankäytön suunnittelu* -hankkeen, joka saa rahoitusta Ympäristöministeriön vesiensuojelun tehostamisohjelmasta. Hankkeessa kartoitetaan talviaikaisten hulevesien pinta- ja pohjavesille aiheuttamia riskejä, joiden ennakoidaan kasvavan muut-tuvan ilmaston myötä lisääntyvän talviaikaisen sateisuuden ja sulantajaksojen yleistymisen seurauksena. Parempi ymmärrys talviaikaisiin hulevesiin liittyvistä riskitekijöistä mahdollistaa myös niihin varautumisen mm. maankäytön suunnittelun sekä lumen varastoinnin, siirron ja muun käsittelyn käytäntöjä kehittämällä.

Tässä raportissa kuvataan hankkeen ensimmäisen työpaketin tuloksia. Työpaketin sisältöön kuului taajama-alueella ja liikenneväylien varteen kertyvän lumen ja sulamisvesien tutkimuskampanjan suunnittelu, toteuttaminen ja tulosten raportointi. Tutkimuspisteiden valinnassa kiinnitettiin erityistä huomiota eri liukkaudentorjunnan menetelmien vaikutuksiin auratun lumen ja hulevesien laatuun. Tutkimuskampanjan tuloksia hyödynnetään hankkeen seuraavissa työpaketeissa, joissa keskitytään maankäytön suunnitteluun ja lumen käsittelyn käytäntöjen inventoimiseen ja kehittämiseen.

Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa erityyppisiltä kaupunkialueilta kerättävän ja paikallisesti varastoitavan lumen laadullinen riski ympäristölle. Tarkempi tieto lumen ja siitä sulavan veden haitta-aineista, likaisuudesta ja laatuun vaikuttavista tekijöistä auttaa kehittämään menetelmiä laatuun liittyvien ympäristö- ja vesistökuormituksen ehkäisemiseksi. Lahden seudulla on erityisen tärkeää kiinnittää huomiota myös pohjavesien suojeluun. Lisäksi lumen varastointipaikoilla ja sulamisvesien mukana kulkeutuva kiintoaine ja roskat aiheuttavat välittömiä ja välillisiä haittoja kaupunkiympäristön rakenteille, kuten hulevesiverkoston toimintaan. Tämä aiheuttaa lisäkustannuksia kunnallistekniikan ylläpidossa tai pahimmassa tilanteessa jopa paikallisen tai alueellisen tulvariskin.

Lahden ja Hollolan -alueiden lumen ja sulamisvesien aiheuttamien riskien kartoituksen on laatinut Sitowise Oy Lahden kaupungin ja Hollolan kunnan toimeksiannosta. Konsultin työryhmään ovat kuuluneet TKT Nora Sillanpää (projektipäällikkö), FM Maija Manninen, ins. (AMK) Johanna Simi-Virahsawmy, DI Elina Teuho-Ojanen ja Onni Varjos. Laadunvarmistajana toimi DI Eeva-Riikka Rautarinta. Laboratorioanalysit tehtiin Eurofins Environment Testing Finland Oy:n laboratoriossa.

Suunnittelutyötä on ohjannut ohjausryhmä, jonka jäsenenä ovat Lahden kaupungilta toimineet hulevesi-insinööri Juhani Järveläinen (rakennus- ja ympäristövalvonta), vesiensuojelupäällikkö Ismo Malin (rakennus- ja ympäristövalvonta), yleiskaava-arkkitehti Johanna Sääksniemi (kaupunkiympäristö) ja suunnitteluinsinööri Carita Uronen (kaupunkiympäristö). Hollolan kunnasta ohjausryhmässä olivat mukana vesihuoltopäällikkö Riikka Johansson ja projektipäällikkö Ari Rinkinen.

Lumen ja sulamisvesien laatu Suomessa ja merkitys ympäristökuormituksessa

Suomessa taajama-alueiden hydrologiaa on tutkittu kattavasti jo 1970-luvulla, jolloin todettiin, että erityisesti tiiviisti rakennettujen keskusta-alueiden hulevesien heikko laatu edellyttää huomiota. Kesti kuitenkin 2000-luvulle asti, ennen kuin laajamittaisen tutkimustiedon kerääminen käynnistyi Suomessa toden teolla^{1,2,3}. Näiden tutkimusten myötä käsitys hule- ja sulamisvesien heikentyneestä laadusta ja erilaisten maankäyttömuotojen kuormituspotentiaalista kirkastui entisestään.

Kylmän ilmaston alueilla lumi tarjoaa väliaikaisen veden ja haitta-aineiden varaston, jota tutkimalla voidaan parhaimmillaan saada kattavaa tietoa lähialueilla kulkeutuvista haitta-aineista ja niiden päästölähteistä. Rakennettujen alueiden lumi sisältää useita epäpuhtauksia liikenteen päästöistä, liukkaudentorjunta-aineista sekä laskeumana ilmakehästä. Epäpuhtaudet kertyvät lumeen talven aikana ja vapautuvat vaihteittain lumien sulassa. Erityisesti tiiviisti rakennetuilla alueilla sulamisvesien laatu voi olla heikompaa kuin kesäaikainen hulevesien laatu^{1,8}. Väljemmin rakennetuilla alueilla sulava puhdas lumi voi puolestaan laimentaa sulamisvesien pitoisuuksia⁵. Talven sääolosuhteista riippuen sulamisjakson aikana muodostuva valunta on kuitenkin yleensä niin suurta, että talviaikainen haitta-ainekuormitus on suurta alueen maankäytöstä riippumatta.

Lumen ja sulamisvesien hallinnan kehittämisellä on mahdollista vaikuttaa talviaikaisten hulevesien aiheuttamaan ympäristökuormitukseen. Liikennöidyillä alueilla epäpuhtaudet kertyvät erityisesti auraslumeen ja kadunvarsien lähialueelle. Tienvarsilumen laadun on havaittu olevan riippuvaista ajoneuvoliikenteen määrästä, mutta päästölähteet vaihtelevat kohteittain. Suomalaisten taajama- ja tiealueiden tutkimuksissa^{4,5,6} lumesta on havaittu muun muassa kiintoainetta, ravinteita, metalleja, PAH- ja PCP-yhdisteitä. Lisäksi lumesta on havaittu asfalttipäälysteistä ja tiemerkinämaaleista irronneita partikkeleita sekä paperi-, muovi- ja kumirosoa⁷.

Merkittävä lumen ja sulamisvesien laatuun vaikuttava tekijä on alueilla käytetyt liukkaudentorjunnan menetelmät. Lahdessa ja Hollolassa katujen talvihoito kuuluu kunnalle. Lahdessa ajoratojen liukkaudentorjunta hoidetaan pääasiassa formiaattipohjaisilla aineilla. Asuinkaduilla käytetään vain hiekkaa. Hollolassa kaikilla ajoradoilla ja muilla kulkuväylillä käytetään pääasiassa vain hiekoitusta. Molemmissa kunnissa sijaitsee myös Uudenmaan ELY-keskuksen hoitamia yleisiä teitä, joilla käytetään hiekoituksen lisäksi perinteistä tiesuolausta. Tiesuolaukseen liittyvä tyypillinen ongelma etenkin pohjavesialueilla on sulamisvesien mukana kulkeutuva kloridi, joka suotautuu helposti maaperässä pohjaveteen. Formiaattipohjaisia aineita pidetään ympäristöystävällisenä vaihtoehtona perinteiselle tiesuolaukselle. Formiaatit voivat kuitenkin kasvattaa pohjaveden tai vesistön hapenkulutusta. Talviaikainen hiekoitus lisää erityisesti lumen kiintoainepitoisuutta. Koska useat epäpuhtaudet sitoutuvat kiintoaineeseen ja kulkeutuvat sen

¹ Sillanpää, N., 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality. Doctoral dissertation. Espoo: Aalto University.

² Valtanen, M., 2015. Effects of urbanization on seasonal runoff generation and pollutant transport under cold climate. Doctoral dissertation. Helsinki: University of Helsinki.

³ Taka, M., 2017. Key drivers of stream water quality along an urban-rural transition - a watershed-scale perspective. Doctoral dissertation. Helsinki: University of Helsinki.

⁴ Hautala, E.-L., Rekilä, R., Tarhanen, J. & Ruuskanen, J., 1995. Deposition of motor vehicle emissions and winter maintenance along roadside assessed by snow analyses. *Environmental Pollution*, 87: 45-49.

⁵ Sillanpää, N. & Koivusalo, H., 2013. Catchment-scale evaluation of pollution potential of urban snow at two residential catchments in southern Finland. *Water Science & Technology*, 68(10): 2164-2170.

⁶ Kuoppamäki, K., Setälä, H., Rantalainen, A.-L. & Kotze, D. J., 2014. Urban snow indicates pollution originating from road traffic. *Environmental Pollution*, 195: 56-63.

⁷ Pikkarainen, K., 2017. Puhdas kuin lumi? Lumi mikromuovien ja muun roskan reittinä kaupunkialueelta mereen. Pro Gradu -tutkielma. Helsinki: Helsingin yliopisto.

mukana ympäristöön, on kiintoaineen määrää pidetty perinteisesti tärkeimpänä hulevesien laadua kuvaavana haitta-aineena. Sinänsä paikkansapitävää oletusta haastaa kuitenkin tuorempi tutkimustieto, joka viittaa ainakin joidenkin metallien osalta, kuten sinkin ja kuparin, että metalleista voi ainakin ajoittain suurikin osa kulkeutua hulevesissä kloridin tavoin liukoisessa muodossa^{8,9}.

Lumen ja sulamisvesien hallinta kotimaisessa hulevesiohjeistuksessa

Suomessa ei ole yleisiä ohjeita siitä, miten kuntien tulee käsitellä lunta ympäristönäkökohdat huomioiden. Lumenvastaanottopaikat mahdollistavat lumen laadusta aiheutuvien haittavaikutuksien vähentämisen keskittämällä sulamisvedet rajatulle alueelle, jolloin sulamisvesien laadullinen hallinta voidaan järjestää ennen niiden eteenpäin johtamista. Kaikkien lumien kerääminen kaupunkialueelta ei ole mahdollista ja siitä koituisi lumen kuljetukseen liittyviä päästöjä ja merkittäviä kuluja kunnille. Tunnistamalla 'likaisimmat' alueet, voidaan kohdistaa laadullisen hallinnan toimet näille alueille tai kuljettaa lumi näiltä alueilta muualle puhdistettavaksi.

Suomessa Kuntaliiton vuonna 2012 julkaisema Hulevesiopas¹⁰ on viimeisin kansallisella tasolla julkaistu hulevesien hallintaa koskeva opas, joka käsittelee monipuolisesti hulevesien hallintaan liittyviä aihepiirejä. Oppaan päivittäminen on ollut pitkään ajankohtaista, sillä tiedon ja kokemuksen lisääntyessä oppaan sisältö ei enää täysin vastaa nykypäivän suunnittelutarpeita tai laajuudeltaan ulkomaisia vastaavia oppaita kylmän ilmaston alueella^{11,12}. Hulevesioppaasta löytyy kuitenkin jonkin verran tietoa talviolosuhteiden merkityksestä seuraavista näkökulmista:

- talvi-ilmaston vaikutus sadantaan, valuntaan ja kiintoainekuormitukseen liikenteen vaikutus huomioiden
- hulevesien laadun ja ainehuuhtouman vaihtelu sulannan eri vaiheissa
- rakenteiden suunnittelussa huomioitavia tekijöitä talviaikaisen toimintavarmuuden takaamiseksi erityisesti jäätymisen ja imeytyksen näkökulmasta.

Varsinaista lumien säilytystä oppaassa on käsitelty varsin lyhyesti eikä aihepiiriä ole käsitelty esimerkiksi maankäytön suunnittelun näkökulmasta. Lumen laatuun liittyviä haasteita on kuitenkin lyhyesti käyty läpi pohjavesialueilla tapahtuvan hulevesien hallinnan näkökulmasta. Oppaassa ehdotetaan imeyttämistä puhtaan lumen hallintaan. Puolestaan likaantuneen lumen, erityisesti lumenkaatopaikkojen, sijoittamista pohjavesialueelle suositellaan välttämään ja sulamisvesien käsittelyyn ehdotetaan joitakin menetelmävaihtoehtoja, kuten esikäsittelyn (hiekan- ja öljynerotin) jälkeistä biopidätystä tai pohjavesisuojausta yhdistettynä hulevesien poistojohtamiseen. Erilaisten liukkaudentorjunnan menetelmien valintaa ei oppaassa ole käsitelty – perinteinen tiesuola (natriumkloridi) mainitaan tunnettuna riskinä pohjavesialueilla, jolle kaliumformiaatti mainittiin lupaavana mutta oppaan julkaisuajankohtana vielä varsin uutena vaihtoehtona. Ympäristöministeriön ja Kuntaliiton yhteistyönä toteutettu selvitys taajama-alueiden hulevesien laadusta¹³ täydentää Kuntaliiton Hulevesiopasta. Selvityksessä on osio myös talviolosuhteiden vaikutuksesta hulevesien laatuun ja laadun vuodenaikaisvaihtelusta.

⁸ Valtanen, M., Sillanpää, N. & Setälä, H., 2014. The effects of urbanization on runoff pollutant concentrations, loadings and their seasonal patterns under cold climate. *Water, Air, and Soil Pollution*, 225: 1977.

⁹ Taka, M., Kokkonen, T., Kuoppamäki, K., Niemi, T., Sillanpää, N., Valtanen, M., Warsta, L. & Setälä, H., 2017. Spatio-temporal patterns of major ions in urban stormwater under cold climate. *Hydrological Processes*, 31: 1564-1577.

¹⁰ Kuntaliitto, 2012. Hulevesiopas. Saatavilla: <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas>

¹¹ Minnesota stormwater manual. Saatavilla: <https://stormwater.pca.state.mn.us/>

¹² Caraco, D., Claytor, R. 1997. Stormwater BMP Design Supplement for Cold Climates. Center for Watershed Protection, Ellicott City, MD.

¹³ Kuntaliitto ja Ympäristöministeriö, 2023. Selvitys hulevesien laadusta. Saatavilla: <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2023/2220-selvitys-hulevesien-laadusta>

Lumen ja sulamisvesien hallinnan esimerkkejä kansainvälisessä kirjallisuudessa

Erityisesti lumenhallinnan näkökulmasta kehitettyjä ohjeistuksia löytyy tutkimuskirjallisuudesta vähänlaisesti, vaikka tutkimusta Yhdysvalloissa ja Ruotsissa on kaupunkiympäristöstä olemassa jo 30 vuoden ajalta. Lumeen ja sulamisvesiin liittyvien julkaisujen rinnalla eniten lähtöaineistoa sulamisvesiin liittyen löytyy esimerkiksi ulkomaisista hulevesien hallinnan suunnittelun ohjeista, joissa sadetapahtumien hallinnan lisäksi ohjeita on täydennetty kylmän ilmaston olosuhteiden huomioimiseen liittyvillä huomioilla tai liitteillä. Tätä selvitystä varten kartoituissa esimerkeissä lumen hallintaa on kuvattu eri näkökulmista perustuen lumen likaisuuden ja ympäröivän maankäytön luokitteluun sekä hallinnan tavoitteiden painotukseen.

Reinosdotter ja Viklander¹⁴ kehittivät kaupunkilumen hoitosuosituksia perustuen alueen liikennemäärään (Taulukko 1). Yksinomaan liikennemäärään perustuvaa luokitusta voidaan perustella sillä, että kaupunkilumen likaantumistasetta on pystytty esimerkiksi ruotsalaisissa tutkimuksissa selittämään katualueen liikennemäärällä. Luokittelussa liikennemäärän ollessa alle 5000 ajoneuvoa päivässä lumen laatu oletetaan niin puhtaaksi, ettei lumi edellytä erityistä laadun hallintaa, vaan lumen voidaan antaa sulaa paikallaan tai jopa kaataa vesistöön. Toisaalta yli 10 000 ajoneuvon vuorokausiliikenne edellyttää lumien keräämistä varastointipaikkaan, josta hulevedet eivät voi suoraan päätyä viemäriin tai vesistöön.

Taulukko 1. Liikennemäärään perustuva kaupunkilumen hoitosuositus (muokattu lähteestä Reinosdotter, 2007¹⁵).

Ehdotus kaupunkilumen hoitosuosituksista liikennemäärän mukaan				
Keksimääräinen päivittäinen liikennemäärä	< 5000	5000–10 000	10 000–20 000	>20 000
Hoitosuositus	Ei edellytetä hallintatoimia. Voi sulaa kertymispaikallaan tai lumenvarastointipaikalla. Joissakin tapauksissa voidaan loppusijoittaa vesistöön	Lumi varastoidaan maalla, joko paikallisesti tai vastaanottopaikalla	Lumi kerättävä ja varastoitava paikkaan, josta sulamisvesi ei päädy suoraan hv-viemäriin tai vesistöön	Lumi kerättävä ja varastoitava paikkaan, jossa sulamisvedet voidaan laadullisesti käsitellä
Kommentit	Sopii asuinalueiden ja keskusalueiden lumille	Sopii asuinalueiden ja keskusalueiden lumille	Jos käytetään imeytystä, on otettava huomioon maaperä ja pohjavedenpinnan korkeusasema.	Laadullista käsittelymenetelmää mietittäessä tulee ottaa huomioon purkuvesistön herkkyys.

¹⁴ Reinosdotter & Viklander, 2006. Handling of urban snow with regard to snow quality. Journal of Environmental Engineering.

¹⁵ Reinosdotter, K., 2007. Doctoral thesis on Sustainable snow handling, Luleå University of Technology.

Lumen ja sulamisvesien hallinnan kehittäminen ei välttämättä edellytä lumen laadun luokitte-
lua, vaan lumeen liittyviä lumeen ja talviolosuhteisiin liittyviä hallinnan keinoja voidaan ohjeis-
taa päästölähteiden ja sulamisvesien kulkeutumisen näkökulmasta yleisellä tasolla. Esimer-
kiksi Obertsin¹⁶ artikkelissa lumen hallintaa ei perustella liikennemäärän tai lumen likaisuuden
perusteella, vaan hallinnassa keskitytään ehkäisemään haitta-aineiden päätymistä lumeen tai
sulamisvesiin (Taulukko 2). Periaatteena on käyttää liukkaudentorjunnassa, katujen ja muiden
alueiden talvikunnossapidossa ja lumen varastoinnissa menetelmiä, joista ei aiheudu laatu-
haittaa ympäristölle. Lähestymistavan hyvänä puolena on se, ettei resursseja tarvitse käyttää
epävarmaan lumen laadun luokitteluun varsinkaan, kun laatuluokitukset voivat vaihdella
pienelläkin alueella merkittävästi paikallisten olosuhteiden mukaan.

*Taulukko 2. Kaupunkilumien hallinnan suositukset perustuen talvikunnossapidokäytänteisiin ja sula-
misvesien kulkeutumiseen (muokattu lähteestä Oberts¹⁶).*

Lumen ja sulamisvesien hallinnan toimenpiteitä vesistöjen suojelemiseksi
Liukkaudentorjuntakemikaalien käyttö - Käytä vaihtoehtoisia liukkaudentorjuntakemikaaleja, kuten kalsiumkloridi ja kalsiummagne- siumasettaatti (CMA) ”Suolattomien” alueiden määrittäminen tärkeiden purojen, kosteikkojen ja luonnonvara-aluei- den läheisillä tiealueilla - Liukkaudentorjunta-aineiden käyttömäärien vähentäminen kuljettajien/urakoitsijoiden koulu- tuksilla, laitteistojen kalibroinnilla ja kalibroimalla laitteet ja harkitulla/säästäväisellä levytyksellä - Kerääntyneen suolan ja hiekoitushiekan poisto mahdollisimman pian pintojen sulamisen jäl- keen
Liukkaudentorjunta-aineiden varastointi - Varastointi suojatulla alueella, vettä läpäisemättömällä pinnalla - Varastointi vähintään 30 metrin etäisyydellä avouomista/puroista ja tulva-alueista - Ohjaa varastoalueen sisäinen valunta erilliseen keräysjärjestelmään ja ohjaa ulkopuoliset vir- taukset varastoalueen ohi
Lumen läjitys alueille, joille se voi imeytyä - Lumi varastoidaan tasaisille alueille vähintään 30 metrin päähän purosta tai tulva-alueesta - Suolaa kestävä maanpeitekasvillisuuden käyttö lumen vastaanottopaikoilla/läjitysalueilla - Läjitys- ja varastoalueiden puhdistaminen kiintoaineesta ja roskista joka kevät - Valitse alueet, joilla on jonkin verran maaperän suodatuskykyä
Lumen auraaminen/linkoaminen teiden reuna-alueilta vettä läpäiseville alueille
Vuodenaikojen huomioiminen hulevesialtaiden operoinnissa
Sulamisvesien tasainen valuttaminen kasvillisuusalueille rakenteellisin keinoin
Tehostettu katujen puhdistus aikaisin keväällä kiintoaineen poistamiseksi katu- ja tiepinnalta

¹⁶ Oberts, G., 1994. Influence of Snowmelt Dynamics on Stormwater Runoff Quality. Watershed Protection Tech-
niques, 1(2): 55-61.

Aiempiin esimerkkeihin verrattuna varsin monimutkaisen sulamisvesien hallintasuosituksen ovat esittäneet Gougeon *et al.*¹⁷. Julkaisussa tutkittiin biosuodatusrakenteiden hyödyntämistä lumen sulamisvesien laadunhallinnassa mallintamisen keinoin. Tutkimuksessa pyrittiin tunnistamaan mallintamisen avulla kohteet, joissa biosuodatus olisi toimiva ratkaisu sulamisvesien käsittelylle. Suosituksissa huomioitiin hulevesien hallinnalle asetetut tavoitteet, alueen maankäyttömuoto, sekä vaikutukset eri haitta-aineisiin. Yhtenä tutkimuksen johtopäätelmänä muun muassa todettiin, että biosuodatusrakenne soveltui parhaiten teollisuuden katu- ja pysäköinti-alueilla, lumen varastointialueilla sekä katualueille, joille lunta aurattiin. Julkaisussa esitetty analyysi ei sellaisenaan olisi kattava tai käytännönläheinen lähtökohta lumenhallinnan ohjeistuksen kehittämiseksi. Esimerkkinä se on kuitenkin mielenkiintoinen, sillä aikaisemmasta kahdesta muusta esimerkistä poiketen sulamisvesien hallintaa tarkastellaan maankäytön ja hulevesien (rakenteellisen) hallinnan suunnittelun näkökulmista.

Lumen ja sulamisvesien laatukriteerit

Haitta-aineiden pitoisuuksien haitallisuuden tai hallinnan tarpeen arviointi edellyttää, että arvioinnin tueksi on olemassa luotettavia ohjearvoja. Suomessa ei ole vielä asetettu kansallisella tasolla ohjearvoja hulevesien laadulle. Suomen lisäksi lumen haitta-ainepitoisuuksille ei ole olemassa laatukriteerejä kansainvälisestikään. Pitoisuuksien suuruusluokkaa voidaan kuitenkin arvioida esimerkiksi hulevesien laatukriteerien avulla, joita maantieteellisesti lähimmät löytyvät Ruotsista.

Tässä tutkimuksessa lumen ja sulamisvesien laadun tulkinnessa käytettiin vertailuarvoina Ruotsista Göteborgin kaupungin¹⁸ hulevesien pitoisuusohjearvoja sekä Sainion¹⁹ ehdottamia hulevesien ohjearvoja teollisuusalueiden hulevesien laadulle (Taulukko 3). Göteborgissa haitta-aineiden ohjearvot ovat kokonaispitoisuuksia ja koskevat kaikkia hulevesiä, jotka johdetaan ympäristöön tai jätevedenpuhdistamoille. Sainion määrittelemät ohjearvot on tarkoitettu teollisuuslaitoksilta johdettavien hulevesien akuuttien ympäristövaikutusten arvioimiseen. Ohjearvot perustuvat erilaisten vedenlaatu normien vertailuun, jossa mukana on ollut niin pintavesien laadulle tarkoitettuja ympäristönormeja kuin kansainvälisistä lähteistä löydettyjä hulevesille tarkoitettuja ohjearvoja esimerkiksi Yhdysvalloista ja Ruotsista.

¹⁷ Gougeon, G., Bouattoura, O., Formankova, E., St-Laurent, J., Doucet, S., Dorner, S., Lacroix, S., Kuller, M., Dagenais, D., Bichai, F. 2023. Impact of bioretention cells in cities with a cold climate: modeling snow management based on a case study. *Blue-Green Systems*, 5(1): 1. doi: 10.2166/bgs.2023.032

¹⁸ Göteborgs Stad, miljöförvaltningen 2020. Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattnet och recipient.

¹⁹ Sainio, J., 2023. Pienvesiin päästettävien hulevesien haitta-aineet ja laadun tarkkailu ympäristöluovallisuuden laittoksilla. Diplomityö, Aalto-yliopisto. Saatavilla: <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/122746>

Taulukko 3. Hulevesien laaturiskejä kuvaavat ohjearvot^{18,19}. Göteborgin kaupungin ohjearvot typelle ja fosforille tulee tulkita tapauskohtaisesti.

Ohjearvovertailu hulevesien haitta-aineille esitetyistä kynnysarvoista			
		Göteborg (2020)	Sainio (2023)
TOC	mg/l	12	
kiintoaine	mg/l	25	
pH		6,5 - 9	
typpi	µg/l	1250	
fosfori	µg/l	50	
arseeni	µg/l	16	
elohopea	µg/l	0,07	0,07
kromi	µg/l	7	25
kadmium	µg/l	0,9	0,45
kupari	µg/l	10	40
lyijy	µg/l	28	14
nikkeli	µg/l	68	34
sinkki	µg/l	30	150
öljyhiilivedyt	µg/l	100 - 1000*	
antraseeni	µg/l		0,1
fluoranteeni	µg/l		0,12
naftaleeni	µg/l		130
bentso(a)pyreeni	µg/l	0,27**	0,27
bentso(b)fluoranteeni	µg/l		0,017
bentso(g,h,i)peryleeni	µg/l		$8,2 \cdot 10^{-3}$
bentso(k)fluoranteeni	µg/l		0,017
bentseeni	µg/l	50	

* 100 µg/l lähellä raakavedenottoaikkaa, 500 µg/l Götajoen vesiensuojelualueella, muulloin 1000 µg/l

** bentso(a)pyreeniä käytetään yleisenä indikaattorina PAH-aineille

Sainion työssä hulevesien laadun tarkkailuun ei esitetty öljyhiilivedyille soveltuvaa ohjearvoa, sillä öljyhiilivedyille ei ollut olemassa ekologisesta näkökulmasta ympäristön pilaantumisen riskin aiheuttavaa pitoisuutta (Taulukko 3). Tyypillisesti Suomessa hulevesitarkkailussa noudatettu tavoitepitoisuus on ollut 5 mg/l, mikä perustuu käytännössä käytettävissä olevien perinteisten öljynerottimien erottelukykyyneen eikä varsinaiseen pitoisuuden aiheuttamaan riskiin vesiympäristössä. Göteborgissa on tästä huolimatta asetettu ohjearvo myös hiilivedyille, joka on tyypillisessä tilanteessa selvästi käyttökelpoiseen tekniikkaan perustuvaa ohjearvoa tiukempi, 1 mg/l. Herkkien vesistöjen läheisyydessä voidaan noudattaa vielä tiukempia ohjearvoja. Samoin ravinteiden pitoisuuksien tulkinnassa pyydetään ottamaan huomioon vastaanottavan vesistön ominaisuudet.

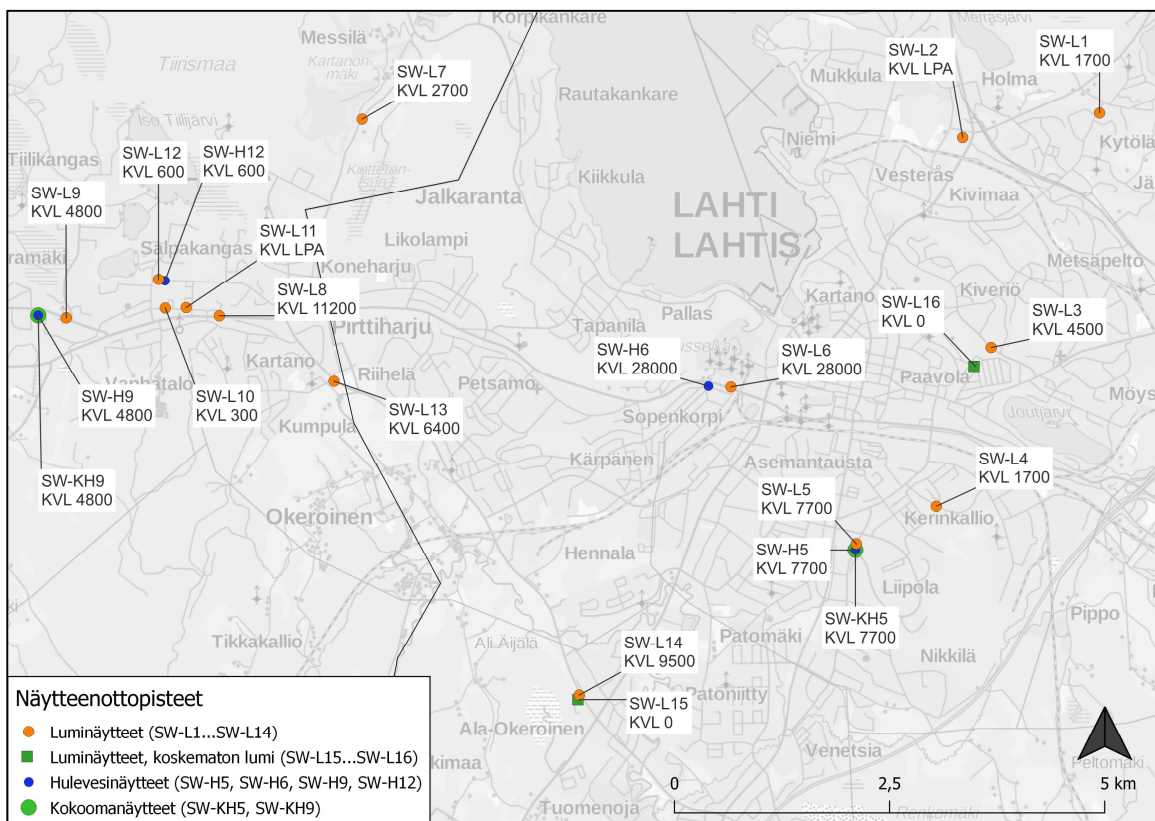
2 Tutkimussuunnitelman sisältö ja toteutus

Lumeen liittyvien laaturiskien arvioimiseksi tutkimusta varten suunniteltiin näytteenottokampanja lumen ja sulamisvesien laadusta. Näytteenotto toteutettiin sulamiskaudella maaliskuussa 2023.

Tutkimuskohteiden valinta ja ominaisuudet

Työn tavoitteisiin soveltuvat tutkimuspisteet kartoitettiin tilaajan antamilla paikkatiedoilla sekä paikkatietoanalyysin avulla. Tavoitteena oli valita joukko tutkimuspisteitä, jotka edustavat erilaisia kaupungin lumi ympäristöjä. Kirjallisuustarkastelun pohjalta paikkatietoanalyysin olennaisiin aineistoihin kuuluivat teiden ja katujen liikennemäärät, maankäyttö sekä liukkaudenestokäytänteet. Aineistojen perusteella valittiin useita ominaisuuksiltaan toisiaan täydentäviä mahdollisia tutkimuskohteita, joista näytteenoton käytännön toteutettavuus vaikutti lopullisten tutkimuspisteiden valintaan.

Karttaesitys tutkimukseen valikoituneiden tutkimuspisteiden sijainneista on esitetty Kuvassa 1. Taulukko 4 sisältää tiivistetysti tutkimuspisteiden pääominaisuudet. Kokonaisuudessaan tutkimuskohteet käsittivät 16 lumen laadun tutkimuspistettä sekä neljä sulamisveden tutkimuspistettä.



Kuva 1. Kartta tutkimuspisteistä (lumi- ja sulamisvesi) Lahdessa ja Hollolassa. Tutkimuspisteiden tarkemmat ominaisuudet on esitetty Taulukossa 4.

Taulukko 4. Tutkimuspisteiden ominaispiirteet.

Sijainti	Tutkimuspiste, katu	Lumikertymän tyyppi	Maankäyttö	Liikennemäärä (KVL)	Liukkaudentorjunta
Lahden kaupunki	SW-L1 Heinlammintie	Aurauspenkka bussipysäkin vieressä	alueellinen kokoojakatu, pientaloalue	1700	Formiaatti
	SW-L2 Prisma Holma	Aurauskasa parkkipaikalla	pysäköintialue	LPA	Yksityinen hiekoitus
	SW-L3 Hirsimetsäntie	Aurauspenkka, ei leikattu	alueellinen kokoojakatu, metsäinen	4500	Formiaatti
	SW-L4 Kerinkallionkatu	Aurauspenkka risteyksessä	paikallinen kokoojakatu, kerrostaloalue	1700	Formiaatti
	SW-L5 Ajokatu	Aurauspenkka bussipysäkin vieressä	alueellinen kokoojakatu, kaupunkialue	7700	Formiaatti
	SW-L6 Hämeenlinnantie	Aurauspenkka bussipysäkin vieressä	yhdystie, kaupunkialue	28000	Formiaatti
	SW-L14 Ala-Okeroistentie	Aurauspenkka risteyksessä	seututie, esikaupunkialue	9500	ELY hiekoitus
	SW-L15 Ala-Okeroistentie (koskematon lumi 1)	Koskematon lumi metsäalueella	viheralue	0	-
	SW-L16 Huvilakatu (koskematon lumi 2)	Koskematon lumi piha-alueella	pientaloalue	0	-
Hollolan kunta	SW-L7 Messiläntie	Aurauspenkka ajoradan vieressä	alueellinen kokoojakatu, maaseutu metsäinen	2700	ELY hiekoitus, suolausta vähennetty
	SW-L8 Hämeenlinnantie	Aurauspenkka bussipysäkin vieressä	yhdystie, kaupunkialue	11200	Suolaus
	SW-L9 Soramäentie	Aurauspenkka bussipysäkin vieressä	alueellinen kokoojakatu, kaupunkialue	4800	ELY hiekoitus, suolausta vähennetty
	SW-L10 Keskuskatu	Aurauspenkka ajoradan ja kevyenliikenteen väylän välissä	paikallinen kokoojakatu, keskustakortteli	300	Hiekoitus
	SW-L11 Prisma Hollola	Aurauskasa parkkipaikan reunassa	pysäköintialue	LPA	Hiekoitus
	SW-L12 Terveystie	Aurauspenkka ajoradan ja kevyenliikenteen väylän välissä	paikallinen kokoojakatu, keskustakortteli	600	Hiekoitus
	SW-L13 Ala-Okeroistentie	Aurauspenkka bussipysäkin vieressä	seututie, esikaupunkialue	6400	Hiekoitus

Näytteenotto ja kenttämittaukset

Luminäytteet otettiin 22.3.2023 siten, että lumipenkan koko syvyys oli edustettuna näytteessä. Ennen näytteenottoa tutkimuspisteen lumen tiheys määritettiin lumipuntarilla mittaamalla lumen tilavuus ja paino. Lumipuntari on ohutseinäinen teräsputki, joka on helppo painaa lumipenkkaan sitä häiritsemättä (Kuva 2). Putken pituus ja sisähalkaisija tiedetään ja näiden avulla lumipuntarin sisältämän lumen tilavuus voidaan määrittää. Kädensijat putken yläpäässä helpottavat puntarin käsittelyä. Luminäytteet kerättiin näytepistekohtaisesti omiin astioihinsa ja näytteenottovälineet puhdistettiin jokaisen näytteenoton jälkeen. Luminäytteiden annettiin sulaa huoneenlämmössä, jonka jälkeen sulanut vesi siirrettiin laboratorion näyteastioihin ja toimitettiin analysoitavaksi 23.3.2023 (Kuva 3).



Kuva 2. Hirsimetsäntien aurattua tienvarsilunta (vas.) ja koskematon lumialue Ala-Okerointientien läheisyydessä sekä lumipuntari (oik.). (Kuvat Onni Varjos/Sitowise)



Kuva 3. Sulatetut luminäytteet Kuvan 2 kohteista, Hirsimetsäntieltä (vas.) sekä koskemattomasta lumesta (oik.). (Kuvat Onni Varjos/Sitowise)

Sulamisvesien laadusta kerättiin kertaanäytteet hulevesiviemäristä neljästä tutkimuspisteestä 13.4.2023. Hulevesinäytteiden ottoon käytettiin kertakäyttöistä näytteenotinta, josta vesinäyte siirrettiin laboratorion näyteastioihin. Vesinäytteet toimitettiin analysoitavaksi saman päivän aikana.

Vesinäytteenoton yhteydessä hulevesiviemäriin asennettiin passiivikeräimet laboratorion ohjeiden mukaisesti hulevesikaivojen poistoputkiin. Keräimien tila tarkistettiin viikon välein. Passiivikeräimet olivat paikoillaan kahdessa eri pisteessä (Ajokatu Lahdessa ja Soramäentie Hollolassa) yhteensä kolme viikkoa huhti-toukokuussa 2023, jonka jälkeen näytteet toimitettiin analysoitavaksi. Kahdessa kohteessa (Terveystie Hollolassa ja Hämeenlinnantie Lahden puolella) passiivikeräimet eivät valmistuneet tutkimusjakson aikana hyvästä virtaamasta huolimatta, jolloin näistä kohteista passiivikeräinnäytteitä ei saatu analysoitua.

Laboratorioanalyysit lumesta ja hulevedestä

Lumesta sulatetuista vesinäytteistä ja hulevesikaivoista kerätyistä kertaanäytteistä analysoitiin kaikista tutkimuspisteistä seuraavat laatuparametrit:

- sähkönjohtavuus
- pH
- kiintoaine
- orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC)
- happipitoisuus, liuennut happi (vain hulevesikaivojen kertaanäytteistä)
- metallit kokonaispitoisuus ja liukoinen pitoisuus (Sb, As, Hg, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, V)

- kokonaisfosfori
- fosfaattifosfori
- kokonaistyyppi
- nitraatti
- kloridi
- PAH-yhdisteet (EPA 16 yhdisteet)

Tämän lisäksi osassa tutkimuspisteistä luminäytteille tehtiin seuraavat analyysit:

- öljyhiilivetyjakeet C₁₀-C₄₀
- E. coli
- suolistoperäiset enterokokit

Kertänäytteet analysoitiin akkreditoidussa Eurofins Environment Testing Finland Oy:n laboratoriossa Lahdessa. Hulevesiviemäreiden passiivikeräiminä käytettiin Eurofinsin SorbiCell-keräimiä. Keräimellä saadaan aikapainotteinen keskiarvopitoisuus vedessä. Toteutuneet passiivikeräinten analyysiajat olivat 4-5 viikkoa sisältäen keräinten toimitusajan Suomen laboratorion Tanskan laboratorioon.

Tutkimuksissa käytettiin CAN- ja VOC-keräimiä. Keräimen suodattimen huokoisuus on 100 µm. Jos yhdisteitä on adsorboituneena tätä pienempiin kolloideihin, ne ovat mukana näytteessä. Yleisesti ottaen tuloksien voidaan olettaa edustavan tutkittavien laatuindikaattoreiden liukoisia pitoisuuksia. Passiivikeräimistä tehtiin seuraavat analyysit:

- CAN-keräin: metallit (Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn)
- CAN-keräin: nitriitti, nitraatti, fosfaatti, ammoniumtyyppi, sulfaatti
- VOC-keräin: öljyt C₆-C₄₀
- VOC-keräin: PAH-yhdisteet

Tutkimusjakson sääolot ja tutkimukseen toteutukseen vaikuttaneet tekijät

Ilmatieteen laitoksen²⁰ mukaan talvi 2022-2023 oli hieman keskimääräistä lämpimämpi ja myös sateisempi vertailukauden 1991-2020 arvoihin verrattuna. Talvijakson keskilämpötila oli Lahdessa -3,3 °C ja sademäärä 161,8 mm, kun vastaavat pitkäaikaiset keskiarvot vertailukaudella olivat -4,9 °C ja 135 mm.

Tutkimusjakson aikana, maaliskuu, huhti- ja toukokuu 2023, oli sääolosuhteilta hyvin vaihtelevaa. Lämpötilat olivat usein nollan yläpuolella, mutta tienvarsilla oli vielä lumipenikkoja, joista näytteenotto tehtiin. Luminäytteenoton tulokset eivät tällöin edusta koko talven aikaista kertymistä. Hulevesinäytteenotto viivästyi hieman sään muuttuessa kevään aikana kylmemmäksi, jolloin passiivikeräimiä ei voitu asentaa suunnitellun aikataulun mukaisesti.

Passiivikeräimillä näytteenotto sujui suunnitellusti Ajokadulla ja Soramäentiellä, kun taas Terveystiellä ja Hämeenlinnantiellä näytteenotossa oli ongelmia. Selkeää syytä passiivikeräimien näytteenotto-ongelmiin on vaikea osoittaa, mutta ainakin keräimen tyyppi saattoi osaltaan vaikuttaa näytteenottojen onnistumiseen.

²⁰ Sademäärä- ja lumitiedot saatavilla: <http://ilmatieteenlaitos.fi/kuukausitilastot>

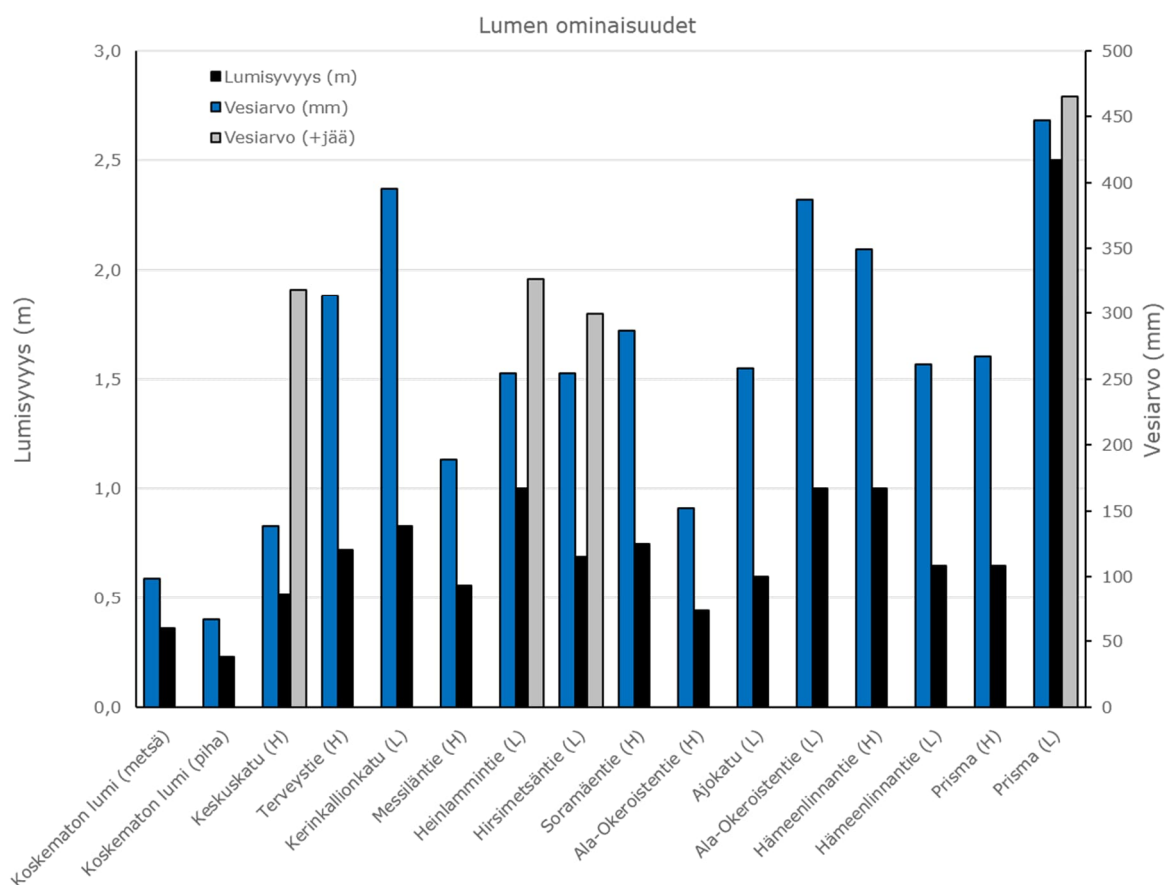
3 Tutkimustulokset ja niiden tarkastelu

Tutkimustuloksien yhteenvetotaulukot on esitetty liitteissä 1, 2 ja 4. Laboratorion analyysitulokset on koottu liitteeseen 3.

Lumen ominaisuudet ja laatu

Lumen määrä, tiheys ja vesiarvo

Lumisyyvyys eri tutkimuspisteissä vaihteli melko paljon koskemattoman lumen noin 0,3 metristä Lahdessa kauppakeskuksen pysäköintialueen noin 2,5 metrin syvyyseen auraslumikasaan (Kuva 4). Lumen määrään vaikutti koskemattomilla alueilla talven aikana tapahtunut sulanta ja liikennöidyillä alueilla vaihtelu lumen aurauksessa ja poiskuljetuksesta. Katualueilla auratun lumen ominaisuudet edustivat aikaisemman suomalaisen taajamalumitutkimuksen maksimitasoa¹, jonka perusteella tutkimusaineiston voi todeta vastaavan melko hyvin lumijakson loppuolosuhteita, vaikka sulamisjaksoja oli talvella esiintynyt jo ennen luminäytteenoton käynnistymistä. Koskemattoman lumen syvyys oli keskimäärin 0,30 m ($\pm 0,09$ m), tiheys 283 kg/m³ (± 12 kg/m³) ja vesiarvo 83 mm (± 22 mm). Auratun lumen vesiarvo (305 ± 81 mm) oli keskimäärin lähes nelinkertainen koskemattomaan lumeen verrattuna johtuen auratun lumen suuremmasta syvyydestä ($0,68 \pm 0,20$ m) sekä tiheydestä (416 ± 54 kg/m³).

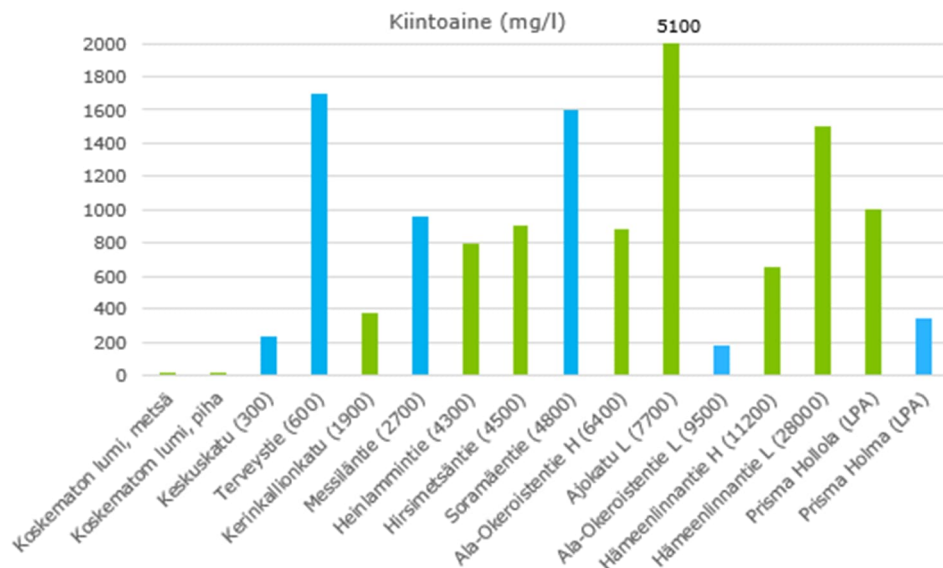


Kuva 4. Auratun ja koskemattoman lumen syvyys, tiheys ja vesiarvo eri tutkimuspisteissä.

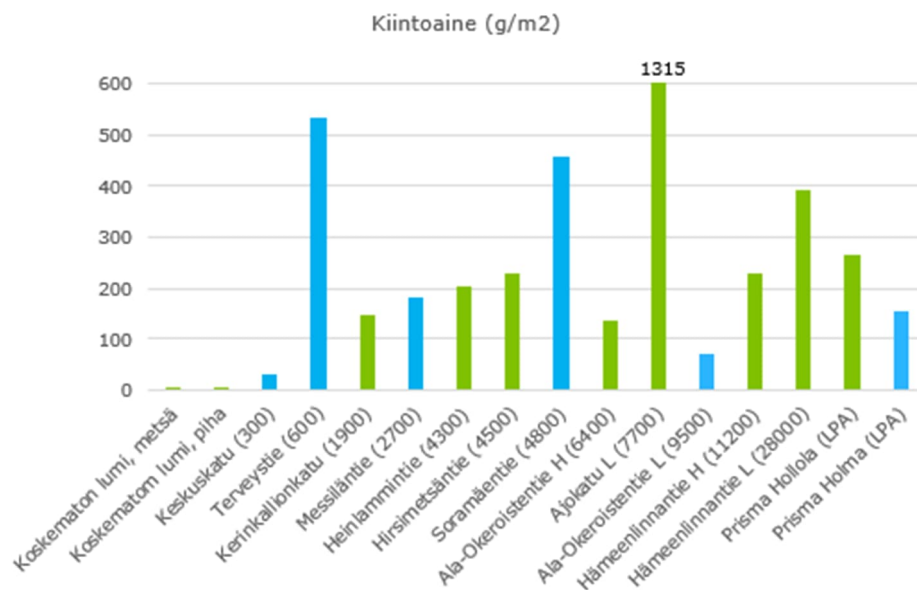
Kiintoaine

Kiintoaineen pitoisuudet vaihtelivat suuresti eri kohteissa. Koskemattoman lumen kiintoainepitoisuudet olivat < 20 mg/l ja muissa kohteissa noin 200 - 5000 mg/l. Useimmissa katukohdeissa kiintoainepitoisuudet olivat vähintään 800 mg/l. Huomattavan paljon kiintoainetta oli Ajokadun näytteessä, jossa pitoisuus oli 5100 mg/l. Lahdessa yli 1400 mg/l kiintoainepitoisuuksia oli Ajokadun lisäksi Hämeenlinnantiellä ja Hollolassa Soramäentiellä ja Terveystiellä (Kuva 5).

Korkeimmat kiintoainepitoisuudet olivat kohteissa, joissa liukkaudentorjunta perustuu pääosin tai yksinomaan hiekoitukseen tai liikennemäärät olivat yli 4000 KVL. Yksikkökuormituksessa, kiintoainesta pinta-alaa kohden (g/m²), ei myöskään ollut osoitettavissa täysin selvää korrelaatiota liikennemäärän suhteen (Kuva 6).



Kuva 5. Kiintoainepitoisuus [mg/l]. Sinisellä on esitetty kadut, joilla liukkaudentorjunnassa käytetään kokonaan tai pääosin hiekoitusta.



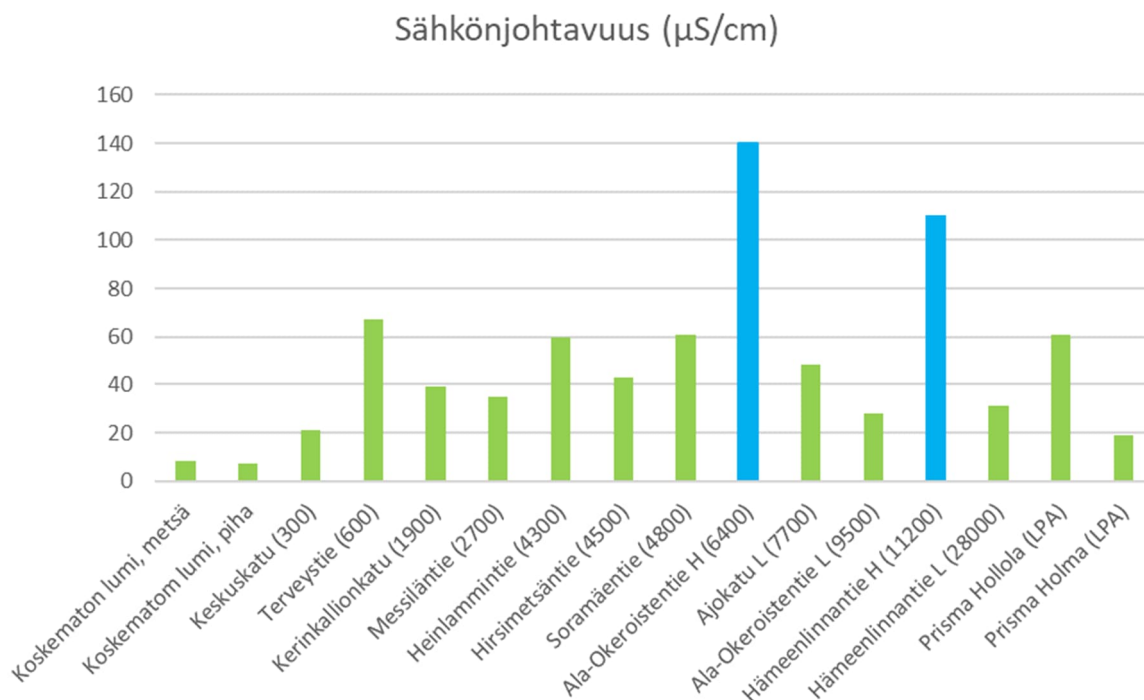
Kuva 6. Kiintoaineen yksikkökuormitus [g/m²]. Sinisellä on esitetty kadut, joilla liukkaudentorjunnassa käytetään kokonaan tai pääosin hiekoitusta.

Lumen sähkönjohtavuus ja kloridipitoisuus

Sähkönjohtavuus oli korkea ($> 100 \mu\text{S}/\text{cm}$) Hollolassa Hämeenlinnantielle ja Ala-Okeroistentielle, muutoin arvot olivat noin $50 \mu\text{S}/\text{cm}$ (Kuva 7). Koskemattoman lumen arvot olivat $< 10 \mu\text{S}/\text{cm}$. Kloridipitoisuudet olivat myös korkeimmat samoissa pisteissä kuin sähkönjohtavuuskin ja lisäksi koholla Terveystielle ja Soramäentielle ($11 \text{ mg}/\text{l}$) (Kuva 8). Yleisesti kloridia oli alle $35 \text{ mg}/\text{l}$ kaikissa luminäytteissä.

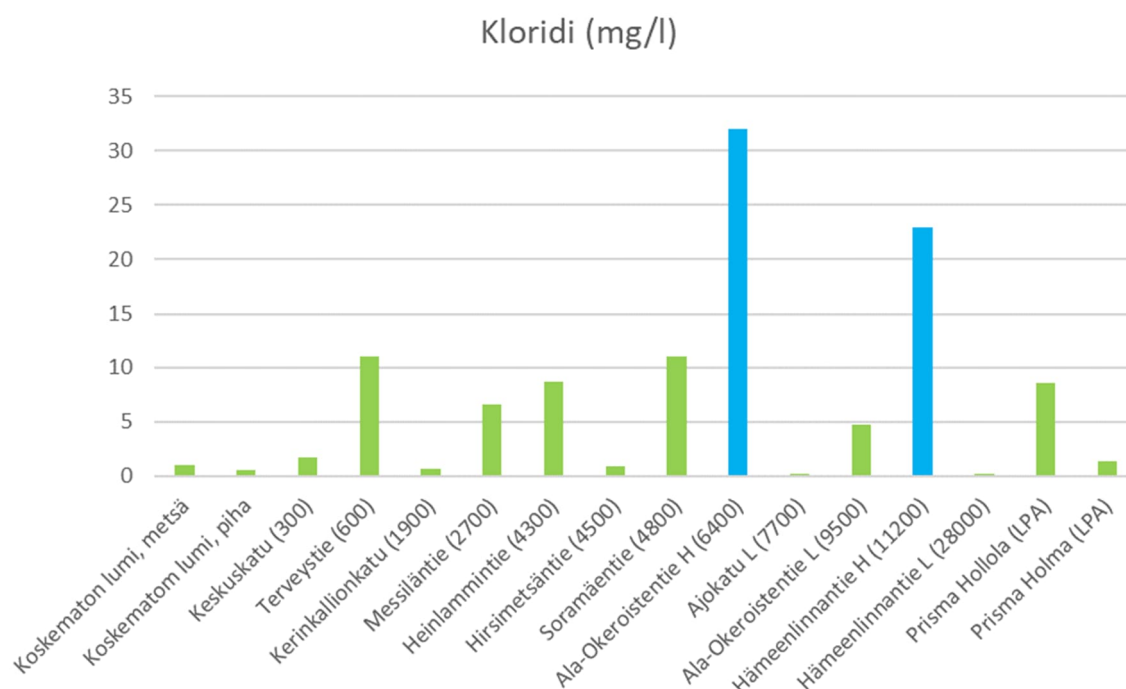
Hollolassa, Salpakankaan viemärylivuotojen selvityksessä²¹ havaittiin myös korkea sähkönjohtavuus ($900 \mu\text{S}/\text{cm}$) Kintterönsuolle johtavassa putkessa, mikä todennäköisimmin johtui Hämeenlinnantien tiesuolaa sisältävistä hulevesistä. Myös tässä selvityksessä erottuivat tiesuolauksen alueiden näytteet korkeammilla sähkönjohtavuuden arvoilla mutta erot muiden katualueiden välillä tasoittuivat, sillä sähkönjohtavuuteen vaikuttavat myös muut laatutekijät kuin pelkkä suolaus.

Kloridipitoisuuksien osalta erottuivat kokoojaväylät, joilla käytetään tiesuolausta: Ala-Okeroistentie ($32 \text{ mg}/\text{l}$) ja Hämeenlinnantie ($23 \text{ mg}/\text{l}$) Hollolassa. Vastaavien teiden Lahden puoleisilla osuuksilla kloridipitoisuudet olivat alhaisia ($0,25 - 4,7 \text{ mg}/\text{l}$). Kloridipitoisuudet olivat myös mällisiä Hollolassa alueilla, joilla käytetään pääosin hiekoitusta sekä muilla Lahden katualueilla, joissa käytetään formiaattia liukkaudentorjunnassa (kloridipitoisuudet pääosin $< 10 \text{ mg}/\text{l}$).



Kuva 7. Sähkönjohtavuus luminäytteissä [$\mu\text{S}/\text{cm}$]. Sinisellä merkitty korkeimmat pitoisuudet perinteen tiesuolauksen osuuksilla.

²¹ Salpakankaan viemärylivuotohanke, Hollolan kunta. Sitowise, 2023.



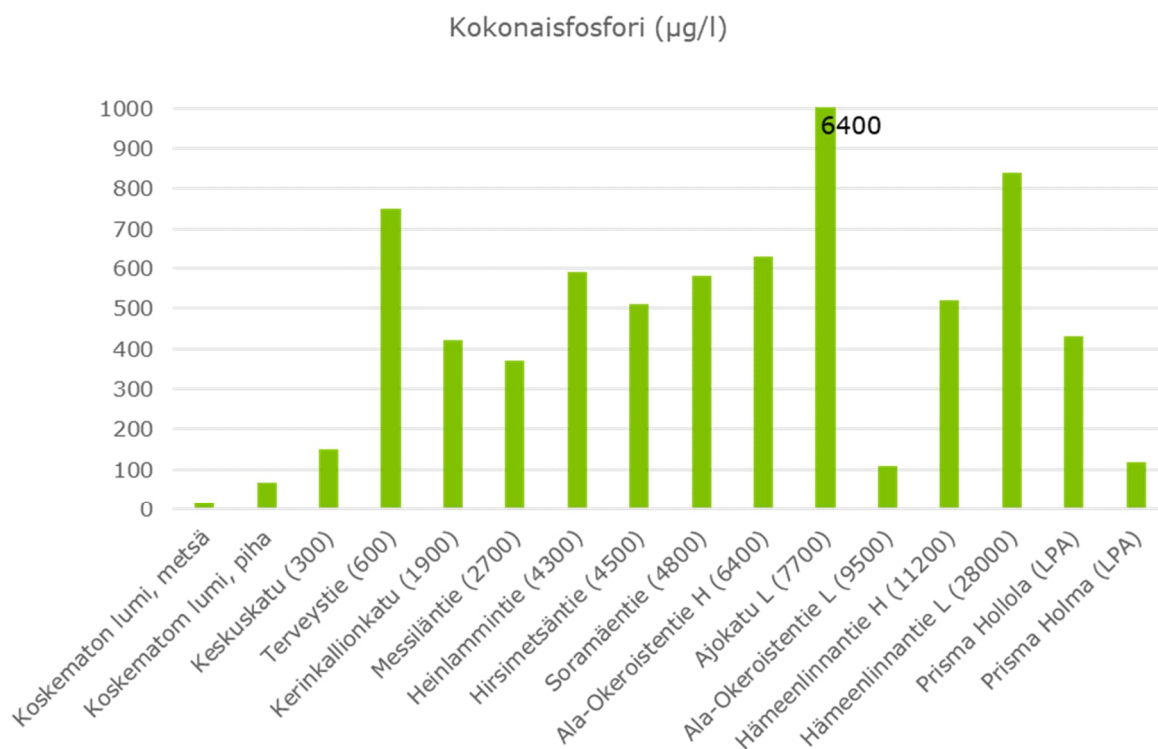
Kuva 8. Kloridipitoisuus luminäytteissä [mg/l]. Sinisellä korostettu suolattuihin liikenneväyliin liittyneet korkeimmat pitoisuudet.

Ravinteet

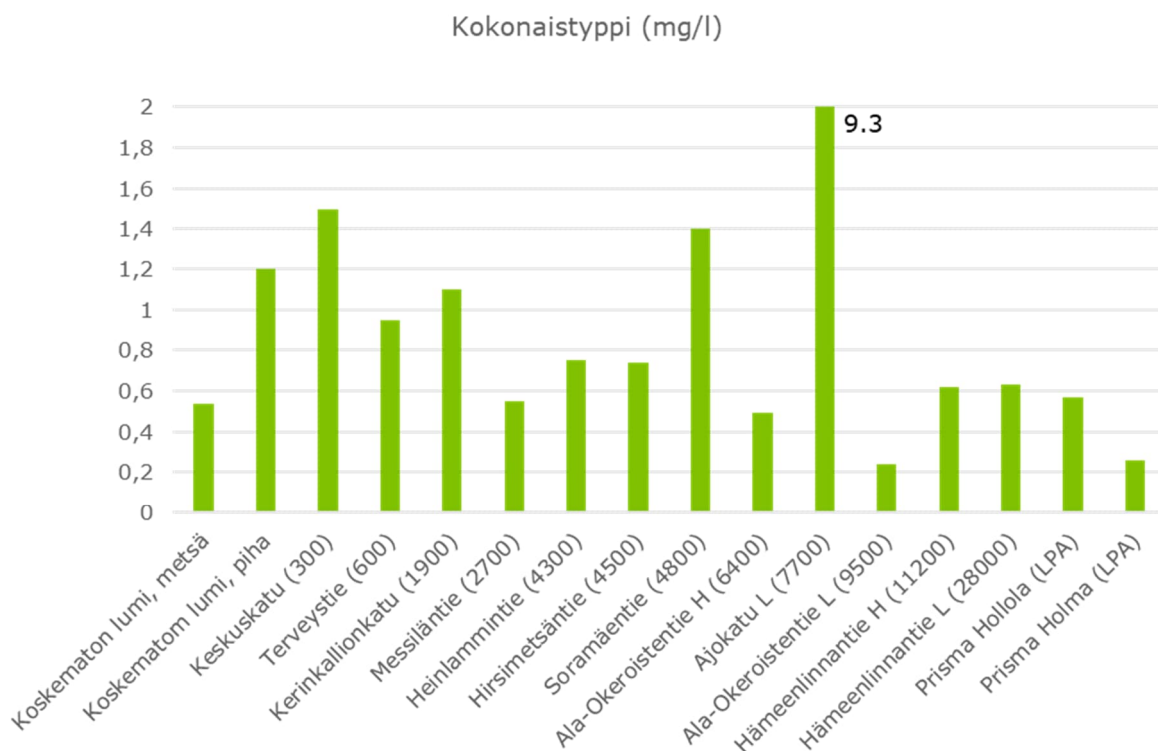
Kokonaisfosforipitoisuudet olivat otetuissa luminäytteissä korkeita, katualueilla pääosin yli 300 µg/l mutta selkeää trendiä liikennemäärän suhteen ei ollut osoitettavissa (Kuva 9). Kokonaisfosforipitoisuuksien vaihtelua selittää melko hyvin lumen kiintoainepitoisuus. Rakennettujen alueiden huleveden fosforista yli puolet on sitoutuneena kiintoaineeseen, tyydestä taas noin 10–30 %²². Lisäksi liukoisen fosfaattifosforin osuus kokonaisfosforista oli alhainen, alle 6 %, paljon kiintoainetta sisältävässä lumessa (kiintoainepitoisuus > 70 mg/l). Vastaavasti koskemattomassa lumessa, jossa kiintoainesta on vähemmän tai ei ollenkaan, liukoisen fosfaattifosforin osuus oli suurempi, 22-67 %.

Kokonaistyyppipitoisuudet olivat pääosin maltillisia vastaten tyyppistä huleveden tyyppipitoisuutta (Kuva 10). Kokonaistyyppistä liukoisessa nitraattimuodossa oli 40-94 % osuus koskemattomassa lumessa ja auratussa lumessa vain 18 % osuus (vaihtelua tosin 1-40 %). Kokonaistyyppipitoisuuksien vaihtelulla ei ollut nähtävissä selkeää yhteyttä kiintoainepitoisuuksien kanssa. Ajokadun korkeat ravinnepitoisuudet olivat muusta aineistosta poikkeavia.

²² Hämeen ELY-keskuksen raportteja 3/2020. Hulevesien hallinnan tila ympäristölupavelvollisissa laitoksissa.



Kuva 9. Kokonaisfosfori pitoisuudet luminäytteissä [$\mu\text{g/l}$]. Göteborgin kaupungin ohjearvo 50 $\mu\text{g/l}$ ylittyi lähes kaikissa kohteissa.

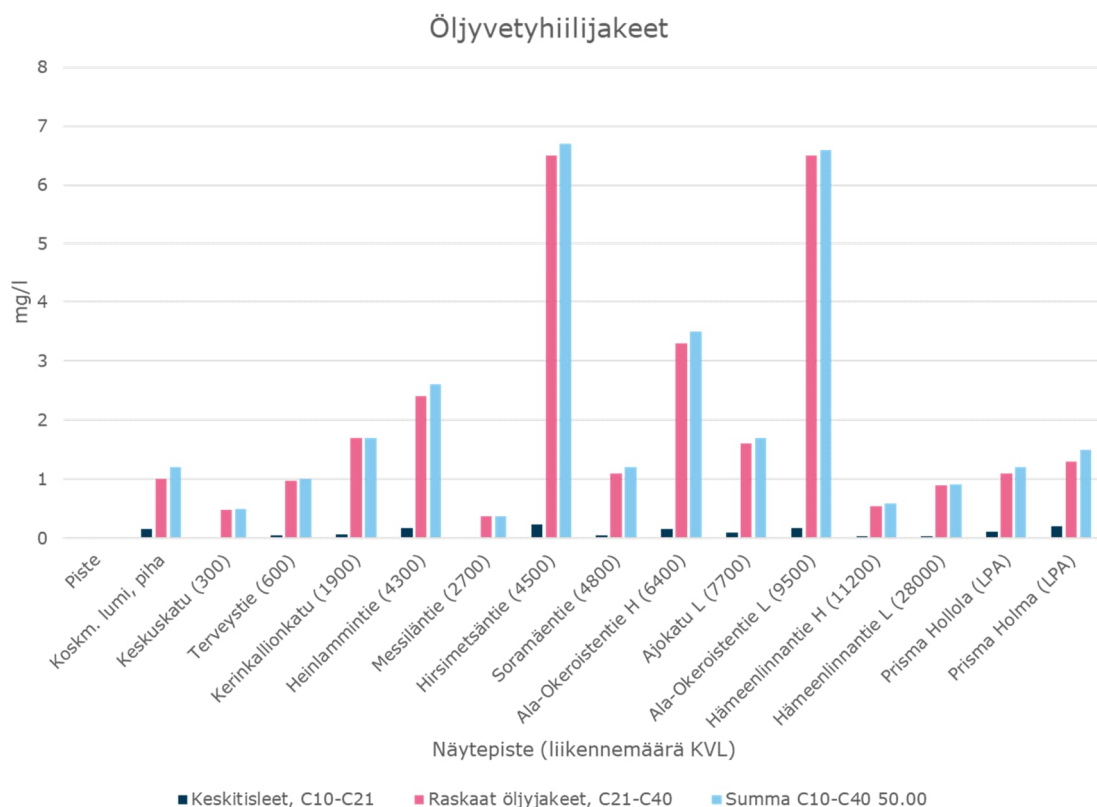


Kuva 10. Kokonaistyyppipitoisuudet luminäytteissä [mg/l].

Öljyhiilivedyt

Kaikista tutkimuspisteistä löytyi mitattavia määriä öljyhiilivetyjä (Kuva 11). Käytännössä öljyhiilivetyjakeet koostuvat raskaista öljyjakeista, mitatut keskitisleidien pitoisuudet olivat kaikkialla matalia. Öljyhiilivetyjen pitoisuuksia arvioidaan käytännössä käytettävissä olevan tekniikan öljynerottelukyvyn näkökulmasta. Valtioneuvoston asetuksen 444/2010 mukainen maastoon johdettavan veden öljyhiilivetypitoisuuden raja-arvo (5000 µg/l) ylittyi Hirsimetsäntiellä ja Ala-Okeroistentiellä Lahden puolella. Verrattaessa öljyhiilivetyjen pitoisuutta tiukempiin Göteborgin hulevesien ohjearvoihin (yleinen ohjearvo 1000 µg/l, herkkä vesistö 500 µg/l ja raakavedenotamo 100 µg/l), ylittyivät nämä ohjearvot kaikissa tutkimuspisteissä. Tutkituista katukohteista puolessa sekä molemmilla pysäköintialueilla öljyhiilivetyjen pitoisuus oli suurempi kuin 1 mg/l. Myös tutkitussa piha-alueen koskemattomassa lumessa pitoisuus oli suurempi kuin 1 mg/l. Piha-alueelta ei voitu tunnistaa selvää lähdettä öljyhiilivedyille. Piha-alueen lähellä on ajotie.

Selkeästi korkeampia pitoisuuksia löydettiin raskaissa öljyjakeissa Heinlammintieltä, Hirsimäntieltä ja Ala-Okeroistentieltä, eli kohteista, joissa liikennemäärä on yli 4000 KVL.



Kuva 11. Öljyhiilivetypitoisuudet luminäytteissä [mg/l].

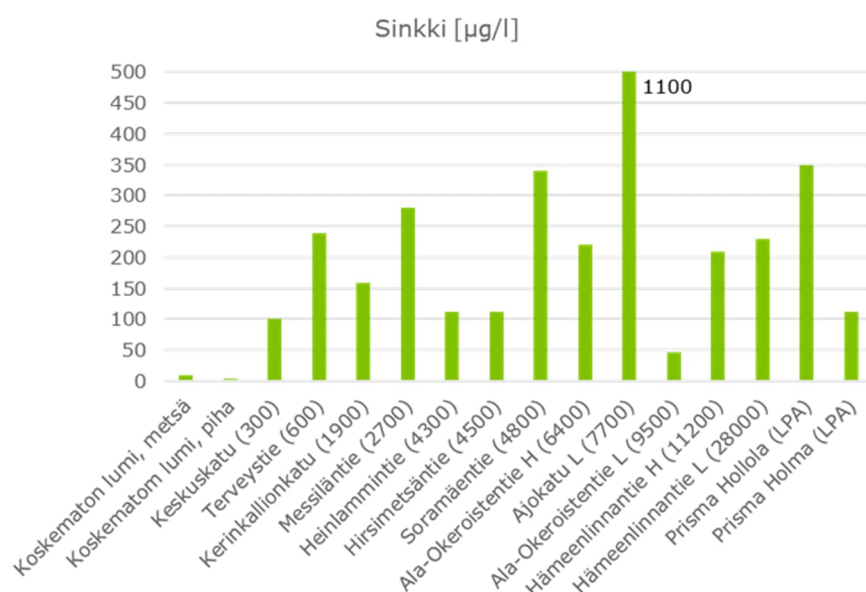
Metallit

Luminäytteiden raskasmetallipitoisuuksissa oli suurta vaihtelua tutkimuspisteiden välillä ja pitoisuudet ylittivät useissa kohteissa vertailussa käytettyjä ohjearvoja. Metallit ja puolimetallit esiintyvät hulevesissä pääasiassa kiintoaineeseen sitoutuneena ja liukoiset pitoisuudet olivat hyvin alhaisia.

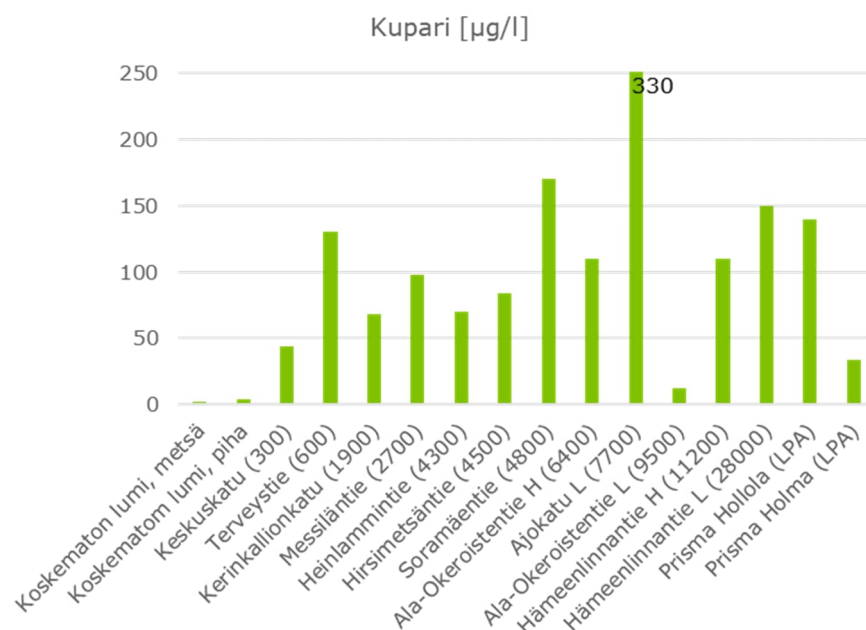
Korkeiden metallipitoisuuksien osalta merkittävät metallit olivat sinkki, kupari ja kromi (Kuvat 13, 14 ja 15). Näillä metalleilla pitoisuudet olivat korkeita käytännössä kaikilla tutkituilla katu- ja pysäköintialueilla. Myös lyijypitoisuudet olivat paikoitellen korkeita (Kuva 15).

Lahdessa Ajokadun tutkimuspisteellä lähes kaikkien raskasmetallien kokonaispitoisuudet olivat huomattavasti korkeampia muihin kohteisiin verrattuna. Esimerkiksi lyijyä oli kahdeksankertainen määrä (200 µg/l) ja nikkeliä yli kymmenkertainen määrä (120 µg/l) muihin pisteisiin verrattuna (Liite 1).

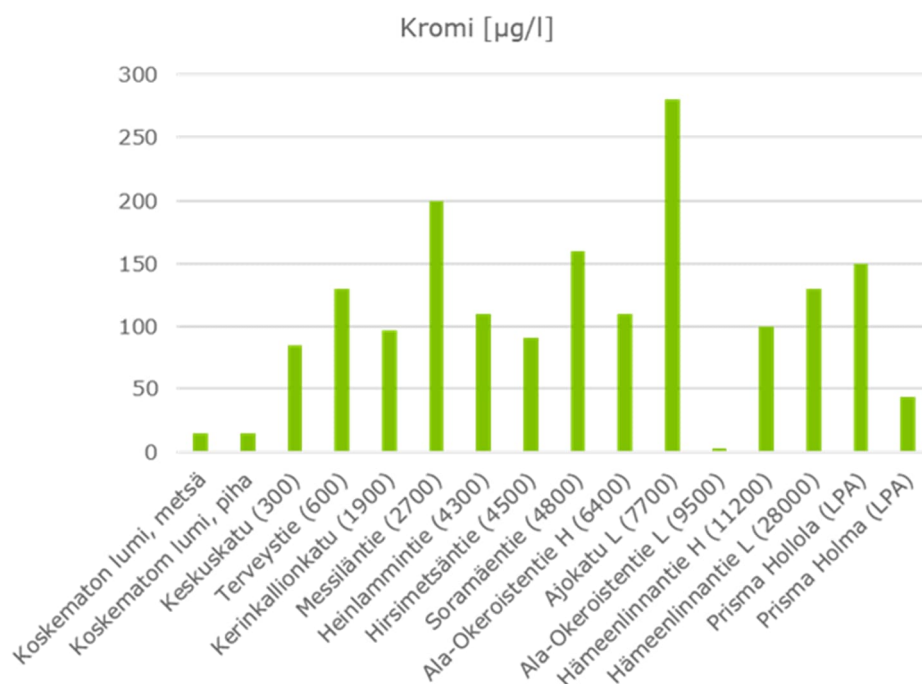
Puolimetalleista mainittakoon arseeni, jota löytyi Ajokadulta yli kaksinkertainen määrä muihin pisteisiin verrattuna (20 µg/l) sekä antimoni, jota myös oli korkeampia pitoisuuksia Ajokadun lisäksi (> 7 µg/l) Hämeenlinnantiellä sekä Lahden että Hollolan tutkimuspisteissä, Soramäentiellä sekä Terveystiellä (Liite 1).



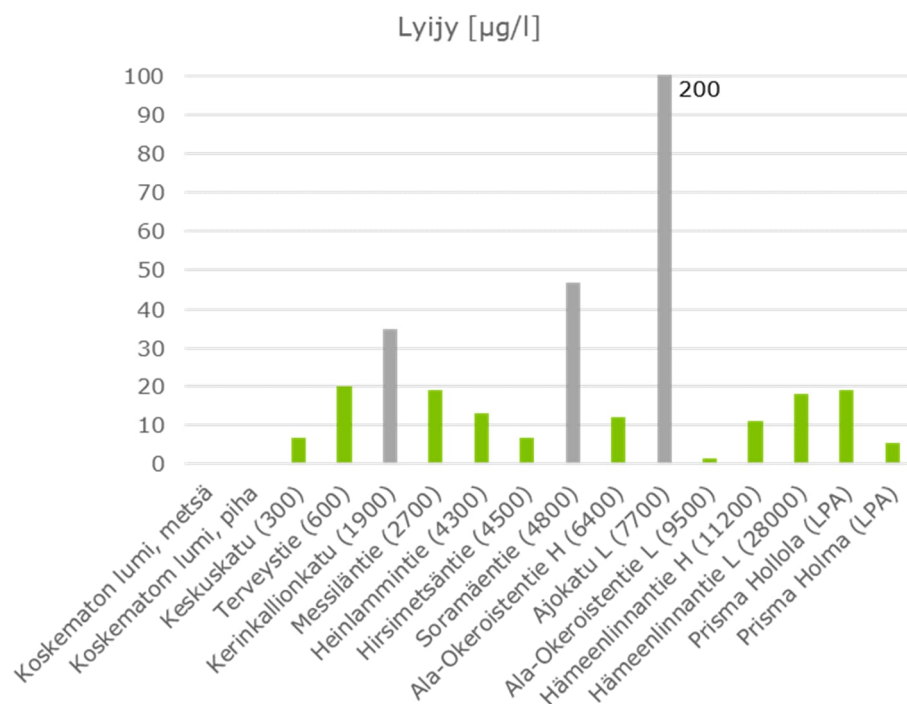
Kuva 12. Sinkkipitoisuudet luminäytteissä [µg/l]. Lähes kaikissa kohteissa pitoisuudet olivat yli Göteborgin kaupungin⁷ ja Sainion⁸ ohjearvoja (> 30-150 µg/l).



Kuva 13. Kuparipitoisuudet luminäytteissä [µg/l]. Useimmissa kohteissa pitoisuudet olivat yli molempien verrattujen ohjearvojen (> 10-40 µg/l).



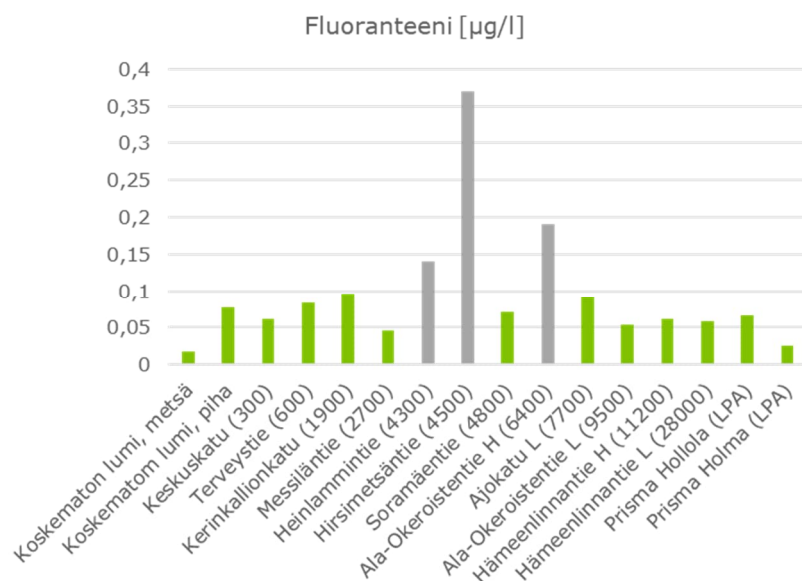
Kuva 14. Kromipitoisuudet luminäytteissä [$\mu\text{g/l}$]. Lähes kaikissa kohteissa pitoisuudet olivat yli molempien verrattujen ohjerajojen ($> 7 - 25 \mu\text{g/l}$).



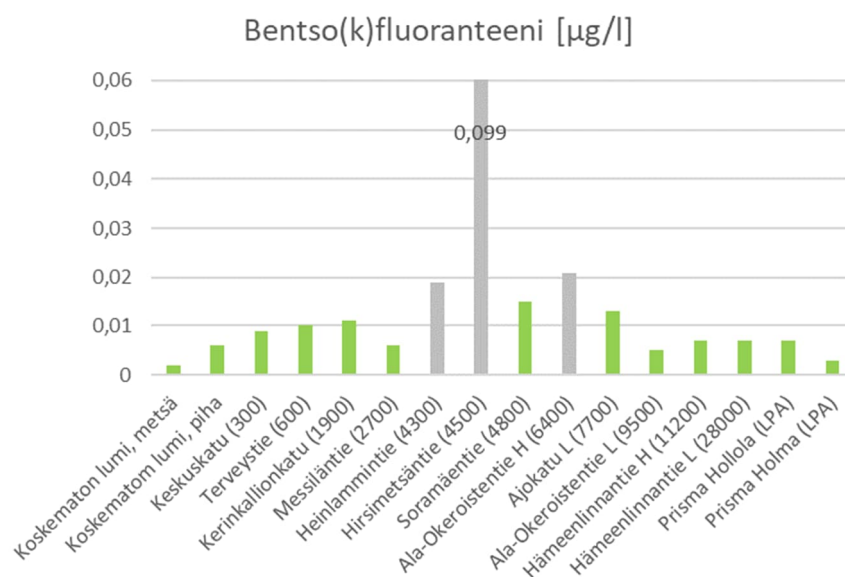
Kuva 15. Lyijypitoisuudet luminäytteissä [$\mu\text{g/l}$]. Harmaalla Göteborgin ohjeavot ylittävät pitoisuudet ($> 28 \mu\text{g/l}$).

PAH-yhdisteet

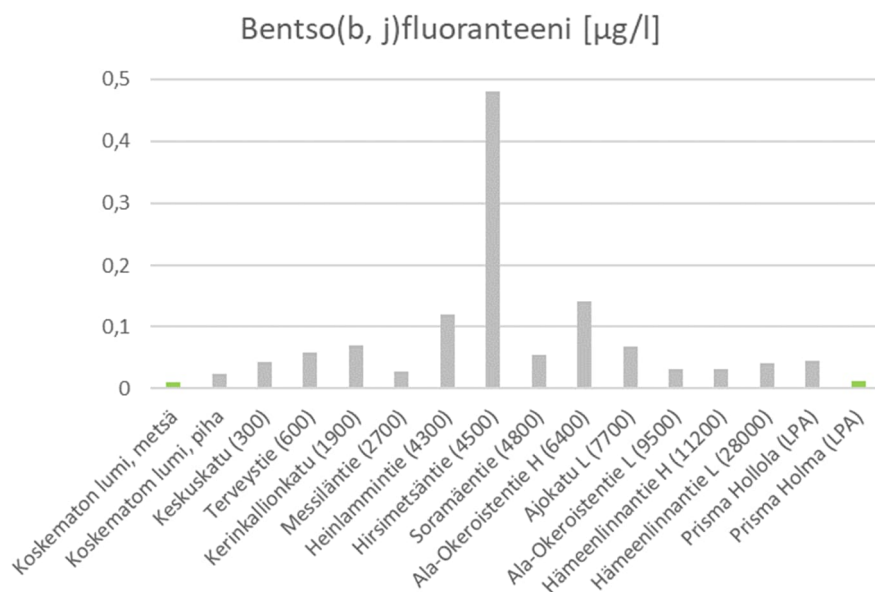
Erilaisia PAH-yhdisteitä havaittiin kaikista luminäytteistä mutta korkeiden pitoisuuksien osalta merkittävät yhdisteet olivat fluoranteeni ja bentso(k)fluoranteeni, joita esiintyi erityisesti koh-teissa, joissa KVL oli 4000-6500, Lahdessa Heinlammintiellä ja Hirsimäentiellä sekä Hollolan Ala-Okeroistentiellä (Kuvat 17 ja 18). Lisäksi PAH-yhdisteistä huomiota herätti bentso(b,j)fluoranteeni, jota esiintyi kohonneissa pitoisuuksissa ($> 0,017 \mu\text{g/l}$) kaikissa kohteissa lukuun ot-tamatta metsäisen alueen koskemattoman lumen ja Holman Prisman pysäköintialueelta ote-tuista näytteistä (Kuva 18). Bentso(g,h,i)peryleeniä esiintyi myös kaikissa näytteissä ja pitoisuu-det ylittivät ohjearvon $8,2 \cdot 10^{-3} \mu\text{g/l}$ kaikkialla, lukuun ottamatta metsäisen alueen koskemat-toman lumen näytettä (Kuva 19).



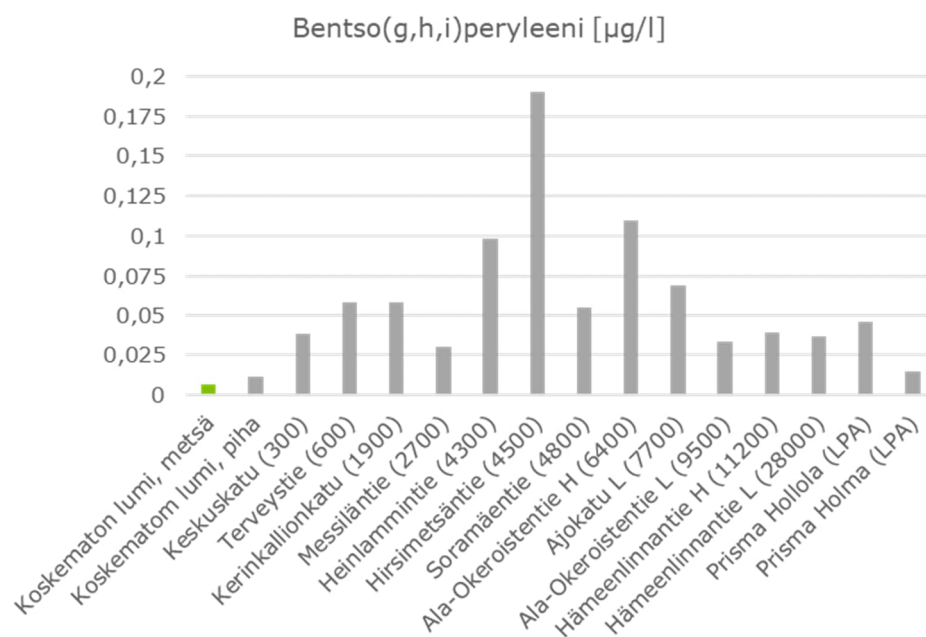
Kuva 16. Fluoranteenipitoisuudet luminäytteissä [µg/l]. Harmaalla Sainion (2023) ohjearvot ylittävät pitoisuudet ($> 0,12 \mu\text{g/l}$).



Kuva 17. Bentso(k)fluoranteenipitoisuudet luminäytteissä [µg/l]. Harmaalla Sainion (2023) ohjearvot ylittävät pitoisuudet ($> 0,017 \mu\text{g/l}$).



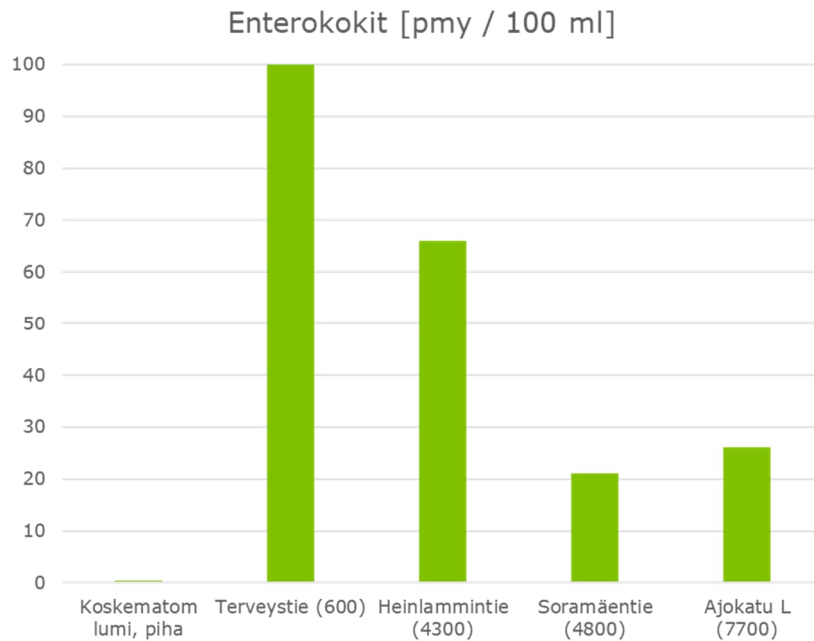
Kuva 18. Bentso(b, j)fluoranteenipitoisuudet luminäytteissä [$\mu\text{g/l}$]. Harmaalla Sainion (2023) ohjearvot ylittävät pitoisuudet ($> 0,017 \mu\text{g/l}$).



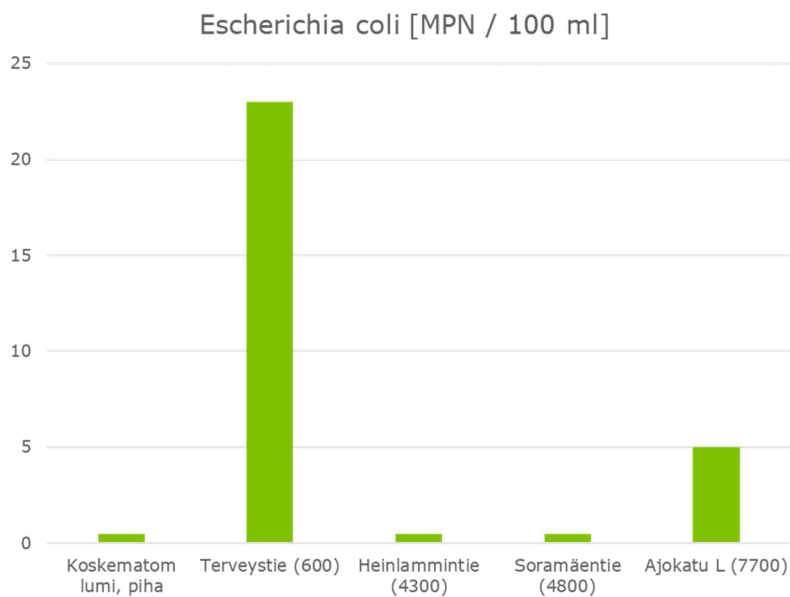
Kuva 19. Bentso(g,h,i)peryleenipitoisuudet luminäytteissä [$\mu\text{g/l}$]. Harmaalla Sainion (2023) ohjearvot ylittävät pitoisuudet ($> 0,0082 \mu\text{g/l}$).

Suolistoperäiset bakteerit

Luminäytteiden hygieenistä laatua selvitettiin analysoimalla *Escherichia coli* -bakteerin ja enterokokkien määriä. Näitä ulosteperäisiä bakteereita esiintyi odotetusti kaikissa tutkituissa luminäytteissä (Kuvat 21 ja 22). Todennäköinen syy esimerkiksi Terveystien ja Soramäentien väliseen eroon bakteereissa vaikuttaa se, että Terveystien tutkimuspisteen lähellä on myös jalkakäytävä, jolla kulkee koirien ulkoiluttajia, kun taas Soramäentiellä kevyenliikenteen väylä ei sijaitse aivan ajoradan vieressä.



Kuva 20. Enterokokkien määrät luminäytteissä.



Kuva 21. Escherichia coli.

Sulamisvesien laatu

Yksittäiset hulevesinäytteet sulamisvesistä

Huhtikuussa hulevesiviemäreistä kerättyjen hulevesinäytteiden pitoisuudet olivat pääasiassa hyvin maltillisia verrattuna luminäytteiden pitoisuuksiin (Taulukko 5). Poikkeavia tuloksia mitattiin vain yhdessä kohteessa, Terveystiellä Hollolassa, jossa korkeita pitoisuuksia oli seuraavissa haitta-aineissa: elohopea (1,1 µg/l), kupari (170 µg/l) ja sinkki (210 µg/l). Lisäksi Terveystien perusparametreista fosfori (liukoinen ja kokonaispitoisuus) ja kokonaistyyppi olivat huomattavasti korkeampia muihin kohteisiin verrattuna (Taulukko 5). Terveystiellä analyysituloksissa on todennäköisesti virhettä ja tästä on oltu yhteydessä laboratorioon.

Sulamisvesissä metalleja oli selvästi enemmän liukoissa muodossa kuin lumessa. Esimerkiksi kuparista liukoissa muodossa oli keskimäärin 52 % ja sinkistä 54 %. Ravinteista fosforista liukoisen fosfaattifosforin osuus vaihteli välillä 4 - 22 %, kun taas typen liukoisen nitraatin osuus oli yllättävän pieni, vain alle 1 %.

Hulevesiviemäreistä kerättyjen kertaluonteisten vesinäytteiden kaikki analyysitulokset on esitetty yhteenvetotaulukossa liitteessä 2 ja laboratorion analyysitodistukset liitteessä 3. Esimerkiksi PAH-yhdisteitä ei havaittu vesinäytteistä määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia. Fenantreeniä oli Terveystiellä 0,009 µg/l, mutta tälle ei ole määritetty ohjearvoa (Liite 2).

Sulamisvesinäytteet olivat yksittäisiä näytteitä eikä niiden pohjalta voida arvioida huleveden laatua edustavasti.

Taulukko 5. Kertaluonteisten hulevesinäytteiden peruslaatuparametrien ja metallien pitoisuudet. Punnaisella merkityt arvot ylittävät Göteborgin kaupungin (2020) ohjearvot kokonaispitoisuuksille. Ravinteita tulkitaan kohdekohtaisesti. Terveystien erittäin korkeat pitoisuudet esimerkiksi kokonaisravinteiden osalta voivat viitata virheellisiin analyysituloksiin.

		Ajokatu Lahti	Hämeenlinnantie Lahti	Soramäentie Hollola	Terveystie Hollola
Liikennemäärä		7700	28000	4800	600
Liukkaudentorjunta		formiaatti	formiaatti	hiekoitus	hiekoitus
pH		7.1	7.5	6.8	8.2
Sähkönjohtavuus	µS/cm	180	180	340	870
Kiintoaine	mg/l	3.4	140	57	120
Kokonaisfosfori (P)	µg/l	67	140	62	27000
Kokonaistyyppi (N)	µg/l	2600	870	4000	190000
Nitraatti (NO ₃)	mg/l	9.3	2.6	15	2.9
Fosfaattifosfori (PO ₄ ^{-P})	µg/l	15	24	2.2	11000
TOC	mg/l	8	4.1	2.5	220
Kloridi (Cl ⁻)	mg/l	12	15	63	100
Elohopea	µg/l	<0.020	<0.020	<0.020	2.4
Elohopea liukoinen	µg/l	<0.020	<0.020	<0.020	1.1
Kadmium	µg/l	<0.030	0.034	0.062	<0.030
Kadmium liukoinen	µg/l	<0.030	<0.030	0.044	<0.030
Kromi	µg/l	3.6	2.1	0.54	<0.50
Kromi liukoinen	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Kupari	µg/l	16	14	3.7	170
Kupari liukoinen	µg/l	9.2	5.2	1.4	130
Lyijy	µg/l	2.1	2.9	0.36	2.5
Lyijy liukoinen	µg/l	0.19	0.15	<0.10	0.92
Nikkeli	µg/l	3.6	1.9	4.3	19
Nikkeli liukoinen	µg/l	1.3	0.64	3.9	18
Sinkki	µg/l	18	23	35	210
Sinkki liukoinen	µg/l	6.7	5.5	31	140
Vanadiini	µg/l	4.4	3.3	0.98	0.31
Vanadiini liukoinen	µg/l	0.69	1.1	0.2	<0.20

Kokoomanäytteet passiivikeräimillä

Passiivikeräimistä analysoitujen parametrien pitoisuudet olivat pääosin maltillisia (Taulukko 6). Esimerkiksi PAH-yhdisteitä ei havaittu määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia, mikä johtunee PAH-yhdisteiden herkästä sitoutumisesta kiintoaineeseen. Koska passiivikeräintulokset edustavat yhdisteiden liukoisia pitoisuuksia, eivät näiden perusteella saadut tulokset anna kokonaiskuvaa hulevesien mukana kulkeutuvasta kokonaiskuormituksesta.

Passiivikeräinnäytteiden kaikki analyysitulokset ovat koottuna Liitteessä 4. Passiivikeräimien käytännön toimivuudessa oli tutkimusjaksolla haasteita, jonka vuoksi kerätty havaintoaineisto jäi toivottua pienemmäksi. Lisäksi tulosten tulkintaa hankaloitti myös typen ja sen fraktioiden korkeaksi jääneet määritysrajat.

Taulukko 6. Passiivikeräimillä koottujen hulevesinäytteiden pitoisuudet analysoiduille aineille. Punaisella merkitty kuparipitoisuus (liukoinen) ylittää Göteborgin kaupungin (2020) ohjearvon kuparin kokonaispitoisuudelle.

		Ajokatu Lahti	Soramäentie Hollola
Liikennemäärä		7700	4800
Liukaudentorjunta		formiaatti	hiekoitus
Ammonia+ammonium-N	µg/l	< 90	< 100
Nitriitti+nitraatti-N	µg/l	< 3000	< 5000
Fosfaattifosfori (PO ₄ -P)	µg/l	< 10	< 10
Sulphate	µg/l	< 100000	< 100000
Lyijy (Pb)	µg/l	0,23	0,21
Kadmium (Cd)	µg/l	0,057	0,062
Kromi (Cr)	µg/l	< 1	3,1
Kupari (Cu)	µg/l	16	9,3
Elohopea (Hg)	µg/l	0,032	< 0,008
Nikkeli (Ni)	µg/l	< 0,5	2,1
Sinkki (Zn)	µg/l	16	25
Naftaleeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Asenafteeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Asenaftyleeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Fluoreeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Fenantreeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Antraseeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Fluoranteeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Pyreeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Bentso(a)antraseeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Kryseeni/Triphenylene	µg/l	< 0,01	< 0,01
Bentso(b,j,k)fluoranteeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Bentso(a)pyreeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Indeno(1,2,3-c,d)pyreeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Dibentso(a,h)antraseeni	µg/l	< 0,01	< 0,01
Bentso(g,h,i)peryleeni	µg/l	< 0,01	< 0,01

4 Päätelmät ja suositukset

Lumen ja sulamisvesien laatuun ja likaisuusasteeseen vaikuttavat tekijät

Lumessa havaitut haitta-aineet sekä pitoisuuksien vertailu koskemattoman ja auratun lumen välillä antavat erinomaista tietoa liikennöidyillä alueilla ympäristöön kulkeutuvista päästöistä. Sama tieto lisää ymmärrystä myös lämpimämpien vuodenaikojen hulevesien haitta-aineista.

Tutkimusaineiston perusteella voidaan tehdä seuraavia johtopäätelmiä lumen ja sulamisvesien laatuun ja likaisuusasteeseen Lahdessa ja Hollolassa vaikuttavista tekijöistä:

- Liikennöidyiltä alueilta aurattu lumi on pääsääntöisesti likaista liikennemäärästä riippumatta. Lumen laatua heikentävä ensisijainen tekijä on sen sijainti liikennöidyn alueen välittömässä läheisyydessä (aurattu lumi).
- Pysäköintialueiden lumi ei ollut erityisen likaista verrattuna muihin katualueiden lumiin
- Liukkaudentorjunnan käytänteet (hiekoitus, tiesuola, formiaatti) ja niiden paikalliset painotukset vaikuttavat merkittävästi lumen ja sulamisveden laatuun (kiintoaine- ja kloridipitoisuudet).
- Lumen haitta-ainepitoisuudet eivät sellaisenaan kuvaa alueella muodostuvan huleveden laatua.
- Haitta-aineiden olomuoto sulamisvedessä poikkeaa lumen ominaisuuksista. Lumessa haitta-aineet ovat pitkälti sitoutuneina kiintoaineeseen, mutta sulamisvedessä myös liukoinen osuus kasvaa.
- Lumessa esiintyvät pitoisuudet eivät sellaisenaan edusta sulamisveden tai huleveden pitoisuuksia, sillä pitoisuudet laimenevat sulamisprosessin myötä ja edelleen veden jatkaessa matkaa muihin verkostoihin.

Selkeiden, liikennemäärään sidoksissa olevien korrelaatioiden puuttuminen lumenlaatuaineistosta voi selittyä sillä, että kaikkein vilkkaimpien väylien ajorataa lähinnä oleva likaisin lumi oli todennäköisesti jo ennen mittauksia aurattu pois alueelta ja jäljelle jääneestä lumesta määritetyt pitoisuudet eivät kuvanneet koko talvenaikaista kertymää. Tämän pohjalta voidaan myös päätellä, että kaikkein liikennöidyimmillä väylillä lumen poiskuljetuksella voidaan mahdollisesti merkittävästikin vähentää lumeen varastoituneiden haitta-aineiden määrää ja siten sulamisvesien mukana ympäristöön päätyvien haitta-aineiden kuormitusta.

Tutkimuspisteissä lumen laatuun saattoi vaikuttaa myös monia muita tekijöitä, joiden merkitystä ei voida havaintoaineiston perusteella arvioida, kuten sulannan eteneminen, lumen altistumisaika liikenteelle, raskaan liikenteen osuus, ajonopeudet tai lumikerroksen paikallinen ja alueellinen heterogeenisuus.

Päätelmät lumesta ja sulamisvesistä pinta- ja pohjavesille aiheutuvien riskien arvioinnista

Vedenlaaturiskejä aiheuttavat hulevesien haitta-aineet

Lahden ja Hollolan tutkimustulosten perusteella sulamisvesien laaturiskit liittyvät erityisesti seuraaviin haitta-aineisiin:

- kiintoaine
- kokonaisfosfori
- metalleista sinkki, kupari, kromi
- PAH-yhdisteistä fluoranteeni ja bentso(k)fluoranteeni
- öljyhiilivedyt
- kloridi perinteisen tiesuolauksen alueilla

Metalleista myös lyijyä voi esiintyä paikoin kohonneina pitoisuuksina. Lisäksi erityisesti jalkakäytävien yhteydessä lumeen varastoituu ulosteperäisiä bakteereja, joilla on ainakin tilapäinen hygieenistä laatua alentava vaikutus sulamisvesiin. Tulokset ovat samansuuntaisia kuin mitä

Suomessa on aiemmin todettu hulevesien laatua koskevissa tutkimuksissa^{8,9,23} esimerkiksi kiintoaineen, fosforin ja metallien osalta. PAH-yhdisteiden ja öljyhiilivetyjen pitoisuuksia on tutkittu vähemmän tavanomaisessa kaupunkiympäristössä.

Yllä listattujen haitta-aineiden lisäksi PAH-yhdisteistä bentso(b,j)fluoranteenia ja bentso(g,h,i)peryleenia esiintyi yleisesti luminäytteissä. Kohonneiden pitoisuuksien aiheuttamaa riskiä ympäristölle on kuitenkin vaikea arvioida laajemman tutkimustiedon puuttuessa. Vaikka PAH-yhdisteistä bentso(a)pyreeniä on yleisimmin käytetty edustamaan hulevesien laatua, ei se tämän tutkimuksen valossa kuvannut lumeen ja sulamisveteen kulkeutuvia PAH-yhdisteitä. Tältä osin tulokset tukevat Sainion¹⁹ aikaisempia johtopäätelmiä suomalaisten lupa-velvollisten laitosten hulevesien laatua kuvaavista mittareista. Esimerkiksi Göteborgin kaupungin¹⁸ hulevesien ohjearvoissa bentso(a)pyreenin pitoisuus on ainoa PAH-yhdisteitä kuvaava mittari.

Alueilla, joilla formiaattia käytettiin liukkaudentorjunnassa, lumen kloridipitoisuudet olivat hyvin alhaisia verrattuna tiesuolauksen alueisiin. Liukkaudentorjunnan vaikutuksia vedenlaatuun kuvasi parhaiten kloridipitoisuus tiesuolauksen alueilla. Vaikka sähkönjohtavuutta voidaan käyttää kloridipitoisuuden epäsuorana mittarina, sähkönjohtavuuteen vaikuttavat myös muut lumeen ja sulamisveteen liuenneet aineet, mikä osaltaan peittää pelkästä liukkaudentorjunnasta aiheutuvia eroja alueiden välillä.

Lumen ja sulamisvesien aiheuttamien vedenlaaturiskien arviointi

Laaturiskin merkittävyyden tulkinta edellyttää paikallisten olosuhteiden arviointia valuma-alueenäkökulma huomioiden. Lumeen ja sulamisvesiin liittyvän laaturiskin tunnistaminen edellyttää ainakin seuraavien kysymysten pohdintaa:

- mitkä ovat kohteen kriittiset haitta-aineet?
 - o maankäyttö, liikennemäärä, liukkaudentorjunnan käytänteet
 - o haitta-aineen runsaus lumessa ja sulamisvesissä, vaikutukset ympäristössä, haitta-aineen olomuoto ja kulkeutumisherkkyys
- kuinka herkkä on sulamisvesiä vastaanottava ympäristö?
 - o pohjavesialue
 - o pintavesi (noro, puro, joki, järvi)
 - o maaperä

Lumitutkimuksen tulosten pohjalta katu- ja tiealueiden lumen laatuun on syytä kiinnittää huomioita riippumatta alueen liikennemäärästä. Lumen haitta-ainepitoisuudet olivat korkeita ja ylittivät hulevesille tarkoitettuja ohjearvoja useissa tutkimuspisteissä. Laatuun liittyvät riskit kasvavat, mitä liikennöidymmästä alueesta on kyse. Tutkimustulosten perusteella ainakin osalla haitta-aineista erityisen suuret haitta-ainepitoisuudet liittyivät kohteisiin, joissa keskimääräinen vuorokausiliikenne KVL on yli 4000 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Liukkaudentorjunnassa käytetyt menetelmät, erityisesti hiekoitus ja tiesuolaus (natriumkloridi), vaikuttavat lumen laatuun merkittävästi. Tutkimusaineisto ei kuitenkaan ollut riittävän laaja formiaatin käyttöön liittyvien mahdollisten riskien arvioimiseksi.

Lumeen ja sulamisvesiin liittyvien laaturiskien arviointia vaikeuttaa useiden kaupunkiperäisten haitta-aineiden osalta luotettavan tutkimustiedon puute, jota tarvitaan pitoisuuskriteerien muodostamiseen. Pitoisuuksien vertailussa käytetyt julkaisut^{18,19} valittiin hulevesien laadun ohjearvoja kuvaavaksi tausta-aineistoksi siksi, että ne edustavat melko tuoreita selvityksiä ja koskevat laajaa valikoimaa haitta-aineita. Molempien lähteiden taustalla on myös pyrkimys arvioida hulevesien laatuvaikutuksia vesiympäristön ekologialle aiheutuvien haittojen näkökulmasta.

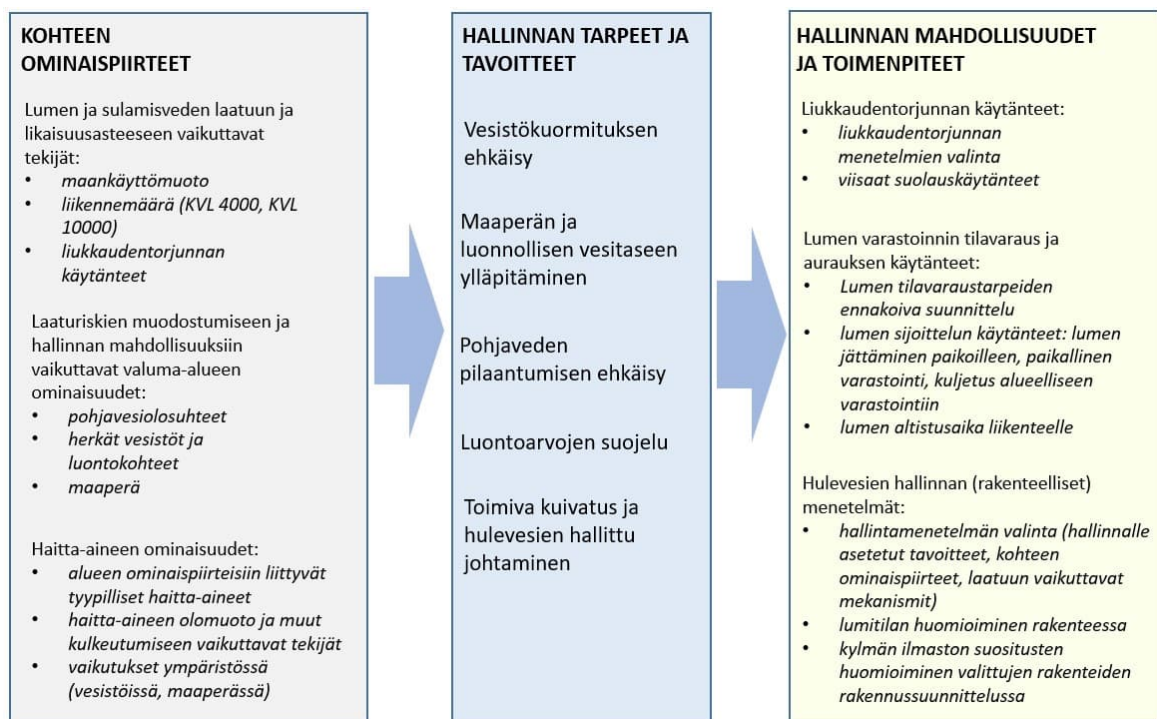
²³ Stormwater-hankkeen loppuraportti, toim. Sänkiaho & Sillanpää. Aalto-yliopiston julkaisusarja Tiede + Teknologia 4/2012.

Kumpaakaan lähdettä ei ole kuitenkaan tarkoitettu lumen haitta-ainepitoisuuksien arvioimiseen. Lisäksi esimerkiksi öljyhiilivedyistä ja monista PAH-yhdisteistä ei vaikuta olevan riittävästi tutkimustietoa kriittisten pitoisuustasojen määrittämiseen.

Suosituksukset pinta- ja pohjavesille aiheutuvien riskien hallinnan kehittämiseksi

Lahdessa ja Hollolassa lumen ja sulamisvesien hallinnan lähtökohta on, että mahdollisuuksien mukaan lumi säilytetään ja annetaan sulaa lähivaluma-alueellaan, ja lunta kuljetetaan pois vain tarvittaessa tai kun sen laatu sitä edellyttää. Optimaalisessa tilanteessa lumi saa sulaa kasvipeitteisellä, vettäläpäisevällä alueella, jolloin sulamisvedet ylläpitävät maaperän luonnollista vesitasetta ja haitta-aineet pidättyvät maaperän pintakerroksiin.

Johdannossa esiteltiin kirjallisuuden avulla erilaisista näkökulmista laadittuja lumen ja sulamisvesien hallintaa ohjeistavia esimerkkejä. Esimerkeistä yksikään ei sellaiseen suoraan tarjoa paikallisiin olosuhteisiin soveltuvaa mallia talviaikaisten laaturiskien hallintaan. Sen sijaan yhdistelemällä tässä tutkimuksessa kerättyjä tuloksia ja hallinnan esimerkeissä esitettyjä asioita voidaan muodostaa kaavio lumen ja sulamisvesien hallinnan kokonaisuudelle (Kuva 22).



Kuva 22. Lumen ja sulamisvesien laatuvaikutusten hallinnan kaavio.

Pelkkään liikennemäärään perustuva lumiluokittelu ei ole suositeltava, sillä on vaikeaa osoittaa selkeitä liikennemäärään sidottuja ohjeita siitä, milloin lumi on riittävän puhdasta ja milloin liian likaista paikalliseen varastointiin tai hallintaan. Liikennemäärä on kuitenkin yksi käyttökel-poinen indikaattori hallinnan tarpeiden tunnistamisessa. Kuvassa 22 on liikennemäärään liit-tävinä ohjearvoina mainittu 4000 ja 10000 ajoneuvon vuorokausiliikenne.

Kuvan 22 kaavio toimii raamina lumen ja sulamisvesien hallinnan kokonaisuuden kehittä-miseksi ja suunnittelulle. Vaiheet mukailevat maankäytön ja hulevesien hallinnan suunnittelulle tyypillistä prosessia. Lumen hallinnan pääperiaatteiden ja varastoinnin tilavaraustarpeiden määrittely on hyvä aloittaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa maankäytön suunnittelua.

Hallinnan suunnittelu käynnistyy kohteen ominaispiirteiden ja näistä aiheutuvien laaturiskien tunnistamisella, tämän jälkeen määritetään ominaispiirteistä johdettavat hallinnan tarpeet ja tavoitteet sekä lopulta määritetään kohteen ominaispiirteisiin ja hallinnan tavoitteisiin soveltuvat toimenpiteet.

Lumeen ja sulamisvesien laaturiskeihin vaikutetaan parhaiten seuraaviin osa-alueisiin liittyvillä toimenpiteillä ja ohjeilla:

- liukkaudentorjunnassa käytettävien menetelmien optimointi
- lumen tilavarauksien, aurauksen, varastoinnin (paikallinen/alueellinen) ja poiskuljetuksen suunnittelu
- katujen ja teiden puhtaanapidon optimointi
- sulamisvesien hallinnan (käsittely ja johtaminen) suunnittelu

Suosituksat jatkotoimenpiteiksi

Lumiolosuhteiden huomioimista käsitellään vaihtelevasti kansallisissa suunnitteluohjeissa ja ohjeiden päivittäminen on ajankohtaista. Tutkimuksessa esitetyt tulokset lumen yleisesti heikosta laadusta alleviivaavat käynnissä olevan tutkimushankkeen tärkeyttä ja ajankohtaisuutta. Tulosten hyödyntäminen edellyttää tulosten ja päätelmien jatkokehittämistä hankkeen seuraavissa työpaketeissa. Työpaketissa 2 keskitytään talviaikaisten hulevesien laaturiskit huomioivan maankäytön suunnitteluprosessin kehittämiseen erikseen valitussa asemakaavataso p lottikohteessa. Työpaketissa 3 inventoidaan paikkatietona lumen varastointi- ja vastaanotto-paikkoja sekä kehitetään lumen kuljetuksen ja varastoinnin käytäntöjä. Jatkosuunnittelussa tulee ottaa huomioon alueellisten hulevesiohjelmien asettamat tavoitteet hulevesien hallinnalle ja Lahden ja Hollolan taajama-alueisiin liittyvät, lumen varastoinnin ja hallinnan kannalta olennaiset erityispiirteet, kuten herkäät vesistöt ja pohjaveden muodostumisalueet.

Suosituksia jatkotoimenpiteiksi aihealueittain:

- Suomessa lumen ja sulamisvesien huomioiminen maankäytön ja hulevesien hallinnan suunnittelussa on hyvin vähäisessä roolissa. Esimerkiksi Kuvan 22 kaltaisen hallinnan suunnitteluprosessin ja tätä täydentävän ohjeistuksen kehittäminen edistäisi lumen ja sulamisvesien hallintaa myös kansallisella tasolla. Ohjeistus edistäisi oikea-aikaista talviolosuhteiden huomioimista eri vaiheissa maankäytön suunnittelua, sekä parantaisi suunnitelluosaamista.
- Lumen hallinnan kehittämiseksi on hyvä, että hankkeen jatkotoimenpiteissä tullaan selvittämään nykyisiä lumen varastointi ja -kuljetuskäytänteitä. Hallinnan kehittämiseksi lumen tilavarauksia varten tulisi laatia ohje sekä laajemman alueen mittakaavassa sekä pienimuotoisemman alueen suunnittelua varten (esimerkiksi lumitilan varaaminen pienellä katu- tai asuinalueella, lumitilan varaaminen yksittäisestä hulevesirakenteesta). Samalla voidaan esittää kriteerit lumen varastointialueiden sijoitteluun pohjavesialueella sekä hulevesiverkoston ja herkkien vesistöjen läheisyydessä.
- Paikalliset hiekoitukseen ja formiaattiin pohjautuvat liukkaudentorjunnan käytänteet vaikuttivat tuloksien pohjalta lupaavilta tiesuolaukseen liittyvien haittojen vähentämisessä. Jatkossa voidaan vielä tunnistaa, onko vielä olemassa katualueita, joiden liukkaudentorjunnan menetelmiä voidaan muuttaa tai tehostaa. Lisäksi on hyvä selvittää, onko katualueiden puhtaanapidon käytänteillä merkitystä vedenlaadun kannalta.
- Lumen ja sulamisvesien hallintaan liittyvää ohjeistusta voi kehittää omina dokumentteina. Aihepiiri liittyy kuitenkin läheisesti hulevesien hallintaan, joten lumen ja sulamisvesien hallinnan prosessi ja ohjeistus voidaan yhdistää luontevasti osaksi hulevesien hallinnan ohjeistusta. Sulamisvesien hallinnan kehittämiseksi tulisi lisäksi ainakin kriittisillä valuma- tai pohjavesialueilla kartoittaa hule- ja sulamisvesien käsittelyn kehittämismahdollisuuksia nykyisillä katu- ja tiealueilla.

- Talviaikainen hulevesien hallinta muodostaa yllättävän monitahoisen kokonaisuuden, joka koskettaa useita eri sidosryhmiä ja aihekokonaisuuksia. Hallinnan käytänteillä on tärkeä merkitys vedenlaadun lisäksi myös yleisen viihtyvyyden, turvallisuuden ja kunnossapidon näkökulmista. Lumen ja sulamisvesien hallinnan kehittämisessä tulee huomioida myös muiden aiheeseen liittyvien sidosryhmien tarpeet.



Asemakaavallisen hulevesi- ja lumiselvityksen ohjeistus

Lahden kaupunki, Hollolan kunta

Lahti

Hollola

SITOWISE

Sisällys

1	Ohjeistuksen tausta ja tavoitteet	1
1.1	Käytettävät lähtöaineistot.....	1
1.2	Ohjeen käyttö.....	2
2	Suunnittelualueen nykytila.....	3
2.1	Sijainti ja maankäyttö	3
2.2	Maaperä ja pohjavesiolosuhteet.....	3
2.3	Valuma-alueet ja virtausreitit	4
2.4	Luonto- ja virkistysarvot sekä merkittävät kulttuuriympäristön kohteet	4
3	Suunnittelualueen tuleva tilanne.....	5
3.1	Suunnittelualueen maankäytössä tapahtuvat muutokset.....	5
3.2	Vaikutukset virtausreitteihin ja valunnan muodostumiseen.....	5
3.3	Vaikutukset veden ja lumen laatuun ja kuormitukseen	6
4	Hulevesien ja lumen hallinnan suunnitelma ja toimenpide- ehdotukset	7
4.1	Hulevesien ja lumen hallinnan tarpeet ja tavoitteet.....	7
4.2	Hulevesien johtaminen ja hallintamenetelmät	8
4.3	Lumen hallinta.....	8
4.4	Tulvareitit	10
4.5	Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta	11
5	Päätelmät ja suositukset	12



1 Ohjeistuksen tausta ja tavoitteet

Tämä ohjeistus ja raporttipohja asemakaavoituksen osana tehtävää hulevesiselvitystä ja huleveden, lumen- ja sulamisvesien hallinnan suunnitelmaa varten on toteutettu osana Lahden kaupungin ja Hollolan kunnan *Talvisaikaisten hulevesien hallinta, riskien tunnistaminen ja maankäytön suunnittelu* -hanketta, joka on saanut rahoitusta Ympäristöministeriön vesiensuojelun tehostamisohjelmasta. Talvisaikaisiin hulevesiin, lumeen ja sulamisvesiin liittyvien riskien tunnistaminen ja niihin varautuminen tulisi ottaa kiinteäksi osaksi maankäytön suunnittelua ja kaavoitusta: Lumen- ja sulamisvesien laatuun liittyvien tekijöiden huomioimi-sella voidaan ehkäistä ympäristölle, vesistöille ja pohjavesialueille aiheutuvaa haitta-ainekuormitusta.

Selvitys on laadittu Sitowise Oy:ssä. Konsultin työryhmän ovat muodostaneet TkT Nora Sillanpää (projektipäällikkö), Ins. (YAMK) Heidi Vilminko (vanhempi suunnittelija), Ins. (AMK) Iina Kosonen (nuorempi suunnittelija) ja DI Eeva-Riikka Rautarinta (laadunvarmistus). Työn on tilannut Lahden kaupunki yhteishenkilönään Juhani Järveläinen, jonka lisäksi työn ohjausryhmässä ovat olleet mukana Jaana Huovinen (Lahden kaupunki) ja Sini Utriainen (Hollolan kunta).

1.1 Käytettävät lähtöaineistot

Hulevesiselvityksen ja -suunnitelman sekä lumen- ja sulamisvesien hallinnan suunnitelman tausta-aineistoiksi tarvitaan suunnittelualuetta koskevia lähtötietoja. Kattavan kokonaiskuvan muodostamiseksi lähtöaineistojen rajauksen tulee olla varsinaista suunnittelualuetta laajempi. Näin varmistetaan suunnittelualueen ylä- ja alapuolisten valuma-alueiden ja virtausreittien riittävä huomioiminen. Lähtöaineistoihin liittyvät tarpeet vaihtelevat suunnittelualueen ominaispiirteiden mukaan. Suunnittelutyössä käytettävään lähtöaineistoon sisältyy mm.:

- Suunnittelualueen asemakaavaluonnos tai viitesuunnitelma
- Kantakartta
- Korkeusmalli 2 m (Maanmittauslaitos)
- Hulevesiverkostokartat
- Oja- ja rumputiedot
- Tiedot suunnittelualueen läheisistä pohjavesialueista ja pohjaveden pinnan tasosta
- Maaperäkartta (GTK) ja muut mahdolliset maaperää koskevat selvitykset (ml. pima-selvitykset)
- Suunnittelualuetta koskevat maisema- ja luontoselvitykset
- Suunnittelualueen teiden ja katujen liikennemäärät sekä liukkauden torjunnan menetelmät
- Kunnan hulevesiohjelma tai muut hulevesisuunnittelua ohjaavat asiakirjat



1.2 Ohjeen käyttö

Ohjeen seuraaviin lukuihin on koostettu asiat, jotka muodostavat hulevesiselvityksen ja hulevesien, lumen ja sulamisvesien hallinnan suunnitelman. Jokaisen alaluvun alussa on esitetty luettelo oleellisista asioista, joita kyseisessä osiossa tulisi käsitellä. Vaikka kaikki mainitut asiat eivät koskisi suunnittelualuetta, tulisi ne silti raportissa mainita. Tällä voidaan varmistaa, että kaikki oleelliset asiat on käyty läpi suunnitteluprosessin aikana. Jos esimerkiksi suunnittelualue ei sijaitse pohjavesialueella tai sen läheisyydessä, tulee se todeta raportissa.

Ohjeistus hulevesiselvityksen ja hulevesien, lumen ja sulamisvesien hallintasuunnitelman laatimiseksi alkaa luvusta kaksi, jossa käsitellään suunnittelualueen nykytilannetta ja sen ominaispiirteitä. Luvussa kolme tarkastellaan suunnittelualueen tulevaa tilannetta ja maankäytön muutoksesta aiheutuvia vaikutuksia. Näiden kappaleiden perusteella määritellään suunnittelualueen hulevesien, lumen ja sulamisvesien hallinnan tavoitteet. Luvut 4 ja 5 muodostavat hulevesien, lumen ja sulamisvesien hallinnan suunnitelmaosuuden yhdessä liitteen suunnitelmakartan kanssa.



2 Suunnittelualueen nykytila

Suunnittelutyö käynnistetään selvittämällä suunnittelualueen nykytilan maankäyttö, maaperä- ja pohjavesiolosuhteet, valuma-alueet ja virtausreitit, luonto- ja virkistysarvot sekä kulttuuriympäristön kohteet. Nykytilaselvityksen tavoitteena on tunnistaa hulevesien hallinnalle asetettavia tarpeita ja tavoitteita esimerkiksi suunnittelualueen ominaisuuksien luomien reunaehtojen ja suojeltavien kohteiden osalta.

2.1 Sijainti ja maankäyttö

- *Maantieteellinen sijainti ja pinta-ala*
- *Maankäyttö*
- *Sijoittuminen vesistövaluma-alueisiin*
- *Vastaanottavan vesistön herkkyys ja tila*

Nykytilaselvityksessä esitetään suunnittelualueen maantieteellinen sijainti ja pinta-ala lyhyenä sanallisena kuvauksena sekä karttakuvana. Alueen nykytilanteen maankäyttö sekä kaavoitustilanne kuvataan olemassa oleviin tietoihin pohjautuen.

Suunnittelualueen kytkeytyminen laajempiin vesistövaluma-alueisiin esitetään sanallisesti, jonka lisäksi laajempi valuma-alue ja purkuvesistö osoitetaan kartalla. Vastaanottavan vesistön herkkyys kuvataan aiemmin tehtyjen arviointien pohjalta.

2.2 Maaperä ja pohjavesiolosuhteet

- *Maaperäolosuhteet*
- *Pilaantuneet maa-alueet*
- *Pohjavesialueet ja pohjaveden pinnan taso*

Suunnittelualueen maaperäolosuhteet selvitetään GTK:n aineistoihin sekä mahdollisiin alueellisiin lisäselvityksiin pohjautuen. Vesienhallinnan suunnittelun kannalta on olennaista selvittää mahdollistavatko maaperän ominaisuudet hulevesien imeyttämisen. Lisäksi mahdolliset tiedossa olevat pilaantunutta maa-aineista sisältävät alueet tulee selvittää ja kuvata sanallisesti.

Suunnittelualuetta lähimmät pohjavesialueet ja näiden sijoittuminen voivat vaikuttaa hulevesien ja lumen sulamisvesien laadunhallinnan toteutukseen. Lisäksi pohjaveden pinnan korkeus ja mahdollinen paineellinen pohjavesi voi määrittää reunaehtoja vesienkäsittelyrakenteiden toteutukselle. Pohjaveteen liittyvät tiedot kuvataan sanallisesti ja yhdistettynä karttakuvana maaperätietojen kanssa.



2.3 Valuma-alueet ja virtausreitit

- *Topografian kuvaus*
- *Suunnittelualueen mahdollinen jakautuminen osavaluma-alueisiin*
- *Nykytilan kuivatusratkaisut ja tulvareitit*
- *Nykytilanteessa todetut vesienhallinnan haasteet*
- *Aikaisemmat tärkeät suunnitelmat ja toteutetut rakenteet*

Suunnittelualueen maanpinnan topografia selvitetään Maanmittauslaitoksen korkeusmallin (2 m) perusteella. Aineiston perusteella kuvataan suunnittelualueen maanpinnan muodot ja suunnittelun kannalta tärkeimmät yksittäiset korkotasot (mm. korkein ja matalin kohta, vesistöjen korkeustasot). Tiedot kuvataan sanallisesti ja karttakuvana.

Korkeusmallin, hulevesiverkostotietojen sekä oja- ja rumputietojen perusteella selvitetään suunnittelualueetta koskeva laajempi valuma-aluekokonaisuus, joka jaetaan edelleen pienempiin osavaluma-alueisiin. Selvityksen perusteella kuvataan vesien päävirtaus- ja tulvareitit sekä tunnistetaan mahdolliset jatkosuunnittelussa huomioitavat kriittiset pisteet kuten esimerkiksi väylärummut tai vastaavat pullonkaulakohdat.

Suunnittelualueella nykytilanteessa todetut vesienhallinnan haasteet kuvataan aiempiin selvityksiin tai tiedonantoihin pohjautuen. Lisäksi esitetään aiemmin toteutetut tärkeät vesienhallinnan rakenteet ja ratkaisut.

2.4 Luonto- ja virkistysarvot sekä merkittävät kulttuuriympäristön kohteet

- *Kuvaus muista vesienhallinnan suunnittelussa huomioitavista kohteista ja/tai arvoista*

Suunnittelualueelle laadittujen luontoa-, virkistysarvoja- tai suojelukohteita käsittelevien selvitysten perusteella kuvataan suunnittelualueelle tai sen läheisyyteen sijoittuvat suojelua tai erityistä huomiointia vaativat kohteet sekä näiden ominaisuudet. Hulevesien, lumen ja sulamisvesien hallinnan suunnittelulla voidaan monissa tilanteissa vaikuttaa esimerkiksi erilaisten elinympäristöjen olosuhteiden vaalimiseen tai tilan parantamiseen.



3 Suunnittelualueen tuleva tilanne

3.1 Suunnittelualueen maankäytössä tapahtuvat muutokset

- *Kuvaus maankäytössä tapahtuvista muutoksista*

Suunnittelualueen tulevan tilanteen kuvaus aloitetaan esittämällä tulevat maankäytön muutokset pääpiirteittäin esimerkiksi asemakaavaluonnoksen pohjalta. Muutokset kuvataan lähtöaineiston mukaisella tarkkuustasolla ja kuvauksen tulee sisältää:

- maankäyttömuodoissa ja/tai alueen käyttötarkoituksessa tapahtuva muutos
- muutos rakennetussa pinta-alassa
- muutos liikennemäärissä
- muutos pintatyypeissä: katto- ja katupinnat, vettä läpäisemättömät pinnat, liikennöidyt katu- ja pysäköintialueet, läpäisevät pinnat, kasvillisuuden alueet.

3.2 Vaikutukset virtausreitteihin ja valunnan muodostumiseen

- *Selvitetään muutokset vedenjakajissa ja valuma-alueissa*
- *Yleisarvio maankäytön muutoksen vaikutuksesta valunnan muodostumiseen*
- *Valunnan muutos lukuina mitoituslaskelmiin perustuen*
- *Arvio maankäytön muutoksen vaikutuksista aiemmin luvussa 2 todettuihin nykytilanteen ongelmiin (esim. tulvinta)*

Maankäytössä tapahtuvien muutosten pohjalta selvitetään näistä aiheutuvat muutokset virtausreitteihin, hulevesien muodostumiseen sekä vaikutukset mahdollisiin tunnistettuihin nykytilanteen haasteisiin. Maankäytön muutoksesta aiheutuvat vaikutukset hulevesien muodostumiseen kuvataan sanallisesti (määrä pysyy ennallaan/lisääntyy/vähentyy, virtaamat äärevöityvät/pienenevät). Lisäksi valunnan muutos nykytilanteessa ja tulevassa tilanteessa esitetään mitoituslaskelmiin pohjautuen taulukkomuodossa (Taulukko 1). Laskelmia hyödynnetään hulevesisuunnittelun tavoitteiden määrittelyssä ja mitoituksen lähtötietona luvussa 4.

Taulukko 1. Esimerkkitaulukko: maankäytön muutoksen vaikutus hulevesien muodostumiseen.

Alue	Pinta-ala [ha]	Valuntakerroin [-]		Virtaama, Q [l/s]		Muodostuva hulevesivalunta [m³]	
		Nykyinen	Tuleva	Nykyinen	Tuleva	Nykyinen	Tuleva
Valuma-alue F1 (Tuomenoja)	18	0,11	0,32	380	1106	228	664



Valuma-alue F2 (Ryteenoja)	3	0,16	0,51	92	294	55	176
Valuma-alue F3 (Ryteenoja)	19	0,13	0,29	474	1058	285	635
Valuma-alue F4 (Ryteenoja)	37	0,11	0,32	781	2273	469	1364
Suunnittelualue	35	0,15	0,71	984	4758	590	2855

3.3 Vaikutukset veden ja lumen laatuun ja kuormitukseen

- *Arvio maankäytön muutoksen vaikutuksesta hulevesistä, lumesta ja lumen sulamisvesistä aiheutuvaan kuormitukseen*

Suunnittelualueen maankäytön muutoksen perusteella laaditaan arvio huleveden, lumen ja sulamisvesien laatuun ja kuormitukseen kohdistuvista vaikutuksista. Vaikutukset kuvataan sanallisesti, nykytilaselvityksen tulokset huomioiden. Tarkastelussa kiinnitetään huomiota erityisesti seuraaviin kokonaisuuksiin:

- Onko suunnittelualueella tulevassa tilanteessa enemmän liikennettä, asukkaita tai muuta toimintaa?
- Onko suunnittelualueella paljon aurattavia alueita? Mikä on aurattavan lumen arvioitu laatu?
 - o Sijoittuuko tulevassa tilanteessa suunnittelualueelle enemmän liikennettä tai pysäköintiä?
 - o Tarvitaanko suunnittelualueen tulevassa tilanteessa tiealueilla hiekoitusta tai kemiallista liukkaudentorjuntaa, millä aineilla tämä tullaan toteuttamaan?
- Mikäli kohdassa 3.2. todettiin, että valunnan määrä muuttuu, miten tämä vaikuttaa muodostuvaan kuormitukseen?
- Aiheutuuko maankäytön muutoksesta paineita purkuvesistön tai pohjaveden laadulle/kuormitukselle/eroosiolle? Tai vähentääkö muutos kuormitusta?



4 Hulevesien ja lumen hallinnan suunnitelma ja toimenpide-ehdotukset

4.1 Hulevesien ja lumen hallinnan tarpeet ja tavoitteet

- *Tiivis kuvaus hulevesien hallinnalle asetettavista tavoitteista 1) kunnan/kaupungin hulevesiohjelman tai muiden suunnittelua ohjaavien dokumenttien perusteella ja 2) edellisissä luvuissa esiinnousseiden hulevesien ja lumenhallinnan tarpeiden perusteella*
- *Tiivis kuvaus hulevesien hallinnan suunnittelussa käytetyistä mitoitusperiaatteista*

Hulevesien ja lumen hallinnan suunnittelu käynnistetään kokoamalla yhteen edellisissä luvuissa esiinnousseet hulevesien ja lumen hallinnan tarpeet ja tavoitteet suunnittelualueen tulevassa tilanteessa. Listausta täydennetään kaupungin hulevesiohjelmassa tai yleisissä suunnitteluohjeissa esitettyjen tavoitteiden ja periaatteiden osalta. Tarkoituksena on esittää sekä yleispiirteisiä tavoitteita että suunnittelualueen erityispiirteisiin liittyviä tarpeita, jotka yhdessä muodostavat hulevesien ja lumen hallinnan perustan. Suunnittelukohteen mukaan hallinnan tavoitteeksi voidaan asettaa esimerkiksi:

- huleveden määrällinen hallinta: virtaamien hallinta, luonnollisen vedenkierron ylläpitäminen
- toimiva ja turvallinen kuivatus
- tulvasuojelu ja tulvanhallinta
- eroosion ehkäisy
- laadullinen hallinta: pinta- ja pohjavesien laadun säilyttäminen tai parantaminen, lumen sulamisvesien käsittely
- maaperän vesitaseen ylläpitäminen
- pohjaveden suojelu ja pohjaveden pinnan säilyttäminen
- sadeveden/huleveden hyötykäyttö
- lumitilojen varaaminen
- ilmastonmuutoksen hillintä tai ilmastonmuutokseen varautuminen/sopeutuminen
- vastaanottavan vesistön suojelu ja muut mahdolliset ekologiset/ekosysteemin suojeluun liittyvät tavoitteet
- luonnon monimuotoisuuden tukeminen/lisääminen sosiaaliset, esteettiset ja kulttuurilliset tavoitteet
- työmaavesien hallinta

Hulevesien hallinnassa käytettävänä mitoitusperiaatteina voidaan hyödyntää kunnan suunnitteluohjeissa esitettyjä perusteita tai Suomessa vakiintuneita mitoitusperiaatteita: kerran viidessä vuodessa toistuva 10 minuutin kestoinen mitoitussadetapahtuma, 160 l/s/ha tai 1 m³/100 m², jollei valuma-alueen



ominaisuudet tai hallinnan tavoitteet muuta edellyttä¹. Ilmastomuutoksen huomioiseksi mitoitussadetta tulee kasvattaa 20 % tavanomaisten määrällisen hallinnan mitoitustehtävissä (192 l/s/ha tai 1,2 m³/100 m²). Poikkeuksellisten tulvien tulvariskien arvioiminen tai tulvanhallinnan suunnittelu voi edellyttää myös suurempien korjauskertoimien käyttöä, jotka päätetään tapauskohtaisesti. Laadunhallinnan mitoituksessa ilmastokorjauksen tarpeellisuus tulee arvioida tapauskohtaisesti.

4.2 Hulevesien johtaminen ja hallintamenetelmät

- *Tiivis kuvaus suunnittelualueen sisäisistä hallinnan periaatteista: käytetyt tekniikat/rakenteet ja niiden alustava mitoitus*

Hulevesien johtamisen ja hallinnan ratkaisujen sijoittuminen virtausreiteille ja tilavaraukset esitetään suunnitelmakartassa selvityksen liitteenä. Mitoituksesta esitetään aina mahdollisuuksien mukaan rakenteen alustava tilavuus, tilavaraus ja korkotaso. Mikäli rakenteita on useita, voidaan hallintarakenteiden nimeämisessä käyttää suunnitelmakartalla lyhenteitä, joihin on helppo viitata raportissa. Kartalla esitetään myös hulevesien purkusuunnat ja soveltuvat liitospisteet olemassa olevaan tai tulevaan verkostoon lähtötietojen mukaisella tarkkuudella. Myös liitoskorot annetaan, mikäli ne ovat tiedossa.

Hulevesien johtamisen ja hallintaratkaisujen toiminta- ja mitoituserusteista esitetään raportissa tiivis sanallinen kuvaus. Hulevesirakenteiden toteutuksen periaatteissa voi mahdollisuuksien mukaan viitata olemassa oleviin ohjeisiin kuten RT-kortit, MaaRYL, jne. Hulevesiratkaisujen osalta huomioidaan myös talviaikaisten olosuhteiden toiminta, esim. saako aurauksellisia varastoida hulevesirakenteisiin tai onko talviaikaisten olosuhteiden osalta muita huomioitavia seikkoja.

4.3 Lumen hallinta

- *Kuvataan lumen hallinnan ja lumitilan varaamisen periaatteet sekä mitoituserusteet*
- *Esitetään lumen sulamisvesien käsittelyn menetelmät ja rakenteet sekä niiden sijoittuminen*

Lumen hallinta tulisi pyrkiä toteuttamaan kolmiportaisen prioriteettijärjestyksen mukaisesti, jolloin:

1. Lumi sulaa kasvipeitteisellä alueella, josta sulamisvedet imeytyvät maaperään ja haitta-aineet jäävät pintamaahan.

¹ Lyhytkestoisten sateiden rankkuus ja toistuvuus aika Suomessa. (Ilmasto-opas 2014)
<https://www.ilmasto-opas.fi/visualisoinnit/rankkasateiden-toistuvuus/>



2. Lumi sulaa rakennetulla pinnalla, jolloin sulamisvesien laadunhallintaan, roskaisuuteen ja vesien poisjohtamiseen tulee kiinnittää huomiota ennen lähisiirtopaikan käyttöönottoa.

3. Lumet kuljetetaan alueelta pois

Kuvassa 1 on esitetty yksinkertainen liikennevalokaavio lumen laaturiskien ja hallinnan tarpeen arvioimiseksi. Lumen sulamisvesien käsittely voidaan toteuttaa hulevesien hallinnan rakenteissa tai ne voivat olla omia rakenteitaan. Rakenteiden osalta tulee varmistaa sulamisvesien hallittu johtaminen purkureitille sekä tulevan maankäytön mukainen tarve alueen puhdistamiselle keväällä lumen sulamisen jälkeen.

Lumen hallinnan osalta määritellään lähisiirtokohteiden hyödyntämisen mahdollisuudet sekä arvio lumen poiskuljetuksen tarpeesta. Määrityksessä huomioidaan lumen laatu, suunnittelualueen maankäyttö tulevassa tilanteessa sekä aurattavan lumen määrä. Määrittelyssä voidaan hyödyntää projektissa *Hollolan ja Lahden lumen varastointi- ja vastaanottopaikkojen inventointi ja käytäntöjen kehittäminen*² laadittuja lähisiirtopaikkojen kartoituksen ohjeita.

Talviaikaiseen kunnossapitoon liittyvien ratkaisujen toiminta- ja mitoitusperusteet esitetään sanallisesti raporttitekstissä. Lumitilan tilavaraukset ja hallintaratkaisujen sijoittuminen kuvataan liitteen suunnitelmakartassa. Katualueiden lumitilan määrittämisessä voidaan käyttää mitoitusperiaatteena lumitilakaaviota³. Lumitilan määrittämisen yleisissä periaatteissa voi tarvittaessa viitata olemassa oleviin ohjeisiin kuten Viherympäristöliiton lumitilaoppaaseen⁴.

² Hollolan ja Lahden lumen varastointi- ja vastaanottopaikkojen inventointi ja käytäntöjen kehittäminen. (Hollolan kunta ja Lahden kaupunki 2024)

³ Katujen lumitilakaavio. (Navico Oy 2024) <https://navico.fi/lumitilakaaviot/>

⁴ Lumitilaopas – Ohjeet parempaan talveen. (Viherympäristöliitto 2024)



**Lumen sulaminen ei edellytä erillistä puhdistamista**

- Lumi sulaa kasvipeitteisellä alueella, josta sulamisvedet imeytyvät maaperään
- Keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) <4000, jolloin sulamisvedet eivät edellytä erillistä puhdistamista.

**Lumen sulamisvesistä aiheutuvat laaturiskit tulee arvioida**

- KVL >4000: Vilkkaasti liikennöidyillä alueilla lumen lähisiirtoa ei tule hyödyntää ilman sulamisvesien laaturiskien arviointia. Sulamisvedet tulee pyrkiä käsittelemään laadullisesti.
- Pohjavesi- ja teollisuusalueilla lumen lähisiirtoa ei tulisi hyödyntää, mikäli sulamisvesistä aiheutuu hallitsematon laaturiski.
- Herkkien vesistöjen ja luontokohteiden läheisyydessä lumen lähisiirtoon hyödynnettävät alueet tulee sijoittaa / toteuttaa niin, että sulamisvedet imeytetään maaperään TAI ohjataan laadunhallinnan rakenteeseen ennen niiden johtamista vesistöön.

**Lumen sulamisvedet edellyttävät laadunhallintaa**

- KVL ollessa >10000 lumi tulee siirtää vastaanottopaikalle eikä lähisiirtoa tule hyödyntää ilman sulamisvesien laadunhallinnan rakenteita.
- Mikäli tunnistettua laadullista riskitekijää ei voida käsitellä haitattomaksi lumet tulee kuljettaa lumen vastaanottopaikalle. Vastaanottopaikalla tulee olla järjestettyä asianmukainen vesienhallinta, jotta vältetään roskaantumiset sekä pinta- ja pohjavesiin kohdistuvilta vedenlaaturiskeiltä.

Kuva 1. Sulamisvesistä aiheutuvan laaturiskien ja hallinnan tarpeen arviointi.

4.4 Tulvareitit

- Kuvataan tulvareitit asianmukaisella tarkkuustasolla suunnitelmakartalla

Rankkasadetilanteissa, joissa hulevesijärjestelmän kapasiteetti ei riitä kaiken muodostuvan pintavalunnan johtamiseen, maanpäälliset tulvareitit ohjaavat vedet turvallisesti määriteltuihin purkupisteisiin. Tulvareittien sijainti esitetään suunnitelmakartalla. Tulvareitille ei voi sijoittaa lumen lähisiirtopaikkaa. Tulvareittejä ei tyypillisesti mitoiteta asemakaavatasoisessa suunnitelmassa. Mikäli suunnittelukohteeseen ei voida osoittaa maanpäällistä tulvareittiä, tulee suunnitelmassa osoittaa tarve tulvami-toitetulle hulevesiviemärille ja/tai hulevesipump-paamolle. Mikäli suunnittelualueen tulevat korkotasot ovat jo tiedossa, voidaan tulvareitin toteutumisen edellyttämät korot merkitä suunnitelmakartalle. Tont-tien, katujen ja yleisten alueiden tasauksen suunnittelussa tulee huomioida suunnitelmassa esitettyjen tulvareittien toteutuminen.



4.5 Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta

- *Esitetään periaatteet rakentamisen aikaiseen hulevesien hallintaan*

Rakentamisen aikaisen hulevesien hallinnan tavoitteet määritellään suunnittelualueen ominaisuuksien (maaperä, topografia, ...) ja suojeltavien kohteiden perusteella. Käsittelemättömien työmaavesien johtaminen viemäreihin tai ojiin voi aiheuttaa:

- purkuvesistöjen rehevöitymistä, veden pilaantumista ja samentumista sekä haittaa eliöille ja koko vesiekosysteemille
- ojien, rumpujen, viemäreiden, kaivojen ja pumppaamojen vaurioitumista ja tukkeutumista
- haittaa työmaan toiminnalle.

Rakentamisen aikaisen hulevesien hallinnan tarve ja tavoitteet kuvataan tiiviisti sanallisesti. Tämän lisäksi ohjeistetaan rakennuslupa-asiakirjoissa urakoitsijalta vaadittavista selvityksistä ja suunnitelmista.

Lisätietoa, ohjeita ja esimerkkejä työmaavesien hallinnasta löytyy Lahden kaupungin rakentamisen aikaisten hulevesien hallintaohjeistuksesta⁵ sekä RT-kortista RT 89-11230⁶.

⁵ Rakentamisen aikaisten hulevesien hallintaohjeistus. (Lahden kaupunki 2022)

⁶ RT-kortti 89-11230. Rakennustyömaan hulevesien hallinta. Tilaajan ohje. (Rakennustietosäätiö 2016)



5 Päätelmät ja suositukset

- Yhteenvedona tiivis kuvaus selvityksen päähuomioista ja esitetystä ratkaisusta liittyen hulevesien hallinnan tarpeisiin, tavoitteisiin, hallinnan keinoihin
- Esitetään kaavamääräykset, suositukset ja jatkosuunnittelussa huomioitavat asiat

Viimeisessä kappaleessa käydään tiiviisti läpi hulevesien, lumen ja sulamisvesien hallinnalle esitetyt tavoitteet ja ratkaisut. Tavoitteiden saavuttamiseksi laaditaan myös ehdotukset kiinteistöille sekä yleisille alueille osoitettavista kaavamääräyksistä ja kaavakartalla esitettävistä aluevarauksista. Kaavamääräykset voivat koskea esimerkiksi:

- kiinteistöjen vettäläpäisevän/vettä läpäisemättömän pinnan määrää
- hulevesien ohjaamista
- hulevesien, lumen ja lumen sulamisvesien käsittelytarpeita
- tarvittavaa viivytysvelvoitetta
- hallintarakenteiden menetelmiä ja näille osoitettuja aluevarauksia
- lumen lähisiirtopaikkojen aluevarauksia
- rakentamisen aikaista hulevesien/työmaavesien hallintaa

Jatkosuunnittelussa huomioitavat asiat kuvataan sanallisesti. Näitä voivat olla mm.:

- tasaussuunnittelussa huomioitavat asiat
- päävirtaus- ja tulvareittien jatkuvuuden varmistaminen
- reunaehdot hallinnan suunnitelman mukaisten ratkaisujen tarkemmalle suunnittelulle ja toteuttamiselle
- tarvittavat jatkotutkimukset (esimerkiksi maaperän vedenläpäisevyys)
- hulevesirakenteiden mitoituksen tarkistaminen suunnitelmien tarkentuessa ja muuttuessa
- esitettyjen hallintaratkaisujen ylläpito ja seurantatoimet.





Hollolan ja Lahden lumen varastointi- ja vastaanottopaikkojen inventointi ja käytäntöjen kehittäminen

Hollola

Lahti

SITOWISE

Sisällysluettelo

1	Johdanto	2
2	Selvityksen sisältö ja toteutus	2
2.1	Haastattelut	2
2.2	Maastokatselmus	3
2.3	Paikkatietotarkastelut	3
3	Lumenhallinnan nykytila Hollolassa ja Lahdessa	4
3.1	Lumiolosuhteet Hollolassa ja Lahdessa	4
3.2	Lumen lähisiirto	5
3.2.1	Nykyinen lähisiirtoja koskeva ohjeistus	5
3.2.2	Lähisiirtopaikkojen määrittäminen nykytilanteessa haastatteluiden perusteella ..	6
3.2.3	Lähisiirtopaikkojen sijainti maastokohteissa	7
3.3	Lumen vastaanottopaikat	9
4	Lumenhallinnan suunnittelun tavoitteet	15
4.1	Lumen hallinnan tavoitteet	16
4.2	Lumilogistiikan tavoitteet	16
4.3	Lumen hallinta kaavoituksessa	17
4.4	Sulamisvesien ja talviaikaisten hulevesien hallinta	18
5	Lumen lähisiirron valintaprosessi	18
5.1	Lähisiirtopaikkojen potentiaalin selvittäminen	19
5.2	Hulevesiin ja alueellisiin riskeihin liittyvien tekijöiden huomioiminen	20
5.3	Lähisiirtopaikkojen määrittäminen ja mitoittaminen	21
5.4	Lumen lähisiirtopaikan kapasiteetin ylittyminen	22
6	Paikkatietokartoitukset	23
6.1	Hollolan ja Lahden lähisiirtokohteiden pilottialueet	23
6.2	Hollolan uuden lumenvastaanottoalueen kartoittaminen	27
7	Johtopäätökset	30
8	Lähteet	32

Liitteet

Liite 1. Lumen lähisiirtokohteiden paikkatietoanalyysin tulokset: Tiilikangas, Hollola

Liite 2. Lumen lähisiirtokohteiden paikkatietoanalyysin tulokset: Kartano, Hollola

Liite 3. Lumen lähisiirtokohteiden paikkatietoanalyysin tulokset: Karisto, Lahti

Liite 4. Lumen lähisiirtokohteiden paikkatietoanalyysin tulokset: Metsäkangas, Lahti

Liite 5. Hollolan uuden lumenvastaanottoalueen sijaintitarkastelu



1 Johdanto

Lahden kaupunki ja Hollolan kunta toteuttivat vuosina 2023–2024 *Talviaikainen hulevesien hallinta, riskien tunnistaminen ja maankäytön suunnittelu* -hankkeen, joka sai rahoitusta Ympäristöministeriön vesiensuojelun tehostamisohjelmasta. Hankkeessa kartoitettiin talviaikaisten hulevesien pinta- ja pohjavesille aiheuttamia riskejä, joiden ennakoidaan kasvavan muuttuvan ilmaston myötä lisääntyvän talviaikaisen sateisuuden ja sulantajaksojen yleistymisen seurauksena. Parempi ymmärrys talviaikaisiin hulevesiin liittyvistä riskitekijöistä mahdollistaa myös niihin varautumisen mm. maankäytön suunnittelun sekä lumen varastoinnin, siirron ja muun käsittelyn käytäntöjä kehittämällä.

Raportissa käydään läpi hankkeen kolmannen työpaketin tuloksia. Työkokonaisuuden tavoitteena oli Hollolan kunnan ja Lahden kaupungin lumenhallinnan käytänteiden, kuten lumen kuljetuksen ja varastointikäytäntöjen kartoittaminen. Nykytilannetta ja kehitystarpeita selvitettiin sidosryhmähaastatteluilla, joiden tulokset toimivat työkokonaisuuden lähtöaineistona ja kehitystyön pohjana. Lumen lähisiirtokohteiden kartoittamiseen liittyviä paikkatietoanalyysseja toteutettiin kolmelle pilottialueelle, jonka lisäksi paikkatietoaineistoja hyödynnettiin Hollolan uuden lumenvastaanottoalueen mahdollisten sijaintien kartoittamiseen. Kerättyjen aineistojen ja paikkatietoanalyysien pohjalta laadittiin lumen lähisiirron hyödyntämisen ohjeistus, joka edistää lumen ja sulamisvesien huomioimista osana maankäytön suunnittelua.

Lumen varastointi- ja vastaanottopaikkojen inventointi ja käytäntöjen kehittäminen -raportin on laatinut Sitowise Oy Hollolan kunnan ja Lahden kaupungin toimeksiannosta. Konsultin työryhmään ovat kuuluneet ins. (YAMK) Heidi Vilminko (projektipäällikkö), DI Iida-Maria Seppä, KTM Johannes Haikonen, ins. (AMK) Johanna Simi-Virahsawmy ja Onni Varjos. Laadunvarmistajana toimi TkT Nora Sillanpää.

Suunnittelutyötä on ohjannut ohjausryhmä, jonka jäsenenä Hollolan kunnasta ovat olleet projektipäällikkö Ari Rinkinen ja vesihuoltopäällikkö Riikka Johansson. Lahden kaupungilta ohjausryhmässä ovat toimineet hulevesi-insinööri Juhani Järveläinen, kunnossapitopäällikkö Pasi Leppäaho ja aluevastaava Niko Hyytiäinen.

2 Selvityksen sisältö ja toteutus

2.1 Haastattelut

Haastattelujen tavoitteena oli kerätä kunnan ja kaupungin työntekijöiden sekä urakoitsijoiden kokemuksia talvikunnossapidon nykykäytännöistä, haasteista ja tarpeista. Lisäksi selvitettiin lumenvastaanottopaikkojen toiminnan käytänteitä. Kaikki haastateltavat olivat työskennelleet usean vuoden ajan lumenhallinnan tehtävissä Hollolassa ja Lahdessa.



Haastattelut toteutettiin Teamsin välityksellä helmikuussa 2024 ja niitä järjestettiin yhteensä kolme. Haastattelujen kesto oli noin 0,5–1 h. Asiantuntijahaastattelut toteutettiin puolistrukturoituna haastatteluina, joissa jätettiin tilaa vapaalle keskustelulle ja kokemusten vaihdolle.

Ensimmäiseen haastatteluun osallistui Hollolan ja Lahden kuntatekniikan, kunnossapidon ja puistopuolen viranomaistoimijoita. Toisessa haastattelussa oli mukana Hollolassa ja Lahdessa toimivia kunnossapitourakoitsijoita. Viranomaistoimijoiden ja kunnossapitourakoitsijoiden haastattelujen sisältö oli jaettu kolmeen pääosiin. Ensimmäisessä osassa kartoitettiin talvikunnossapidon nykyisiä käytänteitä ja siihen liittyvää työn dokumentointia ja ohjeistusta. Seuraavassa osiossa kysyttiin mahdollisia haasteita ja rajoitteita lumensiirtoon liittyen ja lopuksi selvitettiin asioita, jotka kaipaivat kehitystyötä.

Kolmanteen haastatteluun osallistui alueella lumen vastaanottopaikkoja hallinnoivan Salpamaa Oy:n henkilöstöä. Haastattelussa selvitettiin vastaanottoalueen toimintaa, sulamisvesien laadullista ja määrällistä hallintaa sekä alueellisia rajoitteita ja tarpeita.

Keskusteluissa saatiin esiin onnistuneita esimerkitapauksia alueista, joissa talvikunnossapito toimii hyvin, mutta myös esimerkkejä alueista ja toimintatavoista, joissa olisi vielä kehitettävää. Ryhmäkeskustelussa esitettiin ajatuksia menetelmistä, joilla lumenhallintaa saataisiin sujuvammaksi ja kustannustehokkaammaksi.

2.2 Maastokatselmus

Hollolan Tiilikankaan ja Lahden Kariston sekä Metsäkankaan alueille toteutettiin maastokatselmus, jonka tavoitteena oli kerätä lisätietoa lumen varastointikäytännöistä sekä lähisiirtokohteiden hyödyntämisestä. Maastokatselmuksen kohteiksi valittiin alueet, joilla on erityyppistä maankäyttöä: Hollolan Tiilikankaan alue on väljä omakoti- ja pientaloalue, Lahden Karisto uusi ja tiivis pientalokohde ja Lahden Metsäkangas, jossa yhdistyy pientaloja, kerrostalolähiö sekä teollisuutta. Kohteissa kirjattiin havaintoja sekä kuvattiin kohteita, joissa lunta varastoitiin. Katselmus toteutettiin yhden päivän aikana huhtikuun 2024 alussa. Maastokatselmuksen havainnot on kuvattu kappaleessa 3.2.3.

2.3 Paikkatietotarkastelut

Lumen lähisiirtoon soveltuvien alueiden tunnistamiseksi tehtiin paikkatietotarkastelu Hollolan kunnan ja Lahden kaupungin määrittämille tarkastelualueille Hollolan Tiilikankaan ja Kartanon alueille sekä Lahden Kariston ja Metsäkankaan alueille. Lähtötietoina hyödynnettiin Hollolan kunnan ja Lahden kaupungin rajapinnoista saatavaa kaava-aineistoa sekä avoimia paikkatietoaineistoja. Tarkastelun tavoitteena oli luoda menetelmä lumen lähisiirtokohteiden kartointiprosessista, jota voitaisiin hyödyntää maankäytön suunnittelun osana.



Lisäksi paikkatietoinventoinnin avulla kartoitettiin potentiaalisia kohteita Hollolan uudeksi lumenvastaanottopaikaksi. Tarkastelussa hyödynnettiin paikkatietoaineistoa Hollolan kunnan omistuksessa olevista alueista sekä avoimia paikkatietoaineistoja mm. maaperän, pohjavesiolosuhteiden ja vesistöjen osalta.

Paikkatietotarkastelujen työvaiheet ja käytetyt aineistot on kuvattu tarkemmin kappaleessa 6.

3 Lumenhallinnan nykytila Hollolassa ja Lahdessa

3.1 Lumiolosuhteet Hollolassa ja Lahdessa

Lumenhallinnalla pyritään tyypillisesti täyttämään kadunhoidollisia tavoitteita. Tällöin myös lumen sulamisvesiä sekä tästä aiheutuvaa laadullista kuormitusta siirretään valuma-alueiden yli. Tyypillisesti tällä tavalla toimitaan erityisesti tiiviisti rakennetuilla alueilla, joilla lähellä syntypaikkaa sijaitsevia lähisiirtokohteita on käytettävissä hyvin vähän. Ennusteiden mukaiset leudontuvat talvet tulevat kuitenkin lisäämään lumien sulamista myös talven aikana, jolloin osa haitta-ainekuormasta väistämättä kohdistuu syntypaikan lähialueiden ympäristöön.¹

Lahden Launeen mittauspisteellä 10 vuoden lumisyvyyden keskiarvo on 0,46 m. Mittausjaksolla viiden lumisimman talven lumisyvyyden keskiarvo on 0,68 m, kun taas viiden vähälumisimman talven lumisyvyys jää vain 0,24 metriin.

Vuonna 2023–2024 Lahdessa ja Hollolassa toteutettiin lumen ja sulamisvesien laaturiskejä käsittelevä tutkimus. Tutkimuksessa otettiin luminäytteitä (16 kpl), joiden perusteella arvioitiin Hollolan ja Lahden lumen laatua.

Tutkimuksessa koskemattoman lumen vesi-arvo oli keskimäärin 83 mm (± 22 mm) ja auratun lumen keskimääräisen vesi-arvon ollessa 305 mm (± 81 mm). Auratun lumen lähes nelinkertainen vesi-arvo johtui lumen suuremmasta syvyydestä ja tiheydestä. Koskemattoman lumen ominaisuudet vastaavat suuruusluokkaa, joita on saatu Suomessa aiemmin toteutetuista lumitutkimuksista. Auratun lumen osalta näytetulokset vastaavat aiemmissa tutkimuksissa todettuja maksimitasoja.²

Näytetuloksissa kiintoaineen määrä vaihteli koskemattoman lumen näytteissä todetuista matalista pitoisuuksista (< 20 mg/l) hyvin suuriin pitoisuuksiin (5000 mg/l). Useimmissa katualueilla sijaitsevista näytepisteistä kiintoaineen määrä oli vähintään 800 mg/l.

Sähkönjohtavuuden ja kloridin osalta tuloksissa erottuivat tiesuolauksen piirissä olevat kokoojaväylät. Kloridipitoisuudet vaihtelivat 0,25–23 mg/l välillä.

¹ Lahden kaupunki, 2022. Talviaikainen hulevesien hallinta, riskien tunnistaminen ja maankäytön suunnittelu.

² Sillanpää, 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality.



Ravinteista kokonaisfosforin pitoisuudet olivat korkeita ja katualueilla pääosin yli 300 µg/l. Pitoisuuksien vaihtelua selittää melko hyvin lumen kiintoainepitoisuus. Kokonaistyyppipitoisuudet olivat maltillisia (alle 1,5 mg/l) vastaten tyypillistä huleveden tyypipitoisuutta.

Havaittujen korkeiden metallipitoisuuksien osalta merkittävimmät olivat sinkki, kupari ja kromi. Näillä metalleilla pitoisuudet olivat korkeita käytännössä kaikilla tutkituilla katu- ja pysäköintialueilla. Myös lyijypitoisuudet olivat paikoitellen korkeita.

Kaikista tutkimuspisteistä löytyi mittavia määriä öljyhiilivetyjä, joista lähinnä raskaita jakeita. Selkeästi korkeimmat pitoisuudet havaittiin vilkkaimmin liikennöidyltä alueilta (yli 5 mg/l). Lisäksi erilaisia PAH-yhdisteitä havaittiin myös osittain ohjearvot ylittävinä pitoisuuksia. Yhdisteitä esiintyi erityisesti vilkkaasti liikennöidyllä alueilla.

Tutkimuksen aikana näytteenottopisteiden läheisyydessä sijaitsevista viemäreistä kerättyjen hulevesinäytteiden pitoisuudet olivat kaikkien parametrien osalta lumen haitta-ainepitoisuuksia maltillisempia. Lumessa haitta-aineet ovat pääosin sitoutuneena kiintoaineeseen, kun taas sulamisvesissä liukoinen osuus kasvaa.

3.2 Lumen lähisiirto

3.2.1 Nykyinen lähisiirtoja koskeva ohjeistus

Hollolan kunnan *Liikenneväylien ja muiden yleisten alueiden hoidon ja kunnossapidon tehtäväkorteissa* määritellään kunnan alueella lumen lähisiirtoon liittyvät ohjeet³. Lumen lähisiirrot tehdään kauhalla varustetulla kalustolla siirtämällä lumi korttelialueen lumen läjityspaikalle. Vallien maksimikorkeudet on esitetty niin, että näkemäalueilla vallit eivät saa ylittää 0,8 m ja suojateiden läheisyydessä valli ei saa olla 0,5 m korkeampi. Lähisiirtoon hyödynnettäviä kohteita tai kohteiden ominaisuuksia ei määritellä ohjeessa. Lumen kasaaminen istutusalueille, kulkureiteille ja katualueiden teknisten rakenteiden läheisyyteen on kielletty. Sulamisvesien kulkeutuminen pintavesikouruihin, ojiin ja sadevesiviemäriin tulee varmistaa pitämällä rakenteet avoinna sekä tekemällä lumivalleihin aukkoja avojien ja rumpujen läheisyyteen.

Lahden kaupungin *Talvihoidon ohjeessa* määritellään lähisiirtoon hyödynnettävien kohteiden kriteerejä⁴. Ennen talvikunnossapidon aloitusta urakoitsijan tulee perehtyä kunnossapidettaviin alueisiin. Lumen lähisiirtokohteissa lumen tulisi saada sulaa häiritsemättä kadun tai kiinteistön käyttöä, ja kohteiden tulisi sijaita kaupungin hyväksymässä paikassa. Lähisiirtoon soveltuviksi kohteiksi mainitaan mm. viheralueet soveltuvien osin, kaupungin omistamat tyhjät tontit ja muut rakentamattomat alueet, kuten katualueiden luiskat. Puisto- ja viheralueilla tulee

³ Hollolan kunta, 2022. Hollolan alueurakka. Liikenneväylien ja muiden yleisten alueiden hoidon ja kunnossapidon tehtäväkortit.

⁴ Lahden kaupunki, 2022. Lahti – Pohjoinen hoidonjohtourakka.



huomioida, ettei lähisiirrosta saa aiheudu vahinkoa istutuksille, pensaille ja puille. Ohjeistuksessa mainitaan, että lunta ei tule kasata:

- kulkuväylille, pysäköintiruutuihin
- rakennettuihin puistoihin, hulevesialtaisiin
- sillan kaiteita vasten, rakennusten seiniä vasten, katualueiden teknisten rakenteiden päälle tai läheisyyteen.

Lahden kaupungin ohjeessa lähisiirron osalta lumivallien korkeus suojateiden tai risteysalueiden näkemäalueilla ei saa ylittää 0,6 m. Lisäksi pintavesikourut ja hulevesikaivojen ritiläkaivot tulee pitää avoimina, jotta sulamisvedet eivät ohjaudu kulkuväylille. Urakoitsijan tulee dokumentoida lähisiirtoihin liittyvät tiedot työmaapäiväkirjaan ja laadunvalvontaraporttiin.

Hollolan tai Lahden alueella ei ole käytössä kirjallista ohjeistusta siihen, milloin lumien lähisiirtoa tulee hyödyntää ja milloin lumet kuljetetaan vastaanottopaikoille. Lähisiirtopaikkojen on löydettävä yleisiltä, kunnan tai kaupungin omistamilta alueilta. Lisäksi urakkasopimuksissa määritellään, että lähisiirtopaikan on oltava noin 50–200 metrin päässä syntypaikalta. Tyypillisiä kohteita lähisiirtopaikalle ovat tonttikatujen kääntöalueet, parkkiruudut, lähivirkistysalueet ja rakentamattomat yleiset alueet, kuten rakentamattomat puistot. Lähisiirtopaikkojen hyödyntäminen painottuu pääosin asuinalueille.

3.2.2 Lähisiirtopaikkojen määrittäminen nykytilanteessa haastatteluiden perusteella

Kuntatoimijoiden haastattelussa kävi ilmi, että lähisiirtopaikkoja kartoitetaan pääasiassa maastokatselmuksena, eikä paikkoja ole merkitty karttasovellukseen tai urakkasopimukseen erikseen. Paikalliset urakoitsijat tyypillisesti tietävät sopivat paikat (esim. yleiset puistokaistat) ja tieto sijainneista kulkeutuu työntekijöiden kesken perimätietona. Lumen lähisiirron hyödyntämisen ja vastaanottopaikalle kuljettamisen määrittää käytännössä aina käytettävissä oleva tila. Lumen laatu, kohteen sijainti tai alueen ominaisuudet, kuten sijoittuminen pohjavesialueelle, ei vaikuta nykyisellään päätöksentekoon. Lähisiirtoa suositetaan, jos se vain on mahdollista. Käytännössä esimerkiksi keskustan alueilta lumi joudutaan tilanpuutteen takia kuljettamaan aina pois. Lumikasat voivat aiheuttaa näkemäesteen liikenteelle, jolloin myös liikenneturvallisuus on arvioinnissa merkittävä tekijä.

Kunnossapitourakoitsijoiden haastattelussa tuotiin ilmi, että Hollolan kunnan toimesta urakoitsijoille ei ole annettu tarkkoja ohjeistuksia lähisiirtopaikkojen kartoitukseen. Yhteistyö kunnan kunnossapitotoimijoiden ja urakoitsijan välillä on sujuvaa ja asioita ratkotaan yhdessä. Lahdessa kunnossapitoa ohjeistetaan syksyisin lähisiirtopaikkojen valinnassa, esimerkiksi aurauskasojen sijoitteluun liittyviä tarkennuksia merkitään ajantasaiseen asemakaavakarttaan. Urakoitsijat tarkastelevat myös omatoimisesti lähisiirrolle sopivia alueita karttapalvelusta. Pääasiassa kunnossapitourakoitsijat tarkastelevat kartasta kiinteistörajoja sekä



kaupungin omistuksessa olevia yleisiä alueita. Kummankaan kunnan alueella urakoitsijoilla ei pääsääntöisesti ole tietoa lumen laadusta esimerkiksi teollisuusalueilla tai vilkkaasti liikennöidyillä alueilla, eikä tähän liittyen ole annettu ohjeistusta.

3.2.3 Lähisiirtopaikkojen sijainti maastokohteissa

Lähisiirtopaikkojen hyödyntämistä kartoitettiin myös keväällä 2024 toteutetulla maastokatselmuksella. Katselmuksen tavoitteena oli selvittää lähisiirtoon käytettäviä paikkoja sekä maankäytön vaikutuksia lähisiirron hyödyntämisen mahdollisuuksiin. Maastokatselmus toteutettiin Hollolan Tiilikankaan ja Lahdessa Metsäkankaan ja Kariston alueilla.

Tiilikankaan alueella lunta varastoitiin päättyvien poikkikatujen päissä sijaitsevilla viheralueilla ja kääntöpaikoilla. Lisäksi lunta oli kasattu poikkikatujen ja kokoojakadun risteyskohtiin. Alueella oli hyvin tilaa lumelle ja varastointipaikkoja oli kauttaaltaan hyvin tiheästi. Lumen auraus lähisiirtopaikoille oli monissa paikoissa käytännössä helppo toteuttaa, koska kaikilla kaduilla ei ollut erillistä kevyen liikenteen väylää.



Kuva 1. Impivaarantien ja Vuohenkalmantien risteys Tiilikankaan alueella. Tonttien ja katujen väliin jäävillä viherkaistoilla on hyvin tilaa lumelle. (Kuva: Sitowise)

Lahden Metsäkankaan alueella lumen varastointitilaa oli vaihtelevasti ja hyvät lumen lähisiirtopaikat voivat olla etäällä toisistaan. Osalla kaduista ajoradan ja pihojen välisellä viheralueella oli hyvin tilaa aurauskasoille. Paikoitellen tarjolla oleva tila oli hyvin kapea, jolloin aurauspenkka kaventaa nopeasti jo valmiiksi kapeaa katualuetta. Isompia varastointikasoja oli kääntöpaikoilla ja teiden risteyskohtiin. Kerrostaloalueella (Rakuunankatu, Hakkapeliitankatu) poikkikatujen päissä sekä risteyskohtiin oli melko hyvin tilaa lumelle. Rakuunankadulla oli myös lumitilana hyödynnettävä viheralue ajoradan ja kevyen liikenteen väylän välissä. Alueen pientalojen tontit ovat pääosin melko etäällä kevyen liikenteen väylästä, joten tilaa lumelle on. Metsäkankaan itäosissa teollisuusalueen kohdalla kadun



varressa oli metsäistä aluetta ja puita, johon lunta ei voi varastoida. Alueella on kuitenkin myös viheralueita, jotka mahdollistavat lumen varastoinnin.



Kuva 2. Ratsumiehenkadun ja kevyenliikenteenväylän risteys Lahden Metsäkankaan alueella. Risteysalueella on hyvin tilaa lumen lähisiirtoa varten, lumi saa sulaa kohteessa ja sulamisvedet imeytyvät alueen maaperään. (Kuva: Sitowise)

Lahden Kariston alue poikkeaa maankäytöltään olennaisesti Tiilikankaan ja Metsäkankaan alueista. Alueen kapeat ja pitkät kadut ovat hankalia lumen varastoinnille ja sopivat varastointipaikat sijaitsivat hyvinkin kaukana toisistaan. Viheralueiden koot olivat myös muita alueita pienemmät. Kariston alueella todettiin olevan paljon katuja, joilla on ajoradan tasossa oleva jalkakäytävä. Tällöin lunta voi käytännössä varastoida auraspenkassa vain toisella puolella katua, jotta jalkakäytävä ei peity. Katutila oli monin paikoin hyvin kapea, jolloin lumen säilyttäminen voi kaventaa katutilan niin, että autojen kohtaaminen ei ole mahdollista. Pidemmillä kaduilla kohtaamispaikkoja hyödynnettiin lumen varastointiin. Tämän lisäksi lunta varastoitiin lähinnä risteyksien nurkissa. Alueen eteläosan pienemmät kadut olivat hieman länsi- ja pohjoisosan katuja tilavampia (Kovakuoriaisenkatu). Karistonkadulla, Kariston rantaväylällä ja Kankaanpäänkadulla ajoradan ja kevyen liikenteen väylän välissä viheralueet olivat hyvin kapeat. Osalla poikkikaduista rakennusten seinät ovat aivan kiinni ajoradan tai kevyen liikenteen väylän reunassa. Näillä alueilla kevyen liikenteen väyliä oli hyödynnetty lumen varastointiin, joka pakottaa jalankulkijat ja pyöräilijät ajoradalle. Poikkikatujen päissä olevaa tilaa oli hyödynnetty lumen varastointiin.



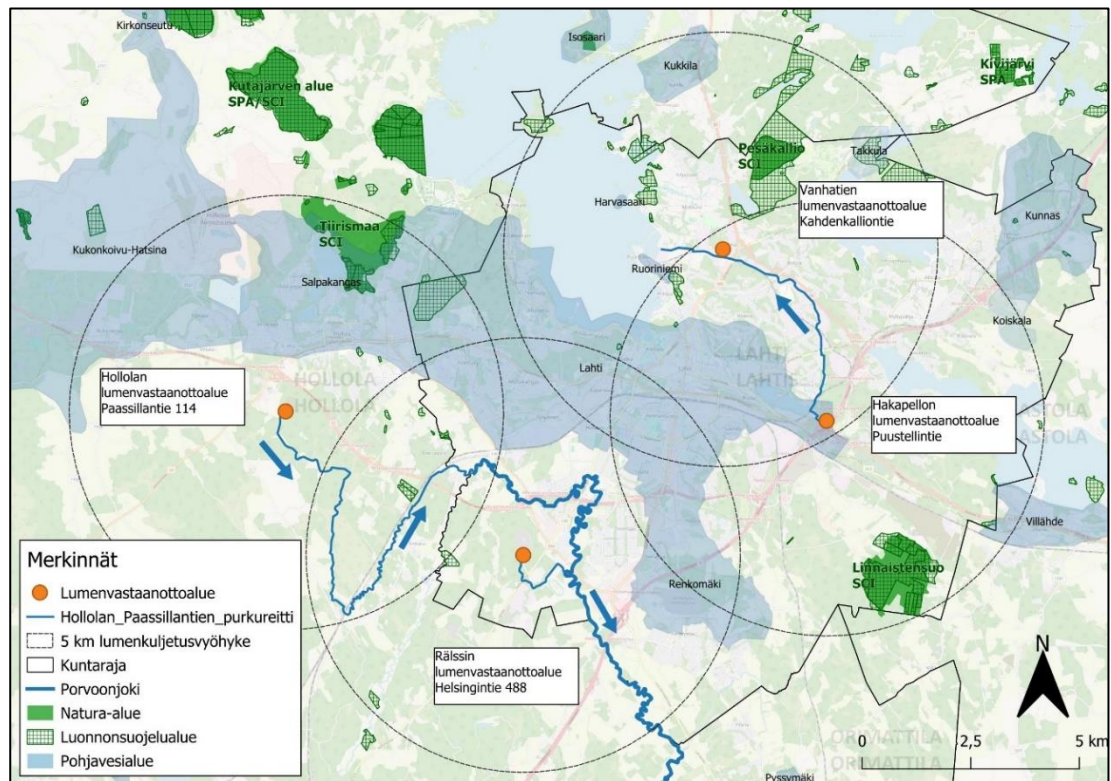
Kuva 3. Kovakuoriaisenkatu Lahden Kariston alueella. Tiiviin katuympäristön takia lumen lähisiirtojen hyödyntämiseen on vähemmän mahdollisuuksia. (Kuva: Sitowise)

3.3 Lumen vastaanottopaikat

Hollolan ja Lahden alueella sijaitsee nykytilanteessa neljä virallista lumen vastaanottopaikkaa: Hollolan Paassillantien vastaanottopaikka ja Lahden Rälssin, Vanhatien ja Hakapellon vastaanottopaikat. Vastaanottoapaikoille kuljetetaan lumia mm. keskusta-alueilta, toreilta, parkkipaikoilta sekä teiden varsilta. Käytännössä lumi aurataan kaduilta ensin tienvarsille, parkkiruutuun tai vastaaville vierusalueille, joista se sitten siirretään pois lumenvastaanottopaikkaan. Toimitettujen kuormien määrästä pidetään vastaanottoapaikoilla kirjaa. Lisäksi lumen vastaanottoalueilla otetaan vastaan käytöstä poistettua hiekoitushiekkaa, jonka uudelleenkäytön mahdollistavia toimintamalleja pyritään kehittämään.

Kuvassa 4 on esitetty Hollolan ja Lahden alueen lumenvastaanottopaikat sekä niiden ympäristön ja sulamisvesien purkureittien luontoarvot. Kuvaan on myös merkitty haastatteluissa esiin nousseet viiden kilometrin vyöhykkeet, joilta lumia on vielä taloudellisesti kannattavaa kuljettaa kyseiselle vastaanottoapaikalle. Nykyisille vastaanottoapaikoille lumi tuodaan noin 2–8 km etäisyydeltä. Purkureittitarkastelu on tehty Scalgo-ohjelmalla, jossa ei ole huomioitu paikallista hulevesiverkostoa.





Kuva 4. Lumenvastaanottoalueet Hollolassa ja Lahdessa.

Lahden lumenvastaanottopaikoista Vanhatie ja Hakapelto sijaitsevat Vesijärven valuma-alueella, kun taas Rälssin ja Hollolan Paassillantien lumenvastaanottopaikat purkavat etelään Porvoonjoen valuma-alueelle. Ajoetäisyydet vastaanottopaikoille vaihtelevat, mutta pyrkimyksenä on kuljettaa lumi aina lähimmälle vastaanottopaikalle. Esimerkiksi Lahden keskustasta on noin 2 km matka Hakapeltoon, 3 km Vanhatielle ja 8 km Rälssiin. Hollolan torilta on noin 4 km Paassillantielle. Lumen ajo edestakaisin 8 km päähän vaikuttaa jo tuntuvasti kustannuksiin ja taloudellisesti lunta olisi kannattavaa kuljettaa alle 5 km matkoja.

Lahden Vanhatien lumenvastaanottoalue Kahdenkalliontien varrella on kooltaan noin 0,5 ha ja sen läheisyydessä on aurinkovoimala sekä muutoin rakennettua aluetta (Kuva 5). Sulamisvedet imeytyvät ympäröivään metsämaastoon tai kulkeutuvat suotopenkereen läpi tienvarsiojaan, joka yhtyy Joutjokeen ja josta vedet kulkevat edelleen kohti Vesijärveä. Vanhatien lumenvastaanottopaikka ei sijaitse pohjavesialueella eikä sen lähiympäristössä tai purkureitillä ole merkittäviä luontoarvoja. Vanhatien lumenvastaanottopaikkaa käytetään lähinnä Lahden keskusta-alueen lumille.

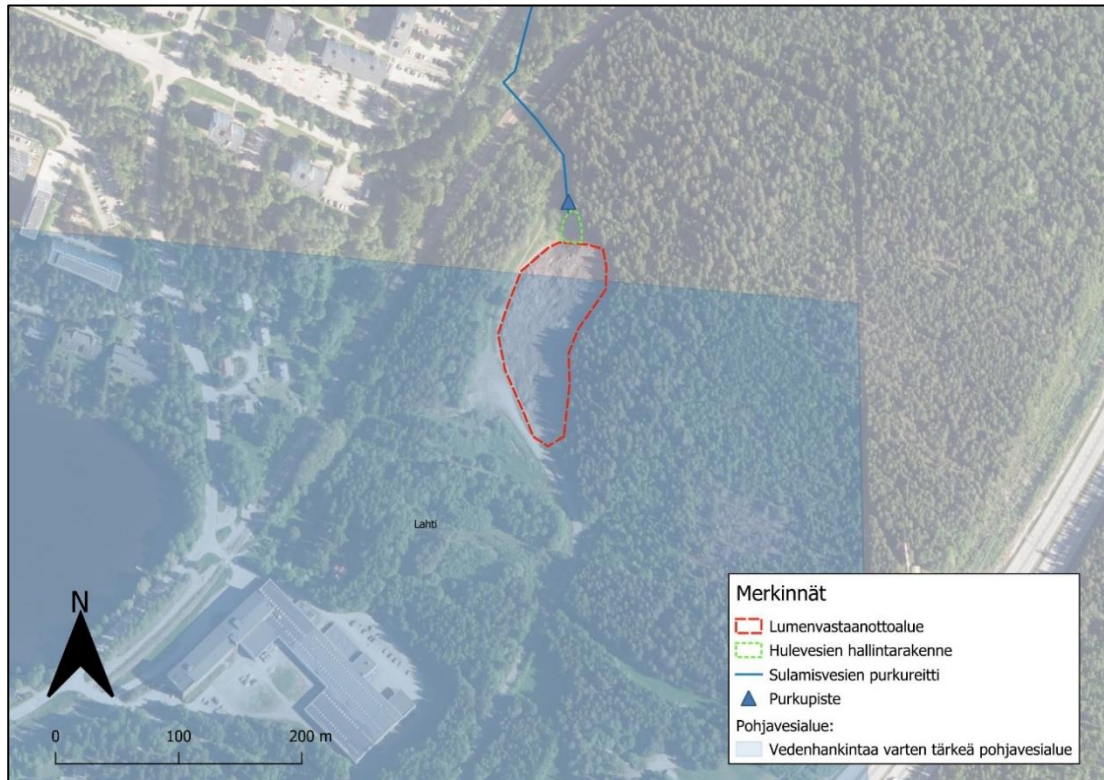




Kuva 5. Vanhatien lumenvastaanottoaikka Lahdessa.

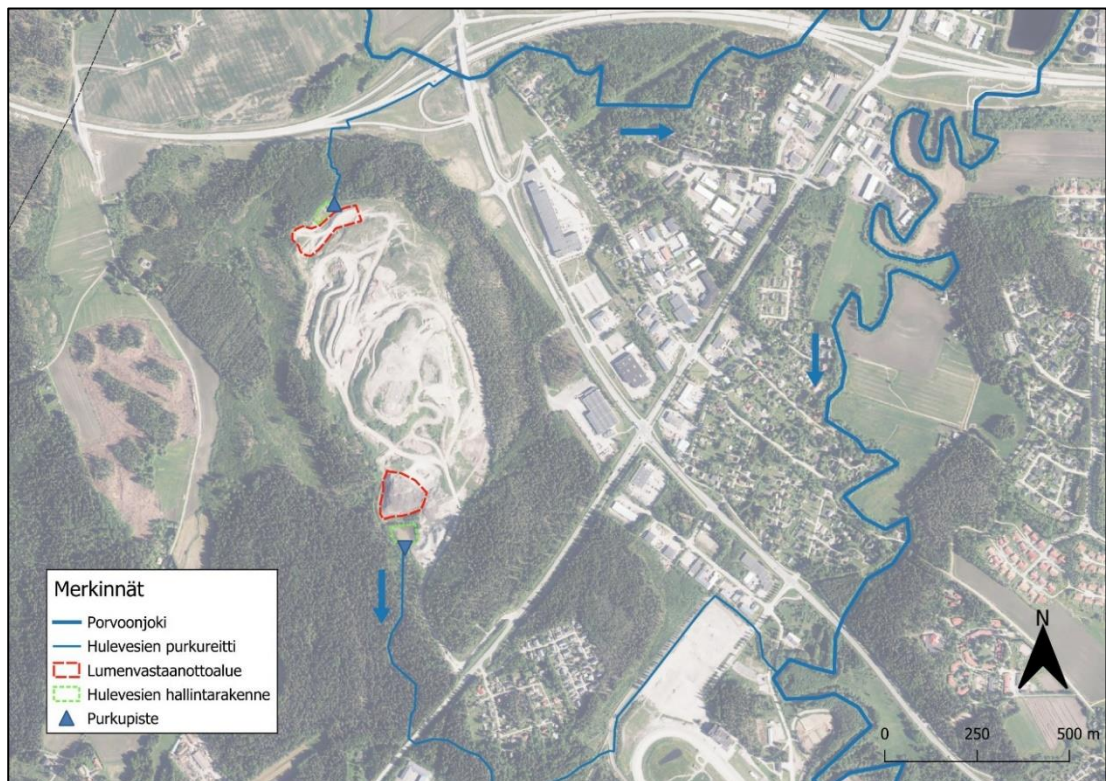
Lahden Hakapellon lumenvastaanottoalue sijaitsee Jovinkadun päässä metsäalueella ja on noin 1 ha kokoinen alue (Kuva 6). Sulamisvedet purkavat laskeutusaltaan kautta metsäalueen maastoon ja ojiin ja sieltä edelleen kohti Vesijärveä. Sulamisvedet imeytyvät osin ympäröivään metsämaastoon tai yhtyvät Joutjokeen tienvarsiojia pitkin. Hakapello on ainoa Lahden ja Hollolan alueen lumenvastaanottoaikoista, joka sijaitsee pohjavesialueella. Tosin sekin sijaitsee aivan Lahden pohjavesialueen laitamilla ja sulamisvesien purkureitti on poispäin pohjavesialueelta. Hakapellolle tuodaan lumia Lahden keskustan alueilta.





Kuva 6. Hakapellon lumenvastaanottoaikka lähellä Joutjärveä.

Rälssin maan- ja lumenvastaanottoalue on Lahden suurin lumen sijoituspaikka ja lumitilaa on noin kaksi hehtaaria koko alueen pinta-alasta. Alueen lumitilavuus on noin 200 000 m³. Rälssin alue sijaitsee noin 5 kilometriä Lahden keskustasta lounaaseen Jokimaan kaupunginosassa. Alueen vedet johdetaan metsäojien kautta Porvoonjokeen (Kuva 7). Lumia kasataan nykyisellään alueen eteläosaan mutta suunnitteilla on siirtää lumenvastaanottoalue maanvastaanottoalueen pohjoisreunalle. Ilmakuvassa on nähtävissä kaksi laskeutusallasta, joihin vedet kerääntyvät ennen purkua avouomaan ja metsäisten alueiden läpi kohti Porvoonjokea. Rälssin lumenvastaanottoalue palvelee pääasiassa Lahden eteläisiä ja itäisiä alueita. Rälssiä käytetään myös tilanteissa, kun muilta vastaanottoaikoilta loppuu tila.



Kuva 7. Rälssin lumenvastaanottoalue, Helsingintie 488.

Itä-Hollolassa, osoitteessa Paassillantie 114, sijaitsee Hollolan kunnan ainoa lumenvastaanottoalue. Lumenvastaanottoalue toimii Salpakierto Oy:n lajitteluaseman yhteydessä ja alueella on myös maa-aineksen vastaanottoa. Lumenvastaanottopaikan käytössä on noin 1 ha alue. Sulamisvedet kulkeutuvat maasuodattimen ja laskeutusaltaan kautta ennen purkua eteläosan metsäojaan. Purkureitti on avouomassa pelto-ojien kautta Melkkaanojaan ja edelleen Koivusillanjoen ja Vähäjoen kautta Porvoonjokeen.





Kuva 8. Hollolan lumenvastaanottoalue ja lajitteluasema, Paassillantie 114

Lumenläjitys ja vastaanotto ei ole ympäristöluvanvaraista toimintaa, joten laki ei velvoita sulamisvesien käsittelyä. Sulamisvesistä aiheutuvaa kuormitusta ei kaikkien toimijoiden osalta myöskään koeta suureksi verrattuna katualueilta ja lumen lähisiirron sulamisvesistä aiheutuvaan kuormitukseen. Pääosin Hollolan ja Lahden seudun lumenvastaanottopaikoilla lumi sulaa, osittain imeytyy maahan (maaperä valtaosin hiekkamoreenia ja paikoittain kalliota) ja osittain ohjautuu purkuojaan laskeutus/tasausaltaan kautta. Lisäksi Vanhatien lumenvastaanottopaikan sulamisvedet kulkeutuvat suotopenkereen läpi ja Hakapellossa on pieni laskeutusallas, johon on asennettu ritalä altaan alkupäähän keräämään roskia. Sulamiskauden loppuilla kevätkesällä suurimmat roskat kerätään käsin ympäröivästä maastosta. Hollolan Salpakierto Oy:n lajitteluaseman yhteydessä on ollut kaatopaikka ja tästä syystä alueella on maasuodatinjärjestelmä.

Runsaslumisina vuosina lumenvastaanottopaikkojen tila käy vähiin. Lahdessa ja Hollolassa on tunnistettu tarve löytää uutta tilaa lumenvastaanottopaikoille lähivuosina. Lahdessa keskustan alueen lumet siirretään ensisijaisesti Vanhatielle ja sen jälkeen Hakapeltoon. Rälssin vastaanottoalueella tila on toistaiseksi riittänyt, mutta sinne lumen ajaminen esimerkiksi Lahden itäosista ei ole kustannustehokasta. Itäisessä Lahdessa ei ole aiemmin ollut omaa lumenvastaanottoaluetta, mutta talvikaudella 2024–2025 Nastolan Levytielle tullaan avaamaan uusi noin yhden hehtaarin vastaanottopaikkaa.



Hollolassa lumenvastaanottopaikka toimii maavastaanoton kanssa samalla alueella, jolloin maavastaanottoa on pitänyt rajoittaa, jotta tilaa lumelle jää. Hollolassa onkin tarvetta löytää nopeasti uusi lumenvastaanottoalue, mutta potentiaalista paikkaa on ollut vaikea löytää.

Haastatteluissa kävi ilmi, että lumen vastaanottopaikkojen kehittämistarpeet nousevat ajankohtaisiksi kuntien tarpeesta, mutta itse kehittämisprosessia edistetään toimijoiden kanssa yhteistyössä. Hollolan ja Lahden alueilla lumen vastaanottopaikkoja hallinnoi Salpamaa Oy. Sopivaa aluetta lumen loppusijoituspaikaksi etsitään yhdessä kuntatoimijoiden kanssa, jotka ohjaavat maankäyttöä. Lumenvastaanottopaikkojen sijainti on mietittävä tarkoin, koska vastaanottoalueilta tulee jonkin verran melua öiseen aikaan tai hyvin aikaisin aamulla. Myös roskaantuminen ja maisemahaitta vaikuttavat sopivan alueen löytymisessä. Haastatteluissa esiin tulleita, lumenvastaanottopaikan muita kriteerejä, ovat muun muassa hyväkuntoiset ja kuorma-autoille tarpeeksi leveät kulkuyhteydet sekä maksimissaan noin 5 kilometrin ajomatka, jotta kuljetuskustannukset ja päästöt eivät nouse kohtuuttomiksi. Kustannussyistä lumenvastaanottopaikan vähimmäiskoko on noin yhden hehtaarin pinta-ala, joka vastaa noin 50 000 kuution lumimäärää.

Lumenvastaanottoalueisiin liittyy myös uusien toimintamallien kehittämistä, kuten mahdollinen kaukokylmän tuotto ja hiekoitushiekan uusiokäyttö. Eri toimintamallien kehittämisaketju on pitkä ja vaatii paljon resursseja, ennen kuin uusia, tuottavia käytänteitä syntyy. Esimerkiksi kaukokylmän verkoston ja asiakaskunnan rakentaminen vie aikaa ja on riskialtista liiketoiminnalle.

4 Lumenhallinnan suunnittelun tavoitteet

Toteutetuissa haastatteluissa nousi esiin useita Hollolan ja Lahden lumenhallintaan liittyviä tarpeita ja tavoitteita. Näiden perusteella tunnistettiin seuraavat kehitystarpeet:

- lumen lähisiirtopaikkojen hyödyntämisen lisääminen
- ohjeistuksen ja kriteeristön laatiminen lumen lähisiirtopaikkojen hyödyntämiseen
- sulamisvesiin ja hulevesien hallintaan liittyvien laaturiskien huomioiminen osana lumitilan suunnittelua tilan tarpeen, ylläpito- ja kulkumien ja liikenneturvallisuuden lisäksi
- lähisiirtopaikkojen paikkatietopohjaisen tunnistamisen ja dokumentoinnin parantaminen
- lumenvastaanottoalueiden hulevesien hallinnan nykytilanteen kartoittaminen ja tarvittaessa vesienhallinnan ja toimintamallien kehittäminen.



4.1 Lumen hallinnan tavoitteet

Lumesta ja sulamisvesistä aiheutuvat mahdolliset riskit läheisille vesialueille ja maaperälle tulisi huomioida suunnittelussa ja haitallisia vaikutuksia ehkäistä. Suunnitelmallinen lumen lähisiirtopaikkojen hyödyntäminen edistää lisäksi luonnollisen vedenkierron ylläpitämistä, kun lumien annetaan sulaa lähivaluma-alueellaan.

Lumen laatuun ja likaisuusasteeseen vaikuttaa alueen maankäyttömuoto, liikennemäärät ja liukkaudentorjunnan käytänteet. Yleistäen voidaan todeta, että aurattu lumi on pääsääntöisesti laadultaan heikkoa. Mitä vilkkaammin liikennöidyistä alueista on kyse, sitä erilaisempia haitta-aineita ja korkeampia pitoisuuksia lumessa havaitaan. Laaturiskien arvioinnissa tulisikin tarkastella alueen maankäyttöä, liikennöintimääriä sekä liukkaudentorjunnan menetelmiä ja suhteuttaa tämä tieto vastaanottavan ympäristön herkkyyteen. Lumen laaturiskit liittyvät erityisesti seuraaviin haitta-aineisiin:

- kiintoaine
- kokonaisfosfori
- sinkki, kupari ja kromi
- öljyhiilivedyt
- PAH-yhdisteet
- kloridi perinteisillä tiesuolattavilla alueilla

Sulamisvesien haitallisten vaikutusten minimoimiseksi erityisesti liikennöidyiltä alueilta aurattu lumi tulisi kerätä lähivaluma-alueellaan sellaisille sijoituspaikoille, jotka mahdollistavat haitta-aineiden pidättymisen.⁵

4.2 Lumilogistiikan tavoitteet

Hyvin suunnitellulla lumilogistiikalla voidaan minimoida lumen siirroista aiheutuvat kustannukset ja päästöt. Mitä vähemmän lumia kuljetetaan, sitä vähemmän aiheutuu meluun, pienhiukkasiin ja kasvihuonekaasuihin liittyviä päästöjä. Useissa tutkimuksissa on arvioitu lumen siirron kustannusten ja päästöjen muodostumista ja tuloksien mukaan lähisiirtoja hyödyntämällä, lumen poiskuljettamisen sijaan, on mahdollista vähentää lumenhallinnasta aiheutuvia kustannuksia jopa 60 % ja saavuttaa 40 % säästöt CO₂ -päästöjen osalta.⁶

Tehokkaan lumenhallinnan reunaehtoina toimivat kaupunkien talviaikainen turvallisuus, saavutettavuus ja esteettömyys. Näiden avulla varmistetaan mm. asukkaiden turvallinen liikkuminen, mutta myös mahdollistetaan pelastus- ja

⁵ Lahden kaupunki, 2023. Lumen ja sulamisvesien aiheuttamien laadullisten riskien kartoitus.

⁶ Huuhtanen ym., 2024. Lumitilaopas – ohjeet parempaan talveen.



turvallisuusalan toiminta kaikissa olosuhteissa. Kaupunkiympäristön turvallisuuteen liittyvät myös risteyksien ja liittymien näkemäalueet talvisin. Lumen sijoittelun suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huolehtia siitä, että kasattu lumi ei muodosta näkemäesteitä, joista saattaisi aiheutua vaaratilanteita.¹

4.3 Lumen hallinta kaavoituksessa

Kansallisissa määräyksissä ja ohjeissa lumi ja lumitiloihin liittyvät vaatimukset on yleensä huomioitu hyvin yleispiirteisesti. Lumitiloja tarkastellaan tyypillisesti vasta yleissuunnitteluvaiheessa, eikä niitä useinkaan mitoiteta vastaamaan todellisia tilatarpeita. Asemakaavoituksen osana toteutetaan eri selvityksiä, mutta lumi ja sen hallintaan liittyvät tekijät jäävät tästä usein ulkopuolelle. Kaupunkien ja kuntien laajoja paikkatietoaineistoja tulisi pystyä hyödyntämään lumenhallinnan suunnittelussa nykyistä enemmän. Lumitilojen huomioiminen on usein ristiriidassa nykyisten aluetehokkuuden vaatimusten kanssa, jolloin lunta ei pystytä hallinnoimaan lähisiirroilla.¹

Yleiskaavatasolla lumen hallintaan liittyviä määräyksiä ei tyypillisesti vielä osoiteta. Asemakaavavaiheessa tulisi tarkastella suunnittelualueelle tarvittavan lumitilan mitoitus, käytettävät lumitilat esimerkiksi katualueiden ympäristössä ja esittää kaavakartalle lumitilan aluerajauksia lumen lähisiirtojen mahdollistamiseksi.

Kaavan mukaisen maankäytön perusteella tulisi määrittää lumen hallinnan tavoitteet: onko tavoitteena hyödyntää lähisiirtoa mahdollisimman paljon vai joudutaanko esimerkiksi tilanpuutteen tai lumen laaturiskien vuoksi lunta siirtämään lumenvastaanotto paikalle. Mikäli lumen lähisiirto on mahdollista, tulee jatkotarkastelussa määrittää tähän soveltuvat kohteet. Kun lähisiirtoon hyödynnettäviä lumitiloja suunnitellaan osana asemakaavoitusta tai pihasuunnitelmia, tulee varmistua siitä, että tieto määritellyistä lumitiloista välittyy myös talvihoitoa suorittavalle taholle.

Kaavoissa osoitettavien lumen lähisiirtopaikkojen soveltuvuutta tulisi tarkastella turvallisuuden, pohjarakenteen kantavuuden, sulamisvesien hallinnan ja talven jälkeisen puhdistustarpeen osalta. Lähisiirtopaikkoja tarvitaan usein esim. risteysalueiden läheisyyteen, jolloin tulee varmistua riittävästä näkemäalueista ja etäisyyksistä katualueen rakenteisiin, kuten aitoihin ja pensaisiin. Lähisiirtopaikkojen sijoittelussa tulee ottaa huomioon pohjarakenteiden kantokyky, jotta lumikuormasta ja mahdollisesta aurauskaluston painosta ei aiheudu painumia tai muita haittoja. Lisäksi kohteiden topografian perusteella tulee varmistua, että sulamisvedet johtuvat turvallisesti hulevesijärjestelmiin tai maastoon eikä niistä aiheudu riskiä rakennuksille. Sulamisvesien imeyttäminen maaperään on vesien laadunhallinnan kannalta suositeltava ja turvallinen ratkaisu. Imeyttämisessä tulee kuitenkin huomioida sulamisvesien laatu ja mahdolliset pohjavesiriskit.

Lähisiirtopaikkojen osoittamisessa tulee huomioida myös kohteiden vaatima hiekan sekä mahdollisten roskien puhdistus ja tästä aiheutuvat kustannukset. Lähisiirtoon tulisi suosia kohteita, joita ei välttämättä tarvitse puhdistaa (puistikot, joutomaat)



tai kohteita, jotka puhdistetaan hiekoitushiekasta joka tapauksessa (esim. soveltuvat pysäköintialueiden osat, aukiot)

4.4 Sulamisvesien ja talviaikaisten hulevesien hallinta

Talviaikaiset sademäärät tulevat tulevaisuudessa kasvamaan suhteellisesti eniten muihin vuodenaikoihin verrattuna. Sadepäivien yleistyessä myös niiden intensiteetti kasvaa ja sadetta saadaan talviaikanakin eri olomuodoissa.⁷ Talviaikainen sulamis- ja hulevesien hallinta tulisi toteuttaa rakenteilla, jotka mahdollistavat sulamisvesien riittävän nopean imeytymisen rakennekerrokseen ja sieltä maaperään tai salaojien kautta purkuvesistöön. Hulevesisuunnittelun keinoin voidaan mahdollistaa lähisiirron hyödyntäminen erilaisissa kohteissa. Korkeatasoista biosuodatusrakennetta ei tulisi sellaisenaan käyttää lumen varastointiin, mutta rakenteesta voi osan muotoilla kasvillisuuspainanteeksi, jossa lumen säilyttäminen on suunnitelmallista, mikäli lumen varastoiminen ei estä veden kulkeutumista rakenteessa eteenpäin. Hulevesialtaan suunnittelun yhteydessä osan suunnittelualueesta voi varata lumenvarastoimille ja tämä huomioidaan rakenteen mitoituksessa. Lisäksi talviaikaisten hulevesien hallinnassa tulee ottaa huomioon lumesta muodostuvat polanteet ja lumivallit, jotka voivat estää hulevesien pääsyn suunnittelulle purkureitille.

5 Lumen lähisiirron valintaprosessi

Luvussa esitetään nelivaiheinen valintaprosessi lähisiirtopaikkojen kartoittamiseksi. Prosessin vaiheisiin lukeutuvat:

- Lähisiirtopaikkojen potentiaalin selvittäminen
- Hulevesiin ja alueellisiin riskeihin liittyvien tekijöiden huomioiminen
- Lähisiirtopaikkojen määrittäminen ja mitoittaminen
- Lumen lähisiirtopaikan kapasiteetin ylittyminen

Lumen lähisiirron valintaprosessin tavoitteena on maksimoida lähisiirtojen hyödyntäminen erilaisissa kaupunkiympäristöissä. Ohjeistuksen avulla voidaan arvioida lumen lähisiirtokohteiden hyödyntämismahdollisuuksia kaavoituksen tilavarauksien suunnittelussa ja tunnistaa kohteet, joissa lumenlähisiirtoa tulisi ensisijaisesti hyödyntää. Lisäksi ohjeistuksessa käydään läpi aluekohtaisia kriteerejä, jotka vaikuttavat lähisiirtopaikkojen valintaan sekä ohjaavat lähisiirtopaikkojen mitoittamisessa.

Työssä määritetyt lumen hallinnan kriteerit on tarkoitettu hyödynnettäväksi asemakaavoitetuilla tai näitä vastaavilla alueilla. Tarkastelun ulkopuolelle jää tiiviit

⁷ Ruosteenoja ym., 2016. Climate projections for Finland under the RCP forcing scenarios.



keskusta-alueet, joilta lumet lähtökohtaisesti joudutaan tilanpuutteen ja turvallisuuden vuoksi siirtämään vastaanottopaikoille. Kehitystyössä on huomioitu ympäristönsuojeluun liittyviä näkökulmia sekä lumenhallinnasta aiheutuvia kustannuksia. Suunnittelussa lumen hallintaa sekä varastointikäytänteitä käsittelevinä tietolähteitä on hyödynnetty mm. Viherympäristöliiton Lumitilaopasta⁶ liitteineen.

5.1 Lähisiirtopaikkojen potentiaalin selvittäminen

1. Lähisiirtopaikkojen potentiaalin selvittäminen

Määritetään lähisiirtopaikkojen alueellinen tarve sekä potentiaalisten lähisiirtopaikkojen sijoittuminen paikkatietopohjaisesti.

- Lähtöaineistona hyödynnetään kiinteistörekisteritietoa tai muuta soveltuvaa aineistoa, jonka aluerajaukset on jaoteltu kohteen käyttötarkoitusten mukaisesti (tontit, kadut, puistot ym.). Tarkasteltava alue ja sen sisältämä aineisto attribuuttitietoineen rajataan ja tallennetaan omaksi shape-tiedostoksi.
 → Katualueiden pinta-alan ja lumen mitoitussyvyyden avulla voidaan laskea arvio lähisiirtopaikkojen kapasiteetin tarpeesta. Lumen mitoitussyvyytenä hyödynnetään tyypillisesti paikkakunnan viimeisen 10 talven keskimääräistä lumisyvyyttä TAI viiden lumisimman talven lumen syvyyden keskiarvoa.
- Aurattaville katualueille luodaan 10 metrin vyöhykkeet, joilla osoitetaan katualueiden läheisyydessä olevat potentiaaliset lumen lähisiirtokohteet. Tämän jälkeen vyöhykkeistä leikataan pois katualueet, tontit, istutusalueet ja muut lumen lähisiirtoon soveltumattomat kohteet.
- Arvioinnin lopputuloksena saadaan kokonaiskuva alueen lumen lähisiirron hyödyntämisen mahdollisuuksista ja yleistason luonnos lumen lähisiirtoon mahdollisesti soveltuvista alueista ja näiden pinta-alasta. Kohteiden jatkotarkastelussa tulisi selvittää alueille osuvat tilaa rajoittavat tekijät, kuten liittymät, puusto, sähkökaapit ja muut katualueen rakenteet. Mikäli hyödynnettävien lähisiirtopaikkojen kapasiteetti on esimerkiksi alueen tilanpuutteen vuoksi heikentynyt tai lähisiirtopaikkojen kapasiteetti ylittyy, tulee lumet kuljettaa vastaanottopaikalle.

Lumen lähisiirtopaikkojen valintaprosessi käynnistetään lähisiirtopaikkojen potentiaalin selvittämisellä. Selvitystyö toteutetaan paikkatietopohjaisena tarkasteluna kaupungin kiinteistörekisteritietoon tai tätä vastaaviin aineistoihin pohjautuen. Selvitystyön tuloksena saadaan tarkastelualueen lähisiirtoon mahdollisesti soveltuvat vyöhykkeet jatkotarkastelua varten. Käyttökelpoinen tunnusluku lähisiirtopotentiaalin arvioimiseksi on esimerkiksi aurattavan alueen suhde potentiaalisten lähisiirtopaikkojen pinta-alaan.



5.2 Hulevesiin ja alueellisiin riskeihin liittyvien tekijöiden huomioiminen

2. Hulevesiin ja alueellisiin riskeihin liittyvien tekijöiden huomioiminen

Prioriteettijärjestys

1. Lumi sulaa kasvipeitteisellä alueella, josta sulamisvedet imeytyvät maaperään ja haitta-aineet jäävät pintamaahan.
2. Lumi sulaa rakennetulla pinnalla, jolloin sulamisvesien laadunhallintaan, roskaisuuteen ja vesien johtamiseen tulee kiinnittää huomiota, ennen lähisiirtopaikan käyttöönottoa.
3. Lumet kuljetetaan alueelta pois

Aluetekijät lumen sulamisvesien huomioimisessa

Liikennemäärät:

- KVL < 4000 Lumen sulaminen ei edellytä erillistä puhdistamista. Suositetaan sulamisvesien imeytymistä maaperään, jotta niistä ei aiheudu haittaa ympäristölle tai hulevesijärjestelmille.
- KVL > 4000 Vilkkaasti liikennöidyillä alueilla lumen lähisiirtoa ei tulisi hyödyntää ilman sulamisvesien laaturiskien arviointia. Sulamisvedet tulee pyrkiä käsittelemään laadullisesti.
- KVL > 10000 Lumi tulee siirtää vastaanottopaikalle, lähisiirtoa ei tulisi hyödyntää ilman sulamisvesien laadunhallinnan rakenteita.

Pohjavesi- ja teollisuusalueet:

- Lumen lähisiirtoa ei tulisi hyödyntää, mikäli sulamisvesistä aiheutuu hallitsematon laaturiski.

Herkät vesistöt ja luontokohteet:

- Lumen lähisiirtoon hyödynnettävät alueet tulee sijoittaa / toteuttaa niin, että sulamisvedet imeytetään maaperään TAI ohjataan laadunhallinnan rakenteeseen ennen niiden johtamista vesistöön.

→ Mikäli tunnistettua laadullista riskitekijää ei voida käsitellä haitattomaksi, ei kohdetta voida hyödyntää lähisiirtoon. Lumet tulee tällöin kuljettaa lumenvastaanottopaikalle. Vastaanottopaikalla tulee olla järjestettynä vesienhallinta, jotta vältetään roskaantumiselta sekä vedenlaadun riskeiltä pinta- ja pohjavesille.

Lähisiirtopaikoilla tulee noudattaa sulamisvesien näkökulmasta esitettyä prioriteettijärjestystä, jonka mukaisesti lumen tulisi ensisijaisesti sulaa alueella, josta vedet voivat imeytyä suoraan maaperään. Toissijaisina vaihtoehtoina tulisi hyödyntää läpäisemättömiä pintoja ja alueita ja vasta viimeisenä vaihtoehtona lumet tulisi kuljettaa pois muodostumisalueelta. Prioriteettijärjestyksen lisäksi tulee arvioida kohdekohtaisia riskitekijöitä, jotka edellyttävät sulamisvesien erityistä hallintaa tai voivat estää lähisiirtopaikan käytön, mikäli riskitekijöitä ei voida ehkäistä.



5.3 Lähisiirtopaikkojen määrittäminen ja mitoittaminen

3. Lähisiirtopaikkojen määrittäminen ja mitoittaminen

Kriteerit lumen lähisiirtopaikaksi

- Kaupungin ylläpitämällä / omistamalla alueella
- Enimmillään 100 m päässä aurattavasta kohteesta
- Sulamisvesien johtamiseen turvallinen reitti
- Ei sijaitse alueellisella tulvareitillä

Lähisiirtopaikkojen edellyttämä tilatarve

- Katualueella vähimmäisvaatimuksena noin kahden pysäköintiruudun kokoinen alue. Alle 8 m² lumitiloja ei ole kannattavaa osoittaa koneella kasattavaksi.
- Muilla alueilla, esimerkiksi katualueiden päässä sijaitsevilla puistikoissa tai joutomailla, tilatarve rajautuu pienimmillään auran kauhan (1,5-2,5 m) kokoiseen aukkoon kasvillisuudessa / puustossa.
- Aurauskaluston tyypillinen kääntösäde on vähintään 3,6 m, joka tulee ottaa huomioon lähisiirtopaikkojen sijoittelussa katutilaan.
- Yli 4,6 m syvät lumitilat vaativat useamman auraussuunnan tai aurauskaluston ajon lumitilan pohjan päälle. Lähisiirtopaikan pohjan ominaisuudet tulee huomioida alueen määrittämisessä.
- Näkemäalueet ja sulamisvesien ohjaaminen tulee huomioida kohteiden valinnassa.
- Lähisiirtopaikkojen kokonaisuus tulee aina sovittaa aurattavan alueen kokoon.

Suosituksia

- Valitaan ensisijaisesti kohteita, jotka eivät vaadi kunnossapitoa tai siistimistä TAI rakennetussa ympäristössä sijaitsevia kohteita, joka kuuluvat koneellisen hiekoitushiekan poiston piiriin
- Lumen lähisiirtopaikat tulisi sijoittaa aurausreittien varrelle tai niiden päihin. Lumitilojen kapasiteetti saadaan parhaiten hyödynnettyä, mikäli lunta voi kasata useammasta suunnasta.

Kohde-esimerkkejä

- Vähäisellä käytöllä olevat katu- / pysäköintialueiden osat
- Kadun päätyjen ja varsien viheralueet (huomioitava näkemäalueet, katualueelle sijoittuva tekniikka ja aurauskaluston kääntösäde)
- Puistikot, joutomaat
- Puistot ja aukiot soveltuvien osien
- Kehittymässä olevat alueet

Valintaprosessissa tunnistettuja kohteita arvioidaan lähisiirtopaikoille esitettyjen kriteerien valossa. Lumitilan mitoituksen tarkastelu käynnistetään arvioimalla alueellinen lumen sadanta sekä selvittämällä aurattavan alueen pinta-ala.

Tyypillisesti katu- ja tieosuuksien lumitila on laskettu katuosuuden poikkileikkauksen perusteella. Luotettavien tuloksien saavuttamiseksi tarkastelu tulisi kuitenkin tehdä koko kadun pituudelta yksittäisen poikkileikkauksen sijaan. Katutilaan sijoittuvat eri toiminnot, kuten liittymät, pysäköintipaikat, istutusalueet ja mahdolliset tekniset laitteet aiheuttavat lumitilakapasiteetin vähentymistä, jota pelkän poikkileikkaukseen pohjautuvan tarkastelun perusteella ei pystytä ottamaan täysimittaisesti huomioon. Lumen lähisiirtopaikkojen tulisi sijaita lähellä, maksimissaan noin 70–100 metrin



päässä aurattavasta kohteesta, sillä lumen kuljettaminen kauhassa yli 200 metrin päähän ei ole enää taloudellisesti kannattavaa.¹

Lähisiirtopaikkojen tilatarpeen osalta tulee huomioida asetetut vähimmäisvaatimukset sekä aurauskaluston koko. Kohteiden määrittämisessä tulee huomioida myös puhdistukseen vaadittavat toimet, työmäärä ja tästä aiheutuvat kustannukset. Lähisiirtoon tulisi pyrkiä hyödyntämään sellaisia kohteita, joita voidaan käyttää ilman merkittäviä kunnossapitotoimia tai joiden huoltotoimet voidaan toteuttaa hiekoitushiekan poiston yhteydessä. Tällöin lähisiirtopaikkojen ylläpidosta ei aiheudu merkittäviä kustannusvaikutuksia. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi kuvassa 9 esitetyn kaltaiset puisto-/lähivirkistysalueet. Parhaimmillaan lähisiirtokohteena voidaan hyödyntää olemassa olevia kasvillisuusalueita, joilla sulamisvedet pääosin imeytyvät alapuoliseen maaperään ilman erityisiä rakenteita. Tiesuolauksen alueilla tulee kiinnittää huomiota kasvilajien suolan kestävyYTEEN.



Kuva 9. Esimerkki tonttikadun päässä sijaitsevasta lähisiirtokohteesta, joka on aurauskalustolla helposti saavutettavissa ja olemassa olevan kasvillisuuden ansiosta huoltovapaa. (Kuvat: Sitowise)

5.4 Lumen lähisiirtopaikan kapasiteetin ylittyminen

4. Lumen lähisiirtopaikan kapasiteetin ylittyminen

Lähisiirtoon varatun kohteen kapasiteetin ylittyessä:

- lunta siirretään ensisijaisesti alueen sisällä toiselle lähisiirtopaikalle
- mikäli alueellinen lähisiirtokapasiteetti on täytynyt priorisoidaan kohteet, joissa oletetaan lumen olevan likaista
- aurataan mieluummin vanhaa likaista lunta pois, kuin "puhtaampaa" uutta lunta



Lähisiirtopaikkojen alueellisen kapasiteetin ylittyessä lumet tulee kuljettaa vastaanottopaikalle. Tällaisessa tilanteessa lumia tulisi ohjata ensisijaisesti pois korkeimman riskin alueilta, kuten katualueilta ja herkkien vesistöjen alueilta.

6 Paikkatietokartoitukset

6.1 Hollolan ja Lahden lähisiirtokohteiden pilottialueet

Lähisiirtokohteiden paikkatietoanalyysin lähtöaineistona käytettiin Hollolan ja Lahden WFS-palvelusta saatua kaava-aineistoa. Lahden osalta käytetty aineisto on kiinteistörekisteritietoa, mutta Hollolan aineistoissa vastaavanlaista jaottelua ei kiinteistörekisteriin ollut toteutettu. Hollolan rajapinta-aineistoista löytyy kuitenkin taso kaavayksiköt, jossa on eroteltu kaavanmukaiset tontit, kadut, puistot ym. Hollolan aineistojen käsittelyssä hyödynnettiin tasojen ”käyttötarkoitus” - attribuutteja aineiston rajaamiseksi. Tarkastelualueista ja niiden sisältämästä aineistosta luotiin Shapefile-tiedostot aluerajauksella, jotka tuotiin ArcGIS Pro - ohjelmistoon lopullista visualisointia varten.

Pilottialueiden aurattavat alueet muodostuvat katualueista, joille tarkastelussa luotiin 10 m vyöhykkeet. Tarkastelun tavoitteena oli osoittaa katualueita lähimmät kohteet, joita olisi mahdollista hyödyntää lumen lähisiirtoa varten. Tämän jälkeen saaduista vyöhykkeistä leikattiin pois katualueet, tontit ja muut lumen lähisiirtoon soveltumattomat sijainnit, kuten istutusalueet. Tarkastelun lopputuloksena pystytään esittämään yleistason luonnos lumen lähisiirtoon mahdollisesti soveltuvista alueista, jota voidaan hyödyntää tarkempaan ja yksityiskohtaisempaan tarkasteluun. Hollolan pilottikohteessa kaava-aineistoista lisättiin mukaan myös viheralueet, joiden sijoittumista ja mahdollista soveltumista lumen lähisiirtoon voitaisiin tapauskohtaisesti selvittää tarkemmin. Useissa tapauksissa viheralueet kuitenkin sijaitsivat jo edellä mainituilla katuverkon ja tonttien sijainnin perusteella muodostetuilla vyöhykkeillä. Karttatarkasteluissa pilottialueen rajausta on esitetty vaalean harmaalla ja siniset vyöhykkeet ovat lumen lähisiirtoon mahdollisesti soveltuvia alueita. Pilottialueiden karttakuvat raportin liitteinä 1–4.

Tunnistettujen potentiaalisten lumen lähisiirtoon hyödynnettävien kohteiden jatkotarkastelussa tulisi selvittää vyöhykkeille osuvat tilaa rajoittavat tekijät, kuten liittymät, puusto, sähkökaapit ja muut katualueen rakenteet. Lisäksi jatkotarkastelussa tulisi varmistua sulamisvesien turvallisesta johtamisesta sekä mahdollisesti tarvittavista lähisiirtokohteiden huoltotoimista. Yksityiskohtaisemman tarkastelun lopputuloksena tuotettava aineisto voidaan esittää esimerkiksi kunnan paikkatietoaineistojen osana, jolloin se on myös urakoitsijoiden saavutettavissa.

Tiilikangas, Hollola

Aurattavien alueiden yhteenlaskettu pinta-ala noin 6 ha

Potentiaalisten lähisiirtopaikkojen yhteenlaskettu pinta-ala noin 9 ha

Potentiaalisten lähisiirtopaikkojen suhde aurattaviin alueisiin 1,5



Tiilikankaan pilottialueella lumenlähisiirtoon soveltuvat kohteet sijoittuvat Tiilikankaantien varrelle sekä tonttikatujen varsilla tai päissä sijaitseville viheralueille. Tonttikaduilla tilaa on suhteellisesti vähiten, sillä tonttien rajautuvat hyvin lähelle katualuetta.



Kuva 10. Tiilikankaan pilottikohteen lähisiirtokohteiksi soveltuvat alueet ja tarkastelualue.

Kartano, Hollola

Aurattavien alueiden yhteenlaskettu pinta-ala noin 6 ha

Potentiaalisten lähisiirtopaikkojen yhteenlaskettu pinta-ala noin 11 ha

Potentiaalisten lähisiirtopaikkojen suhde aurattaviin alueisiin 1,8



Sitowise Oy
Linnoitustie 6 D, 02600 Espoo

Y-tunnus 2335445-0, **Kotipaikka** Espoo
Sähköposti etunimi.sukunimi@sitowise.com

Kartanon alueella lumen lähisiirtoon mahdollisesti soveltuvat alueet sijoittuvat pääosin kokoojakatujen varsille sekä viheralueille. Kartanon alueen tontit rajautuvat hyvin lähelle katualuetta esimerkiksi Orastien, Tähkätien ja Kylvötien kohdalla, jolloin mahdollisten lumen lähisiirtokohteiden määrä vähenee. Kuntotien ja Leipäläntien poikkikatujen risteysalueilla ja Kumpulan alueen kaduilla tilaa lumen lähisiirtoon on tarkastelun mukaan runsaasti.



Kuva 11. Kartanon pilottikohteen lähisiirtokohteiksi soveltuvat alueet ja tarkastelualue.

Karisto, Lahti

Aurattavien alueiden yhteenlaskettu pinta-ala noin 20 ha

Potentiaalisten lähisiirtopaikkojen yhteenlaskettu pinta-ala noin 24 ha

Potentiaalisten lähisiirtopaikkojen suhde aurattaviin alueisiin 1,2

Kariston alueen suhteellisen ahtaiden tonttikatujen varrelle ei pääosin muodostu tarkastelussa lumen lähisiirtoa mahdollistavia kohteita. Alueen kokoojakatujen varsilla lumelle on paremmin tilaa, jonka lisäksi tarkastelun perusteella lähisiirtopaikkoja voisi olla mahdollista osoittaa tonttikatujen päihin esimerkiksi Virsukujan, Tuokkoskujan ja Selännekadun alueella.



Kuva 12. Kariston pilottikohteen lähisiirtokohteiksi soveltuvat alueet ja tarkastelualue.

Metsäkangas, Lahti

Aurattavien alueiden yhteenlaskettu pinta-ala noin 19 ha

Potentiaalisten lähisiirtopaikkojen yhteenlaskettu pinta-ala noin 28 ha

Potentiaalisten lähisiirtopaikkojen suhde aurattaviin alueisiin 1,5

Metsäkankaan pilottialueella lumen lähisiirron mahdollistavat alueet sijoittuvat tieverkon varren viheralueille mm. liikenneviheralueet ja puistot sekä rakentamattomille kohteille. Eniten soveltuvaa tilaa on suurempien teiden varrella sekä kerrostaloalueen läheisillä puisto- ja viheralueilla. Vähiten potentiaalisia lähisiirtokohteita on pientaloalueen keskellä, jossa tonttien rajat tulevat hyvin lähelle katualuetta.





Kuva 13. Metsäkankaan pilottikohteen lähisiirtokohteiksi soveltuvat alueet ja tarkastelualue.

6.2 Hollolan uuden lumenvastaanottoalueen kartoittaminen

Hollolan uuden lumenvastaanottoalueen mahdollisen sijainnin kartoitus aloitettiin tarkastelemalla käytössä olevien nykyisten lumenvastaanottoapaikkojen sijainti ja lukumäärä sekä arvioimalla vastaanotettavan lumen määrää. Lumen hallinnan kannalta ongelmallisimmat alueet ja näiden sijoittuminen määräävät osaltaan vastaanottoapaikan sijoittumista. Hollolassa keskustan alueella ja Salpakankaalla on käytössä vain vähän lähisiirtopaikkoja.

Hollolan lumenvastaanottoalueen sijainnin tarkastelun lähtökohtana oli kasvanut tarve lisäkapasiteetille. Hollolan ainut lumenvastaanottoalue Paassillantiellä on suhteellisen pieni ja alueen kapasiteetti jaetaan maanvastaanoton kanssa. Tarve laajennukselle oli todettu myös kunnan kunnossapidon puolesta.

Tavoitteena oli löytää sijainti, joka täyttäisi kaikki lumenvastaanottoalueelta vaadittavat moninaiset kriteerit. Lumenvastaanottoalueen sijainnin valinnassa on huomioitu:

- maanomistus ja alueen koko
- alueen hydrologia: veden virtausreitit ja purkuvesistö
- maalaji (maan kantokyky ja veden imeytyminen)
- luonto- ja virkistysarvot

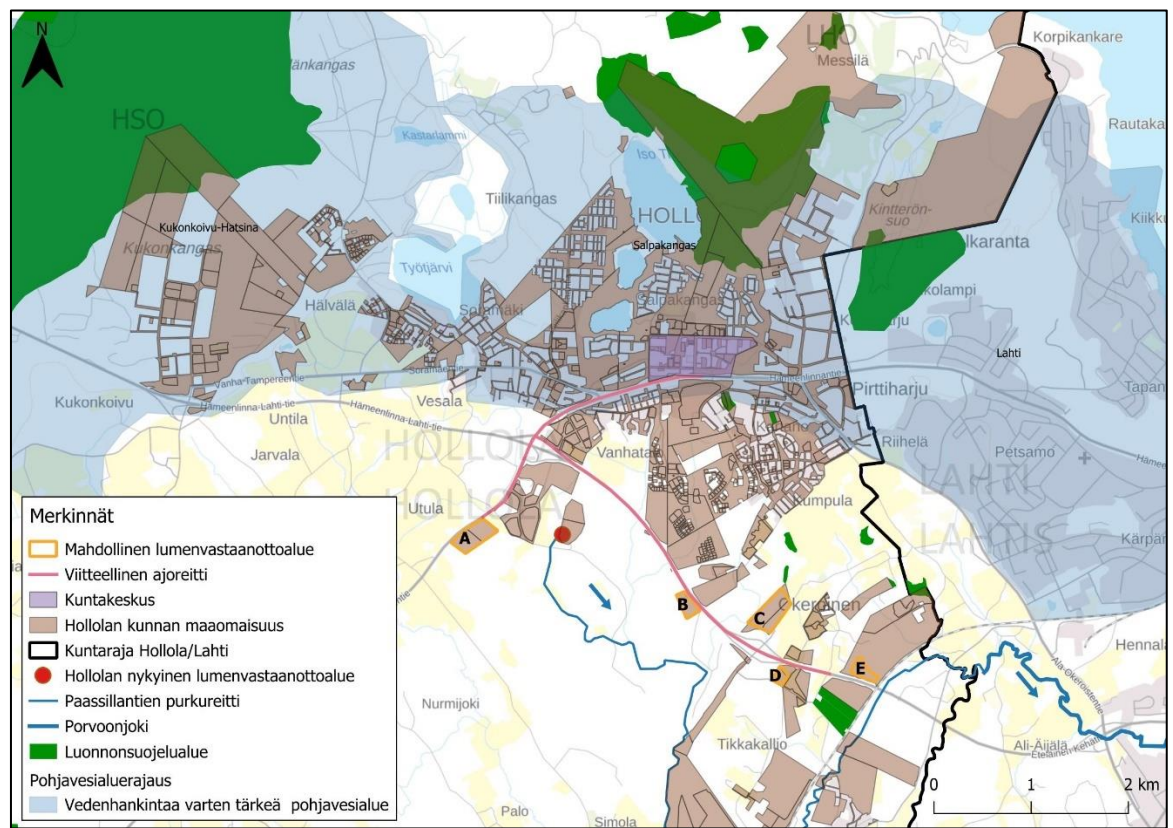


- etäisyys asutuksesta
- etäisyys lumen syntypaikalta sekä kuljetusreitin sopivuus raskaalle liikenteelle
- tilantarve lumen varastoinnille ja mahdollisesti tarvittaville sulamisvesien hallintarakenteille

Tarkastelu aloitettiin sijoittamalla paikkatieto-ohjelmaan kunnan maanomistuksessa olevat alueet. Yleisenä suosituksena lumenkuljetusmatkan tulisi olla alle 10 kilometriä. Hollolan kunnossapidon asiantuntijoiden mukaan kuljetusmatka tulisi kuitenkin olla enimmillään noin viisi kilometriä. Potentiaalisten vastaanottopaikkojen etäisyyksiä tarkasteltiin pääteitä pitkin, jotka soveltuvat myös raskaalle liikenteelle. Kunnossapidon asiantuntijoiden arvioiden mukaan suurin tarve lumen poiskuljettamiseen Hollolassa on keskustan, kuntakeskuksen ja Salpakankaan alueilla, joiden sijaintiin syntyvää ajomatkaa mitattiin. Paikkatietoaineistoon lisättiin myös luonnonsuojelu- ja pohjavesialueet sekä GTK:n maaperäkartta. Taustatieto Hollolan kunnan vesistöjen valuma-alueista, pääpurkureiteistä ja pienvesien tilasta huomioitiin myös tarkastelussa. Lisäksi Hollolan karttapalvelusta saatiin lisätietoa kaavoituksen työkohteista ja virkistysalueista. Potentiaalisia sijainteja arvioitaessa pohdittiin myös lumenvastaanottoalueen toiminnasta aiheutuvaa maisemahaittaa (roskat, kiintoaines, haitta-aineet), melua ja sulamisvesien purkureittiä. Alueella olisi lisäksi hyvä olla riittävät korkeuserot, jolloin kuorma voidaan purkaa suoraan maastoon, eikä sen lisäsiirtelyä tarvittaisi niin paljoa.

Potentiaalisista sijainneista valittiin ne kohteet, joissa yhdistyivät parhaat ominaisuudet kaikkien tarkastelussa huomioitujen seikkojen osalta. Kuvassa 14 ja Taulukossa 1 on esitetty valitut kohteet. Lisäksi karttakuva on esitetty liitteessä 5. Kaikki merkityt kohteet sijaitsevat alle 10 km ajomatkan päässä ja ovat laajuudeltaan yli yhden hehtaarin. Kohteet sijaitsevat kunnan omistamalla alueella. Hollolan ja Lahden nykyisten lumenvastaanottoalueiden vastaavan toimijan mukaan lumenvastaanottoalueen vähimmäiskoko olisi noin 50 000 kuution lumimäärälle, joka vaatii keskimäärin 1 ha alueen. Tätä pienempää aluetta ei vastaanottopaikan toiminnan kustannusten vuoksi kannata perustaa.





Kuva 14. Hollolan lumenvastaanottoalueen potentiaalisen sijainnin paikkatietotarkastelu.

Taulukko 1. Potentiaalisten lumenvastaanottoalueiden kuvaus sekä arvio kohteen soveltuvuudesta.

Kohde	Kohteen kuvaus	Arvio soveltuvuudesta
A	Kohde sijaitsee Riihimäentien varrella lähellä nykyistä lumenvastaanotto-paikkaa. Sijainti noin 3 km päässä Hollolan keskustasta.	+ Maaperä hiekkamoreenia/- kalliota + Hollolan kunnan omistama alue
B	Kohde sijaitsee eteläisellä kehätiellä noin 4 km päässä Hollolan keskustasta.	+ Maaperä hienoa hietaa/ hiekkamoreenia + Hollolan kunnan omistama alue - Asutusta lähellä
C	Kohde sijaitsee Rajalan/Okeroisten alueella noin 5 km päässä Hollolan keskustasta.	+ Maaperä hienoa hietaa + Hollolan kunnan omistama alue
D	Kohde sijaitsee Sillanrakentajantien varrella noin 5,5 km päässä Hollolan keskustasta.	- Maaperä savea + Hollolan kunnan omistama alue
E	Kohde sijaitsee Kivimäessä noin 6 km päässä Hollolan keskustasta.	- Maaperä savea + Hollolan kunnan omistama alue - Purkureitti alittaa mahdollisesti juna radan



7 Johtopäätökset

Työssä selvitettiin Hollolan ja Lahden lumen hallinnan nykykäytänteitä ja kehitystarpeita. Kehitystavoitteiksi tunnistettiin mm. lumen lähisiirtojen mahdollisimman laajan hyödyntämisen mahdollistaminen sekä lähisiirtopaikkojen kartoitukseen liittyvän prosessin kehittäminen. Tunnistettujen tavoitteiden pohjalta laadittiin lumen lähisiirtopaikkojen kartoituksen kriteerit, joiden perusteella voidaan arvioida lähisiirtopaikkojen hyödyntämispotentiaalia sekä yksittäisten kohteiden soveltuvuutta lumen lähisiirtoon. Lisäksi työssä tunnistettiin paikkatietoinventoinnin avulla mahdollisia kohteita Hollolan uudeksi lumenvastaanottoalueeksi.

Lumen lähisiirtojen nykytila

Työn lähtötietojen kartuttamiseksi toteutettujen haastattelujen perusteella lumen lähisiirtoihin liittyviin käytänteisiin tai periaatteisiin ei ole organisoitua toteutustapaa Hollolassa tai Lahdessa. Maankäytön suunnittelussa ja kaavoituksessa lumitilojen varauksia tehdään, mutta tarkasteluun ei ole olemassa systemaattista prosessia. Lumitilasuunnittelussa lumen ja sulamisvesien laatua tai hallinnan toteuttamista ei tyypillisesti huomioida. Lumen siirtojen periaatteet ja ohjeistus urakoitsijoiden suuntaan ei ollut kaikkien toimijoiden osalta aina selkeää ja ohjeistukset tulisikin saattaa kaikkien osapuolien tietoon yksiselitteisenä ja helposti noudatettavana kokonaisuutena.

Lumen lähisiirtokohteiden potentiaali

Lumen lähisiirtopaikkojen potentiaalin selvittämisessä hyödynnettävät lähtöaineistot ovat tarkastelun lopputuloksen kannalta merkittävässä roolissa. Esimerkiksi kaavayksiköiden alueellisesti erilaiset ja toisistaan poikkeavat nimeämiskäytännöt tulee huomioida aineistojen tarkastelussa, jotta luotavat aluerajaukset vastaavat toisiaan. Tieverkkoaineistojen käsittelyssä nousi esiin haasteita yksittäisillä tasoilla esiintyneiden virheiden kanssa, joka vaikutti tarkastelussa jonkin verran esim. pinta-alojen laskentatarkkuuteen ja vyöhykkeiden muodostamiseen. Näitä haasteita lukuun ottamatta, aineistot olivat kattavia ja niiden käsittely pääosin suoraviivaista. Paikkatietoanalyysin tuloksien pohjalta oli mahdollista osoittaa toimintamalli yleisluontoisen lumen lähisiirtopaikoiksi soveltuvien kohteiden tarkastelulle. Tulokset mahdollistavat potentiaalisten kohteiden tunnistamisen yksityiskohtaisempaa tarkastelua varten ja aineistot on helppo jakaa eri toimijoille kunnan tai kaupungin paikkatietoalustan kautta. Työmenetelmä on toistettavissa myös muille tarkastelualueille, olettaen että lähtöaineistojen laatu vastaa tässä työssä käytettyjä aineistoja Lahden WFS-palvelusta.

Projektissa tehdyn paikkatietotarkastelun perusteella Hollolasta ja Lahdesta valituilla pilottialueilla oli pääasiassa hyvin mahdollisuuksia lähisiirron hyödyntämiseen. Lähisiirtopotentiaali (potentiaalisten lähisiirtokohteiden pinta-alan suhde aurattavan alueen pinta-alaan) oli useilla alueilla hyvä (suhdeluku 1,5–1,8) ja yhdellä alueella niukempi (1,2, Karisto Lahdessa). Paikkatietoanalyysin tulokset vastasivat hyvin pilottialueilta saatua kokemusperäistä tietoa lumen lähisiirtopaikkojen käytännöistä. Lisäksi analyysin perusteella Kariston alueellakin voi olla potentiaalisia aiemmin hyödyntämättömiä lähisiirtoon sopivia kohteita. Pilottikohteiden perusteella paikkatietoanalyysi voi paremmin mahdollistaa lähisiirron hyödyntämisen aluetasolla, kun taas Suomessa aiemmin julkaistut lumitilojen arvioinnin työkalut keskittyvät erityisesti melko ahtaan katupoikkileikkauksen lumitilan arvioimiseen. On hyvä



huomioida työssä tarkasteltujen pilottikohteiden pieni määrä. Esimerkiksi tunnuslukujen hyödyntäminen edellyttää menetelmän kehittämistä laajemmilla aineistoilla.

Lumen lähisiirron valintaprosessi

Lähisiirtokohteiden tilavarausten lisäksi kohteiden sijoittelussa tulee huomioida alueen liikennemäärät, pohjavesialueet, herkäät vesistöt ja luontokohteet sekä maaperä. Lähisiirtokohteina tulisi pyrkiä suosimaan kasvipeitteisiä alueita, joilla lumi saa sulaa ja sulamisvedet imeytyvät maaperään. Maaperään imeytyvä sulamisvesi on aina parempi ratkaisu vedenlaadun ja alueellisen vesitaseen kannalta kuin hulevesiviemäriin päätyvät vedet. Imeyttämisessä tulee kuitenkin aina huomioida mahdolliset pohjavesille aiheutuvat laaturiskit. Kohteiden määrittämisessä tulee myös suosia paikkoja, joissa lumen sulamisen jälkeinen puhdistustarve olisi mahdollisimman pieni tai joissa keväistä hiekkojen puhdistusta toteutetaan muutekin. Lumen lähisiirtoon hyödynnettävien kohteiden sijoittelussa ja mitoituksessa tulee ottaa huomioon myös käytettävän auraukskaluston ominaisuudet. Esimerkiksi alueilla, joilla sulamisvesien tulisi imeytyä maaperään auraukskalusto ei voi ajaa lumitilan pohjan päälle.

Lumen vastaanottopaikat

Lumen vastaanottopaikkoja hyödynnetään Hollolassa ja Lahdessa tilanpuutteen, turvallisuuden ja ajankäytön vuoksi. Erityisesti keskusta-alueilta lumia joudutaan siirtämään keskitetyille vastaanottopaikoille. Hollolassa on tunnistettu tarve uuden vastaanottopaikan käyttöönottoon, kun taas Lahdessa olemassa olevat alueet riittävät lumen käsittelyyn. Lumilogistiikan aiheuttamien kustannusten ja päästöjen minimoimiseksi lumenvastaanottoalueen tulisi sijaita mahdollisimman lähellä lumen syntypaikkaa, mikä voi tiivistyvän ja laajemmalle kasvavan kaupunkirakenteen myötä olla vaikeampaa toteuttaa. Lumenvastaanottoalueiden alustavia sijaintivaroja tulisi kartoittaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa maankäytön suunnittelua, esimerkiksi yleiskaavavaiheessa. Tällöin voidaan huomioida esimerkiksi kunnan hulevesien hallintasuunnitelma ja pienvesi-, luonto- ja maisemaselvityksien asettamat reunaehdot. Lumenvastaanottopaikoilla laadullisesti heikommille lumille voidaan järjestää keskistetyt sulamisvesien hallintarakenteet, jolloin etenkin laadullinen hallinta voi olla kustannustehokkaampaa ja helpommin järjestettävissä.

Hollolassa ja Lahdessa olemassa olevilla lumen vastaanottopaikoilla vedenlaaturiskeihin varautumisen taso on hyvin vaihteleva, eikä sulamisvesien laadunhallintaa ole kaikissa tapauksissa järjestetty. Eri toimijoiden haastatteluissa ei kuitenkaan noussut esiin lumenvastaanottopaikkojen vesien käsittelyn puutteista aiheutuneita ongelmia. Koska vastaanottopaikoille kuljetetaan esimerkiksi keskusta-alueiden laadultaan heikompia lumia, tulisi vedenlaadun käsittelyrakenteita ja menetelmiä kehittää toimijoiden kanssa yhteistyössä.



8 Lähteet

Hollolan kunta, 2022. Hollolan alueurakka Liikenneväylien ja muiden yleisten alueiden hoidon ja kunnossapidon tehtäväkortit.

Huuhtanen E., Perälä T. ym. 2024. Lumitilaopas – ohjeet parempaan talveen. Viherympäristöliiton julkaisu nro 76. Tikkurilan Paino Oy.

Keskinen A. 2012. Lumilogistiikan tehostaminen kaupungeissa. Diplomityö, Aalto-yliopisto. Aaltodoc-julkaisuarkisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201211243401>

Lahden kaupunki, 2022. Talviaikainen hulevesien hallinta, riskien tunnistaminen ja maankäytön suunnittelu. Hankesuunnitelma.

Lahden kaupunki, 2022. Lahti – Pohjoinen hoidonjohtourakka 1.10.2023–30.9.2028. Kunnossapidon tuotekortti 6100 Talvihoito.

Lahden kaupunki. 2023. Lumen ja sulamisvesien aiheuttamien laadullisten riskien kartoitus.

Navico Oy. 2024. Lumitilakaaviot. Haettu 19.2.2024. Saatavilla: <https://navico.fi/lumitilakaaviot/>

Reinosdotter K. 2007. Sustainable Snow Handling [doctoral thesis, Luleå University of Technology] Diva-portal. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn%3Anbn%3Ase%3Alt%3Adiva-25745>

Ruosteenoja K., Jylhä K. & Kämäräinen M. 2016. Climate projections for Finland under the RCP forcing scenarios. Geophysica, Volume 51, Issue 1: 17–50. https://www.geophysica.fi/pdf/geophysica_2016_51_1-2_017_ruosteenoja.pdf

Sillanpää N. 2013. Effects of suburban development on runoff generation and water quality. Doctoral dissertation. Espoo: Aalto University.

Venetvaara M. 2014. Lumitilojen mitoitus – Esimerkkikohteena Hiukkavaaran keskus [opinnäytetyö, Oulun ammattikorkeakoulu] Theseus-julkaisuarkisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201405168328>

