



YMPÄRISTÖN-
SUOJELU

Pertti Vakkilainen — Jyrki Kotola — Jyrki Nurminen (toim.)

Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta



Pertti Vakkilainen — Jyrki Kotola — Jyrki Nurminen (toim.)

Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta

HELSINKI 2005

*Julkaisu on saatavana myös Internetistä:
<http://www.ymparisto.fi/julkaisut>*

*Suomen ympäristö 776
Ympäristöministeriö
Ympäristönsuojeluosasto*

*Taitto: Marjatta Naukkarinen
Kansikuva: Outi Salminen*

*ISSN 1238-7312
ISBN 951-731-318-7 (nid.)
ISBN 951-731-319-5 (PDF)*

Edita Prima Oy

Helsinki 2005

Esipuhe.....

Ympäristöklusterin tutkimusohjelman toisen ohjelmakauden tutkimusosiossa *Kestävän yhdyskunnan infrastruktuuri EKO-INFRA* tutkittiin vuosina 2001 - 2003 taajamahydrologiaa ja hulevesiä kahdessa erillisessä tutkimushankkeessa: *Kaupunkivedet ja niiden hallinta (RYVE)* sekä *Hulevesiin ja kiinteistöjen kuivatukseen liittyvän lainsäädännön ja hallinnon kehittäminen*.

RYVE:n neljässä osahankkeessa tutkittiin taajama-alueiden hulevesihuuhtoumistta johtuvaa hajakuormituksen määrää Suomessa, suomalaisesta kaupunkirakentamisesta johtuvia muutoksia pienissä valuma-alueissa ja rakennettujen alueiden hydrologiaa pintavalunnan määrään, laatuun ja ainehuuhtoumiin keskittyen sekä laadittiin esite vesistöystävällisestä rakentamisesta ja hulevesien hallintamenetelmistä. RYVE-hankkeeseen liittyvässä diplomityössä selvitettiin mahdollisuuksia rakennettujen alueiden hydrologian luonnonmukaistamiseen kaupunkisuunnittelun ja luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien avulla.

RYVE-hankkeen tutkimusryhmään kuuluivat Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorio (prof. Pertti Vakkilainen, DI Jyrki Kotola, DI Jyrki Nurminen), Helsingin yliopiston luonnonmaantieteen laboratorio (prof. Matti Tikkanen, FT Olli Ruth, FM DI Paula Kuusisto) ja Suomen ympäristökeskus (MMM Johanna Peltola-Thies, DI Erkki Santala). Yhteistyötä tehtiin Helsingin luonnonsuojeluyhdistys ry:n ja Espoon kaupungin kanssa. Hankkeen vastuullisena johtajana toimi professori Pertti Vakkilainen, joka toimi myös hankkeen ohjausryhmän puheenjohtajana. Hänen ohellaan ohjausryhmään kuuluivat yhdyskuntainsinööri Karl-Erik Blomgren (Kuntaliitto), yli-insinööri Jorma Kaloinen (Ympäristöministeriö), verkostoinsinööri Mika Rontu (Vesi- ja viemärilaitosyhdistys), kehitysinsinööri Erkki Santala (Suomen ympäristökeskus), toimitusjohtaja Pentti Sipi (Espoon vesi).

RYVE-hanketta rahoittivat Ympäristöministeriö, Teknillinen korkeakoulu, Suomen ympäristökeskus sekä Maa- ja vesiteknikan tuki ry. Lisäksi Espoon kaupunki tuki osahankkeen *“Kaupunkialueiden hydrologia - valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla”* toteuttamista.

Hulevesiin ja kiinteistöjen kuivatukseen liittyvän lainsäädännön ja hallinnon kehittäminen -hankkeessa selvitettiin hule- ja kuivatusvesien hallinnoinnin ja lainsäädännön nykytilaa ja kehittämismahdollisuuksia. Tehtyjen selvitysten perusteella laadittiin suosituksia hulevesien liittyvän hallinnon ja lainsäädännön kehittämiseksi. Hankkeen toteutti Nordic Envicon Oy ja ohjausryhmän muodostivat Karl-Erik Blomgren (Suomen Kuntaliitto), Jorma Kaloinen (Ympäristöministeriö), Anneli Tiainen (Vesi- ja viemärilaitosyhdistys), Niilo Nissilä (Oulun kaupunki), Osmo Rosti (Jyväskylän kaupunki), Jarkko Roine (Espoon kaupunki) ja Hannu Silvennoinen (Nordic Envicon Oy). Hanke toteutettiin pääosin ympäristöklusterin tutkimusohjelman rahoituksella. Muina rahoittajina ovat olleet Vesi- ja viemärilaitosyhdistys, Suomen Kuntaliitto sekä Espoon, Jyväskylän ja Oulun kaupungit.

Tutkimuskokonaisuuden tärkeimmät tulokset on koottu käsillä olevaan julkaisuun. Hankkeiden varsinaiset raportit ja tutkimuskokonaisuuden tuottamat muut julkaisut on lueteltu liitteessä 1.

Espoossa 12.4.2005

Pertti Vakkilainen

Jyrki Kotola

Jyrki Nurminen

Sisällysluettelo

Esipuhe	3
Sisällysluettelo	5
Tutkimuskokonaisuuden yhteenveto	8
Kaupunkirakentamisen hydrologiset vaikutukset	12
I Kirjallisuustutkimus	12
1.1 Kaupungistumisen vaikutus sadantaan ja haihduntaan	12
1.2 Kaupungistumisen vaikutus valunnan määrään	12
1.3 Kaupungistumisen vaikutus valumaveden laatuun ja ainehuuhtoumaan	13
1.4 Huleveteen liittyvät ongelmat	15
1.5 Kaupungistumisen vaikutukset lumiolosuhteisiin	15
1.6 Kaupungistumisen vaikutukset pohjavesioloihin	16
2 Kokeellinen tutkimus	16
2.1 Tutkimusalueet ja mittausjärjestelyt	16
2.2 Sadanta ja valunta	18
2.3 Valumaveden laatu	22
2.4 Valumaveden ainehuuhtoumat	26
2.5 Muut tulokset	28
2.6 Yhteenveto ja johtopäätöksiä suomalaisten kaupunkialueiden hydrologiasta	29
Rakennetun ympäristön aiheuttama vesistökuormitus	32
I Johdanto	32
2 Arviointitapa	32
2.1 Yleistä	32
2.2 Ominaiskuormitusmäärä	33
2.3 Maankäyttötapojen varaama ala	35
2.4 Maankäyttötietojen tarkkuus	37
2.5 Luonnonhuuhtouma rakennetuilta alueilta	38
2.6 Rakentamisen aikainen huuhtouma	39
3 Tulokset	39
4 Hulevesikuormituksen merkittävyys vesien tilalle	40
5 Yhdyskuntasuunnittelu hulevesikuormituksen kannalta	41
6 Johtopäätökset	44

Valuma-alueiden kaupungistuminen ja sen vesistövaikutukset	45
1 Johdanto.....	45
2 Tutkimusalueet	45
3 Aineisto ja menetelmät.....	47
3.1 Maankäyttö ja uomasto	47
3.2 Valunta ja kuormitus.....	48
4 Tulokset	48
4.1 Valuntakertoimet	52
4.2 Vuosittainen vesistökuormitus	53
4.3 Uomaston muutokset	57
5 Tulosten tarkastelu	58
5.1 Maankäytön muutos ja valunta	58
5.2 Vesistökuormitus ja sen kehitys	59
5.3 Uomaston muutokset	60
6 Johtopäätökset	63
<i>Luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien ja alue-</i>	
<i>suunnittelun keinoin kohti parempaa taajamahydrologiaa</i>	64
1 Johdanto.....	64
2 Vesitalouden huomioon ottaminen yhdyskuntasuunnittelussa	64
3 Luonnonmukainen hulevedenkäsittely	65
3.1 Huleveden johtaminen.....	66
3.2 Imeytysmenetelmät	66
3.3 Huleveden viivyttäminen	69
3.4 Kosteikko	70
3.5 Luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien	
yhdistäminen	71
3.6 Kooste hulevedenkäsittelymenetelmistä.....	71
4 Ympäristöystävälliset lumenkäsittelymahdollisuudet	74
5 Muita hulevedenkäsittelymenetelmiä	75
5.1 Öljynerotin	75
5.2 Suodatinkaivot	75
5.3 Kaivosuodatin	76
6 Suomessa toteutetut projektit.....	76
7 Johtopäätökset	76
<i>Hulevedet ja kiinteistöjen kuivatus</i>	
<i>Hallinnon ja lainsäädännön kehittäminen</i>	78
1 Johdanto.....	78
2 Selvitykset ja niiden tulokset.....	79
2.1 Hulevesien määrä, laatu ja ainepitoisuudet	79
2.2 Hule- ja kuivatusvesien hallinnan nykytila	82
2.3 Hulevesiä koskevan sääntelyn kuvailu ja kehittäminen	84

3 Johtopäätökset ja suositukset	87
Lähdeluettelo	90
Liitteet	96
Liite 1 Tutkimuskokonaisuuden tuottamat muut julkaisut	96
Liite 2 Arviossa huomioitujen SLICES-alueiden käyttöluokkien kuvaus.	97
Liite 3 Hulevesikuormitus päävesistöalueittain	99
Liite 4 Alueellisen hulevesisuunnitelman alustavia rajauksia ja sisältöä.	111
Kuvailulehdet	113

Tutkimuskokonaisuuden yhteenveto

Kaupungistumisen vaikutukset sadantaan, haihduntaan ja valuntaan

Isoissa kaupungeissa sademäärien on havaittu olevan keskimäärin 10 % suurempia kuin ympäröivällä maaseudulla. Yleensä kaupungistuminen vähentää haihduntaa. Kasvillisuuden vähyys ja vedet alueelta nopeasti pois johtavien päällystettyjen pintojen suuri pinta-ala ovat rakennetulla alueella haihduntaa pienentäviä tekijöitä. Haihdunnan vähentyminen merkitsee kokonaisvalunnan lisääntymistä. Kaupungistuminen lisää pintavaluntaa voimakkaasti, mutta toisaalta yleensä vähentää pintakerros- ja pohjavesivaluntaa. Kaupunkialueen päällystetyt pinnat vähentävät veden imeytymistä maaperään ja edelleen pohjaveteen. Tällöin pohjaveden pinta tavallisesti alenee ja pohjavesivirtaus uomiin pienenee. Tämä saattaa aiheuttaa uoman virtaaman pienenemistä kuivan kauden aikana.

Pintavalunnan määrä rakennetuilla alueilla

Mitä enemmän alueella on päällystettyä pintaa, sitä nopeammin ja tehokkaammin sadanta muuttuu pintavalunnaksi. Sadanta-valuntatapahtuman valuntakerroin (välittömän valunnan ja sadannan suhde) vaihtelee suuresti samallakin alueella, ollen yleensä sitä suurempi mitä suurempi on tapahtuman sademäärä. Toisaalta, paljon päällystettyä pintaa sisältävillä alueilla pienikin sade voi aikaansaada suuren valuntakertoimen. Selvimmin kaupunkirakentamisen pintavaluntaa lisäävä vaikutus ilmenee kesäisin ja sateettoman kauden jälkeen sekä erityisesti pienten sateiden yhteydessä.

Suomalaisilla kaupunkialueilla sadanta-valuntatapahtumien keskimääräinen valuntakerroin on yleisesti noin puolet alueen päällystettyjen pintojen osuudesta. RYVE:n osahankkeessa *“Kaupunkialueiden hydrologia - valunnan ja ainekuormituksen muodostuminen rakennetuilla alueilla”* sadanta-valuntatapahtumien valuntakerroin oli Laaksoahden tutkimusalueella keskimäärin 0,04 ja Vallikallion tutkimusalueella keskimäärin 0,18. Vastaavasti päällystettyä pinta-alaa alueilla oli noin 20 ja 50 %. RYVE:n osahankkeen *“Kaupunkirakentamisen aiheuttama valuma-alueiden ja vesistöjen muuttuminen sekä sen seuraukset Suomessa”* tutkimusalueilla pintavalunnan osuudeksi arvioitiin 14 - 32 % sadannasta päällystettyjen pintojen osuuden ollessa 17 - 24 % koko pinta-alasta. Tarkastelun alkutilanteessa 1930 - 50 -luvulla päällystettyä pintaa oli 2 - 3 % ja pintavalunnan osuus oli 7 - 22 % sadannasta.

Pintavalunnan laatu ja ainehuuhtouma rakennetuilla alueilla

Yleensä kaupungistuminen heikentää pintavesien laatua. Kaupungissa vesiin pääsee lika-aineita mitä moninaisimmista lähteistä, minkä lisäksi kaupunkialueen vesien laatua heikentää luonnollisten vettä puhdistavien elementtien vähyys. Hulevedet voivat sisältää haitallisia ja myrkyllisiä yhdisteitä. Huleveden laadussa on vaikea havaita maankäyttömuojoista johtuvia eroja, mutta esimerkiksi asuinalueiden hulevedessä on yleensä enemmän fosforia ja bakteereja kuin muiden kaupunkimaisten alueiden hulevesissä. Yleensä hulevesi on sitä huonompaa, mitä tehokkaammin alue on rakennettu.

Valumaveden keskimääräiset kokonaistyyppi-, kokonaisfosfori- ja kiintoainepitoisuudet sekä kemiallinen hapenkulutus olivat Vallikallion kerrostaloalueella korkeammat kuin Laaksoalahden pientaloalueella. Huleveden sähkönjohtavuus sitä vastoin oli keskimäärin korkeampi Laaksoalahdessa.

Huleveden laatu vaihtelee myös samassa tarkastelupisteessä muun muassa sadeoloista ja vuodenajasta johtuen. Laaksoalahden ja Vallikallion tutkimusalueiden valumavedestä mitattu suurin kiintoainepitoisuus oli noin 2 000-kertainen pienimpään havaittuun pitoisuuteen verrattuna. Usein huleveden laatu on huonommillaan sateiden alussa, jolloin vesi huuhtoo päällystetyille pinnoille kertyneen lian. Varsinkin keskusta-alueilla huleveden laatu on sulamiskaudella monesti huonompi kuin sulan kauden aikana. Sulan kauden aikana ainepitoisuudet ovat useimmiten suurimmillaan rankkojen sateiden yhteydessä. Laaksoalahden ja Vallikallion tutkimusalueilla valumaveden sähkönjohtavuus oli korkein talvella ja keväällä. Valumaveden kemiallinen hapenkulutus, kokonaisfosfori-, kokonaistyyppi- ja kiintoainepitoisuudet vaihtelivat suuresti. Suurimmat COD_{Mn}-arvot havaittiin molemmilla alueilla kesällä, Vallikalliossa keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus oli talvella ja keväällä korkeampi kuin kesällä, kokonaisfosfori- ja kiintoainepitoisuudet olivat keskimäärin korkeammat loppukevällä ja kesällä kuin lumikaudella.

Kaupunkirakentaminen lisää valumavesien aiheuttamia ainehuuhtoumia. Joissakin tapauksissa kaupunkialueen hulevesihuutouma voi olla merkittävä vesiympäristön kuormittaja. Mitä suurempi osa alueesta on päällystetty vettä läpäisemättömäksi, sitä suurempi on yleensä ainehuutouma. Huutoumat ovat suuria sekä sulantakaudella että sulan kauden sateiden aikana. Vallikallion kerrostaloalueella huutoumat olivat suurempia kuin Laaksoalahden pientaloalueella. Alueiden vuosihuutoumat olivat: kiintoaine 20 000 ja 10 000 kg/km²/a, kokonaisfosfori 40 ja 20 kg/km²/a, kokonaistyyppi 900 ja 500 kg/km²/a sekä orgaaninen aine, COD_{Mn}, 4 000 ja 3 000 kg/km²/a O₂.

Rakentamistoiminta huonontaa valumaveden laatua ja lisää ainehuuhtoumia. Varsinkin kiintoaineen pitoisuudet ja ainehuutoumat voivat olla rakentamisen aikana moninkertaisia rakennettuun alueeseen nähden. RYVE:n osahankkeen *“Kaupunkialueiden hydrologia - valunnan ja ainekuormituksen muodostuminen rakennetuilla alueilla”* kaupungistuvalla Saunalahdenrannan tutkimusalueen valumavedestä mitattiin maanrakennustöiden aikana korkeita ainepitoisuuksia: esimerkiksi huhtikuun 2002 keskimääräinen kiintoainepitoisuus oli 11-kertainen ja kokonaisfosforipitoisuus 5-kertainen Vallikallion valumaveden pitoisuuksiin nähden. Huutoumat (kg/km²) olivat vastaavasti 15- ja 7-kertaiset.

Kaupunkirakentamisen myötä pintavalunnan mukana vesistöihin huuhtoutuvat raskasmetallikuormat ovat kasvaneet. Sen sijaan ravinnehuutoumat, varsinkin typen osalta ovat peltoalueilla usein suurempia kuin kaupungissa. RYVE:n osahankkeessa *“Kaupunkirakentamisen aiheuttama valuma-alueiden ja vesistöjen muuttuminen sekä sen seuraukset Suomessa”* arvioitiin sinkki- ja kuparihuutoumien 2 - 4 -kertaistuneen 50 - 65 viime vuoden aikana voimakkaasti kaupungistuneilla tutkimusalueilla. Suomalaisilla kaupunkialueilla on mitattu seuraavia ravinnehuutoumia: tot-N 200 - 1 000 ja tot-P 20 - 200 kg/km²/a. Pellon tyyppihuutouma on tavallisesti noin 1 000 kg/km²/a ja fosforihuutouma noin 100 kg/km²/a. Kiintoaineen huutouma on suomalaisissa kaupunkialueiden hulevesitutkimuksissa vaihdellut laajasti: alle 10 000 - 120 000 kg/km²/a.

Rakennetun ympäristön aiheuttama kuormitus

Koko maan tasolla rakennettu ympäristö on kuudenneksi suurin vesistöjen typen (1,5 %) ja fosforin (2,1 %) kuormituslähde. Kuormitus on kertaluokkaa pienempi kuin maatalouden kuormitus ja puolet metsätalouden hajakuormitukses-

ta. RYVE:n osahankkeen ”*Taajamien aiheuttaman aiheuttaman hajakuormituksen arviointi*” tulosten mukaan rakennetun ympäristön fosfori- ja typpikuormitus on suurempi kuin teollisuuden (poislukien massa- ja paperiteollisuus) ja noin puolet haja-asutuksen päästöistä. Suomen Itämeren suojeluohjelmassa ja Vesiensuojelun tavoitteet 2005 –ohjelmassa teollisuus ja haja-asutus on sidottu vähentämään päästöjään. Tämän perusteella tulisi myös rakennetun ympäristön aiheuttaman kuormituksen kansallisen tason koordinoitua ja vähentämistä vaatia.

Hulevesikuormitus keskittyy 748 taajaman yhteyteen, joten sen merkitys korostuu hulevesien purkualueilla ja purkuvesistöissä. RYVE:n osahankkeessa ”*Kaupunkirakentamisen aiheuttama valuma-alueiden ja vesistöjen muuttuminen sekä sen seuraukset Suomessa*” saadut tulokset viideltä pieneltä kaupunkialueelta sisältävältä valuma-alueelta osoittivat hulevesien aiheuttavan selvästi yli puolet koko valuma-alueen kiintoaine- ja fosforikuormasta ja noin puolet typpikuormasta. Hulevesiä vastaanottavien pienten vesialueiden ja vesistöjen tilan kannalta kuormituksen vähentämistä tulee harkita.

Ilman hulevesikuormituksen vähentämistekniikoiden käyttöönottoa kerrostaloasuminen näyttäisi olevan vesisuojelun kannalta edullisin asumismuoto. Tämä johtopäätös perustuu pääosin 1950-90 –luvulla rakennettujen alueiden ominaiskuormitustietoihin. Suomessa tarvitaan tutkimustietoa uusien alueiden aiheuttamasta kuormituksesta sekä hulevesien hallintatekniikoiden tehokkuudesta erityyppisillä taajama-alueilla. Lisäksi pitkäaikainen seuranta asuinalueilta, rakennettavilta alueilta sekä keskusta- ja teollisuusalueilta on tarpeen kuormitusarvojen tarkentamiseksi. Myös liikenteen aiheuttama hulevesikuormitus olisi selvitettävä.

Kaupungistumisen vaikutus pieniin vesistöihin

Taajama-alueilla purojen uomasto pysyy vain harvoin luonnontilaisena. Päälystetyn pinnan määrät ovat esikaupunkialueillakin niin suuria, että vesistöjen fyysisissä tai ekologisissa tekijöissä tapahtuneet tai tapahtuvat muutokset ovat todennäköisiä ja saattavat olla paikoin jopa voimakkaita.

Uoman muokkausasteella on havaittu olevan selkeä yhteys uoman virtaukseen ja habitaattityyppien määrään, mutta muokkausten ekologisista vaikutuksista ei ole vielä tarpeeksi tutkimustietoa. Purojen maisemallinen ja virkistyskäytöllinen arvo kuitenkin tukee niiden säilyttämistä avoimina myös taajamaympäristössä. Lähellä luonnontilaa olevissa uomissa vesieliöstön elinolosuhteet ovat monipuoliset, virtaukset vaihtelevat ja särkkien määrä on suuri. Voimakkaasti muokatuissa uomissa eliöstön elinolosuhteet ovat yksipuoliset ja uoman muutoksilla voi olla ratkaiseva merkitys muun muassa purojen kalastolle.

RYVE:n osahankkeessa ”*Kaupunkirakentamisen aiheuttama valuma-alueiden ja vesistöjen muuttuminen sekä sen seuraukset Suomessa*” tutkimusalueiden kaupungistuessa uomapituus 2-4 -kertaistui 1930 - 50 -luvulta nykypäivään. Pääosin uomapituuden kasvu selittyy putkitetuilla hulevesiviemäreillä. Nykypäivänä uomapituudesta yli puolet on putkitettu, kun taas alkutilanteessa uomat olivat kokonaisuudessaan avouomia.

Tutkimusalueiden purojen uomastosta 0 - 50 % on säilynyt täysin tai lähes luonnontilaisena, voimakkaasti muokattua tai putkitettua uomastoa on 0 - 54 %. Voimakkaimmin muokatut uomaosuudet sijaitsevat pääosin teollisuusalueilla tai hyvin tiiviillä kerrostaloalueilla. Suurin osa luonnontilaisena säilyneistä uomista sijaitsee tutkimusalueiden rakentamattomilla osilla ja osin myös pientaloalueilla.

Hule- ja kuivatusvesien sääntelyn ja hallinnon nykytila ja uudistustarve

Hule- ja kuivatusvesien johtaminen ja hallinta on kokonaisuus, jonka osapuolina ovat kiinteistöt, kunta (osin myös valtio) ja vesihuoltolaitos. Kuivatuskysymyk-

siin liittyvät vastuut ja velvoitteet ovat viime aikoina nousseet esille erityisesti rakennusten kosteus- ja homeongelmien takia. Sääntelyssä hulevedet ja kiinteistöjen kuivatusvedet ovat kulkeneet pääasiassa viemäriverisien yhteydessä. Tämä ei välttämättä ole perusteltua, sillä hulevesien ja kiinteistöjen kuivatusvesien synty ja luonne poikkeaa huomattavasti viemäriverisistä. Suomessa uutena asiana on noussut esille kysymys hule- ja kuivatusvesien pilaavasta vaikutuksesta ja ympäristönsuojelullisen valvonnan tarpeesta.

Tutkimushankkeen ”Hulevesiin ja kiinteistöjen kuivatukseen liittyvän lainsäädännön ja hallinnon kehittäminen” osana toteutettiin erityyppisissä kunnissa omaksuttujen käytäntöjen ja kuntien vastuuhenkilöiden mielipiteiden kartoittamiseksi kuntakysely. Kyselyn ja tehtyjen selvitysten perusteella on ilmeistä, että hule- ja kuivatusvesien johtamiseen ja hallinnointiin on muodostunut toimivia, jonkin verran toisistaan poikkeavia käytäntöjä eikä merkittäviä puutteita koeta olevan. Lainsäädäntö on kuitenkin hajanaista ja osin päällekkäistä, mikä aiheuttaa sekaannusta ja riitoja varsinkin tontinomistajien välille. Vedenjohtamisoikeuksien eli rasitteiden perustamisen osalta päällekkäisten ja vaihtoehtoisten menettelyjen karsiminen on tarpeen. Myös johtamisesta aiheutuvan haitan ja vahingon korvausmenettely tulisi yhtenäistää. Tulevaisuudessa hule- ja kuivatusvesien keruu ja johtaminen tulisi suunnitella asemakaavoitukseen kytkettynä kokonaisjärjestelmänä, jossa huomioitaisiin muun muassa mahdolliset haitta-ainepäästöt.

Kaupungistumisen aiheuttamien hydrologisten muutosten sekä hulevesiin liittyvien ongelmien vähentäminen

Kaupungistumisen aiheuttamia hydrologisia muutoksia ja niiden synnyttämiä vesistövaikutuksia voidaan ehkäistä hydrologiset tekijät huomioon ottavan kaupunkisuunnittelun avulla. Suunnittelualuetta tarkastellaan valuma-alueena, josta kartoitetaan vesitalouden kannalta tärkeät imeytymis- ja kerääntymisvyöhykkeet sekä rakentamista parhaiten kestävät rinnealueet. Suunnittelun avulla luonnolliset hydrologiset olosuhteet pyritään säilyttämään mahdollisimman hyvin ja rakentaminen kohdentamaan alueille, joilla hydrologiset vaikutukset ovat vähäisimpiä. Luonnonmukaisia hydrologisia olosuhteita voidaan ylläpitää minimoimalla rakennettavan alueen läpäisemättömän pinnan määrä, säilyttämällä maaperän luonnolliset imeytymisominaisuudet sekä alavat maastonkohdat ja painanteet. Huleveden syntymistä voidaan vähentää minimoimalla päällystetyn ja vettä läpäisemättömän pinnan määrä.

Päällystetyillä pinnoilla muodostunut hulevesi voidaan imeyttää maaperään, jolloin vesistöihin kohdistuva hulevesikuormitus pienenee. Imeyttämisen lisäksi hulevettä voidaan käsitellä erilaisilla luonnonmukaisilla johtamis-, viivyttämis- ja laskeutusmenetelmillä. Näillä menetelmillä voidaan parantaa hulevettä vastaanottavan vesistön tilaa vähentämällä huleveden määrää, tasaamalla virtaamavaihteluita ja parantamalla veden laatua. Lisäksi voidaan ylläpitää sekä pohjavesi- että pintavesivarastoja ja maan kosteustasapainoa ja parantaa asuin ympäristön viihtyisyyttä. Luonnonmukaisia käsittelymenetelmiä ovat muun muassa läpäisevät pinnoitteet, avo-ojat, kasvillisuuspainanteet, viivytyks- ja imeytysaltaat sekä kosteikot.