Luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien ja aluesuunnittelun keinoin kohti parempaa taajamahydrologiaa

Hannele Ahponen
hahponen@cc.hut.fi
Teknillinen korkeakoulu, Vesitalouden ja vesirakennuksen laboratorio

1 Johdanto

Kaupunkialueilla on suuri vaikutus ympäristönsä vesitalouteen. Kaupunkialueiden veden laatu ja määrä poikkeavat suuresti luonnontilaisten alueiden olosuhteista. Läpäisemättömät pinnat estävät veden imeytymisen maaperään, mikä vähentää kaupunkialueiden kasvien käytettävissä olevan veden määrää sekä maa- ja pohjaveden muodostumista. Rakennetuilla alueilla pintavaluntaa kutsutaan hulevedeksi. Hulevesi kerää itseensä kaduilta ja muilta kaupunkialueen pinnoilta kiintoainetta, ravinteita ja myrkyllisiä aineita kuten raskasmetalleja. Nämä haitta-aineet joutuvat suoraan vesistöihin sadevesiviemäreitä pitkin johdettavan huleveden mukana. Kaupunkialueita kaavoitettaessa unohdetaan usein vesitalous kokonaan. Arvokkaille veden imeytymisalueille kuten harjuille ja vesien kerääntymisalueille rakennettaessa vaikutetaan haitallisesti vesitalouteen ja sitä kautta tulevan asuinalueen luonnonolosuhteisiin. Maa- ja pohjavesivarastojen pieneneminen ja vesistöjen likaantuminen aiheuttavat yhä kasvavia ongelmia kaupunkien asukkaille.

2 Vesitalouden huomioon ottaminen yhdyskuntasuunnittelussa

Yhdyskuntasuunnittelun osalta on tärkeää tehdä suunnittelun kohdealueen luonnonolosuhteiden kartoitus, johon kuuluu tärkeänä osana myös pohja- ja pintavesiolosuhteiden tutkiminen. Kartoitettavat tekijät ovat topografia, geologia ja geohydrologia, sadanta, pintavedet ja virtausolosuhteet sekä kasvillisuus. Kartoituksen avulla saatu tieto tulee esittää esimerkiksi karttojen avulla siten, että tieto voidaan helposti yhdistää itse alueen suunnitteluprosessiin. (Seutusuunnittelun keskusliitto 1986)

Panun (1998) mukaan vesitalouden huomioon ottavassa aluesuunnittelussa kohdealuetta tarkastellaan valuma-alueen mittakaavassa. Valuma-alueelta erotetaan erilaiset vyöhykkeet; vesitalouden kannalta herkät imeytymisvyöhykkeet ja kerääntymisvyöhykkeet sekä näiden väliin jäävät rinnealueet, joille rakentaminen aiheuttaa vähiten haittaa vesitalouden ja muiden luonnonolosuhteiden kannalta. Jokainen kaavoitettava kohdealue on kuitenkin käsiteltävä omana kokonaisuutenaan, eikä kaikille alueille välttämättä voida soveltaa valuma-alueen jakoa suoraviivaisesti. Kohdealueiden sisäiset rajoittavat tekijät kuten mahdollinen olemassa oleva yhdyskuntarakenne tai erityisesti suojeltavat maastokohteet on aina otettava tapauskohtaisesti huomioon.

Kaupunkialueiden kaavoituksessa voidaan tonttikokoja pienentämällä tiivistää asuinalueen rakennetta, mutta samalla jättää enemmän luonnontilaisia

alueita asuinalueiden sisälle. Luonnontilaiset alueet toimivat huleveden imeytysalueina ja muodostavat osan viheralueverkostoa, joka sitoo asuinalueet ympäröivään luontoon. Tonteilta vapaata tilaa voidaan käyttää hyväksi myös hulevedenkäsittelyrakenteiden kuten viivytysaltaiden ja kosteikkojen sijoittamiseen. Rakentamiselta vapaat alueet ovat myös puskurivyöhykkeitä, jotka suojelevat vesistöjä suoralta hulevesikuormitukselta. (Schueler 1995)

Piha-alueet tulisi suunnitella siten, että läpäisemätöntä pintaa on mahdollisimman vähän. Luonnolliset pinnanmuodot on tärkeää säilyttää mahdollisimman pitkälle, jotta sadevesi voidaan johtaa luonnollisia painanteita ja ojia pitkin tonteilta niitä ympäröiville alueille. Jos osa tontista on päällystettyä, tulisi tältä alueelta valuvat vedet pystyä imeyttämään tai muuten käsittelemään tontin alavammilla osilla. (Dreher ja Price 1992) Päällystettyä pintaa voidaan vähentää myös mm. rakentamalla kapeampia teitä asuinalueiden sisälle, suosimalla vuoropysäköintiä pysäköintialueilla sekä käyttämällä vettä läpäiseviä päällystemateriaaleja. Läpäisevät päällystemateriaalit soveltuvat hyvin pysäköintialueille sekä hidasliikenteisille kaduille, joilla päällysteeseen kohdistuva kulutus ei ole suurta. (Schueler 1995)

3 Luonnonmukainen hulevedenkäsittely

Luonnonmukaiset hulevedenkäsittelymenetelmät voidaan jakaa huleveden johtamis-, imeyttämis- ja viivyttämismenetelmiin sekä kosteikkokäsittelyyn. Luonnonmukaisissa hulevedenkäsittelymenetelmissä käytetään hyväksi luonnon omia prosesseja. Hulevesi pääsee kosketuksiin maan, ilman, kasvillisuuden ja mikroorganismien kanssa. Tavoitteena on parantaa huleveden laatua, jotta vesistöihin lopulta päätyvä hulevesi olisi laadultaan mahdollisimman lähellä luonnon vettä. Huleveden virtaamahuippuja pyritään pienentämään viivyttämällä ja varastoimalla hulevettä. Suoraan vesistöihin joutuvan huleveden määrää pyritään vähentämään imeyttämällä hulevettä maahan. Luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien avulla ylläpidetään sekä pohja- että pintavesivarastoja ja maan kosteustasapainoa. Luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien avulla voidaan myös luoda ekologisempaa ja viihtyisämpää asuinympäristöä, sillä luonnonmukaisessa hulevedenkäsittelyssä vesi tuodaan näkyviin ja kosketuksiin muun ympäristön kanssa. (Lönngren, 2001).

Kaikissa hulevedenkäsittelymenetelmissä yhdistyy useampia hulevedenkäsittelyn tavoitteista. Taulukossa 1 on esitetty luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien vaikutukset huleveden laatuun ja määrään.

Taulukko 1. Luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien vaikutustavat.

Huleveden käsittelymenetelmä / vaikutus*		A	B	C	D	E	F
Johtaminen	Kasvillisuus-painanteet	X	X	X	X	X	X
Imeyttämis-menetelmät	Imeytyspinnat / vihreät pinnat	X	X	X		X	X
	Imeytysaltaat	X	X	X	X	X	X
	Maanalainen imeytysrakenne	X	X	X		X	X
	Yhdistetty imey-tysallas ja -oja	X	X	X	X	X	X
	Läpäisevät pääl-lysteet	X	X	X		X	X
Viivyttäminen	Viivytysaltaat		X	X	X		X
Kosteikko-käsittely	Kosteikot		X	X	X		X

**Huleveden käsittelymenetelmien vaikutustavat: A: Maa- ja pohjavesivarastojen ylläpitäminen, B: Virtaama-huippujen pienentäminen, C: Viipymän lisääminen, D: Kiintoaineen laskeuttaminen, E: Puhdistaminen suo-*

3.1 Huleveden johtaminen

Huleveden johtamisella tarkoitetaan sitä, että hulevesi johdetaan perinteisten sadevesiviemäreiden ja putkiojien sijasta kasvillisuuden peittämillä painanteilla tai ojilla tonteilta ja katualueilta vastaanottavaan vesistöön. Kun hulevesi kulkee kasvillisuuden peittämässä painanteessa, sen viipymä lisääntyy ja virtaamahuiput pienenevät. Jos veden virtausnopeus on tarpeeksi pieni, voivat painanteet myös suodattaa kasvillisuuden avulla hulevedestä kiintoainetta sekä siihen kiinnittyneitä aineita ja osa hulevedestä imeytyy maaperään. Painanteiden avulla hulevedestä poistuu ravinteita ja muita epäpuhtauksia jonkin verran myös kasvien ja maaperän mikrobiologisen toiminnan vaikutuksesta. (Ferguson 1998)

Fergusonin (1998) mukaan kasvillisuuspainanteen on oltava tarpeeksi pitkä, jotta sillä olisi vaikutusta myös veden laatuun. Virtausta voidaan hidastaa ja veden viipymää lisätä rakentamalla hidastus- ja imeytysaltaita painanteen yhteyteen. Tiheä kasvillisuus ja uoman poikkileikkauksen epäsäännöllinen muoto pienentävät veden virtausnopeutta ja lisäävät veden viipymää. Virtausnopeuden hidastuessa painanteen eroosioriski pienenee. Kasvillisuus painanteen reunoilla vähentää eroosiota sitomalla maata juurillaan. Painanteet voidaan rakentaa osaksi puro- ja jokikäytäväverkostoa, jolloin ne toimivat yhdysväylinä liittäen hulevedet luonnonmukaisella tavalla vastaanottavaan vesistöön.

3.2 Imeytysmenetelmät

Imeyttämällä hulevesi pyritään saamaan kosketuksiin maan kanssa pidättäen sitä esimerkiksi imeytysaltaassa, josta hulevesi imeytyy maahan ja osa vedestä mahdollisesti myös pohjaveteen saakka. Huleveden laatu paranee kun vesi suo-

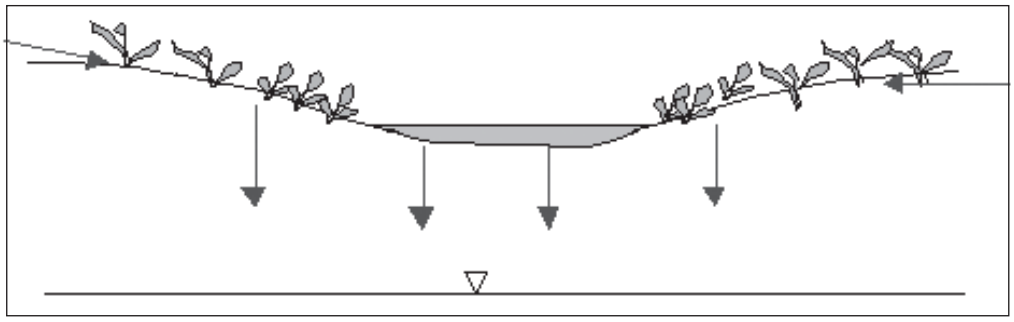
dattuu maakerrosten läpi. Jos maa sisältää savea tai humusta, on maaperän kyky pidättää haitallisia aineita ja ravinteita vedestä suurempi kuin vähäsavisen ja -humuksisen maaperän. Savimineraaleilla, saviperäisissä maissa esiintyvillä alumiini- ja rautaoksideilla sekä humuksella on taipumus sitoa kationinvaihtomekanismilla vedestä mm. metalleja ja ravinteita. Imeyttämällä myös lisätään huleveden viipymää, pienennetään tulvahuippuja ja ylläpidetään pohjavesivarastoja. (Ferguson 1998)

3.2.1 Imeytyspinnat / vihreät pinnat

Yksinkertaisin tapa imeyttää vettä on johtaa se nurmikon peittämälle pinnalle, josta vesi imeytyy maaperään. Vesi virtaa hiljalleen loivasti kaltevan, kasvillisuuden peittämän pinnan yli ja imeytyy lopulta maahan. Virratessaan kasvillisuuden peittämän pinnan yli vedestä pidättyy kiintoainetta kasveihin ja maaperän mikrobitoiminta vaikuttaa puhdistavasti huleveteen. (Larm et al. 1999)

3.2.2 Imeytysallas

Imeytysallas on matala, maan pinnalla oleva syvennys tai painanne, johon sadevesi johdetaan. (kuva 1) Vesi varastoituu imeytysaltaaseen kunnes imeytyy maahan ja samalla vedestä suodattuu kiintoainetta maaperään. Altaassa oleva kasvillisuus pitää maan huokoisena ja hyvin vettä läpäisevänä. Kasvillisuus saattaa myös pidättää hulevedestä ravinteita. Königin (1996) mukaan sopiva syvyys imeytysaltaalle on noin 20-30 cm riippuen maaperän vedenjohtavuudesta ja sademäärästä. Imeytysaltaita voidaan rakentaa useampia peräkkäin hieman kaltevalle maalle, jolloin edellisen altaan ylivuotovesi virtaa seuraavaan alemmalla tasolla olevaan altaaseen. Myös maastossa olevat luonnolliset kasvillisuuden peittämät, imeyttämiseen maaperältään soveltuvat painanteet voidaan säilyttää ja hyödyntää niiden kykyä imeyttää hulevettä.



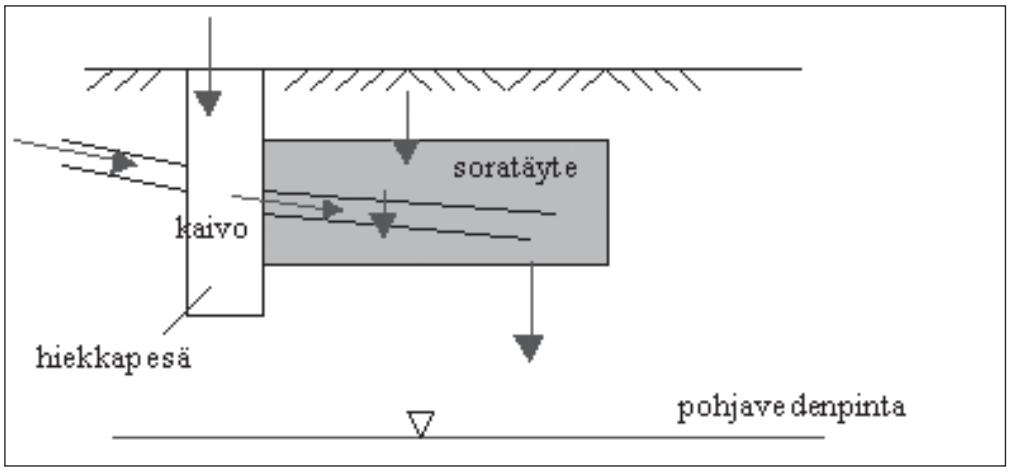
Kuva 1. Maanpäällinen imeytysallas.

3.2.3 Vihreät katot

Kasvillisuuden peittämän katon avulla voidaan katoille satavat vedet imeyttää heti ja niiden myöhempää käsittelyä kuten johtamista viherpinnoille maassa ei enää tarvita. Vihreä katto koostuu vedenpitävästä kerroksesta, vettä johtavasta kerroksesta sekä irtonaisesta maakerroksesta tai kasvimatosta, jolle sopivia lajeja ovat mm. maassa kasvavat sammallajit sekä esimerkiksi maksaruohot. (Larm et al. 1999) Vihreät katot soveltuvatkin hyvin tiheästi rakennetuille alueille, joilla ei ole tilaa maahan sijoitettaville käsittelymenetelmille. Suomen luonnonolosuhteissa, joissa sateita saadaan melko usein ja tasaisesti ympäri vuoden, on otettava huomioon vihreiden kattojen rajallinen veden varastointikyky.

3.2.4 Maanalainen imeytysrakenne

Imeytysallas tai -rakenne voidaan sijoittaa maan alle, jos maan pinnalla ei ole tilaa tai maan pintakerros on huonosti vettä läpäisevää. Maanalainen imeytysrakenne on maahan tehty kaivanto, joka on täytetty hiekalla, soralla tai muulla karkealla materiaalilla. Päällimmäisenä on kerros pintamaata, esimerkiksi multaa tai kariketta. (Bingman 1983) (kuva 2) Vesi johdetaan maanalaiseen imeytysrakenteeseen joko läpäisevän päällysteen tai muun hyvin vettä läpäisevän pinnan tai sadevesikaivojen kautta. Vesi suodattuu läpäisevän täytteen läpi ja jatkaa sen jälkeen imeytymistä ympäröivään maaperään. Kun rakenteeseen lisätään rei'itetty putki tehostamaan veden jakautumista maaperään, puhutaan imeytysojista. (Ferguson 1998)



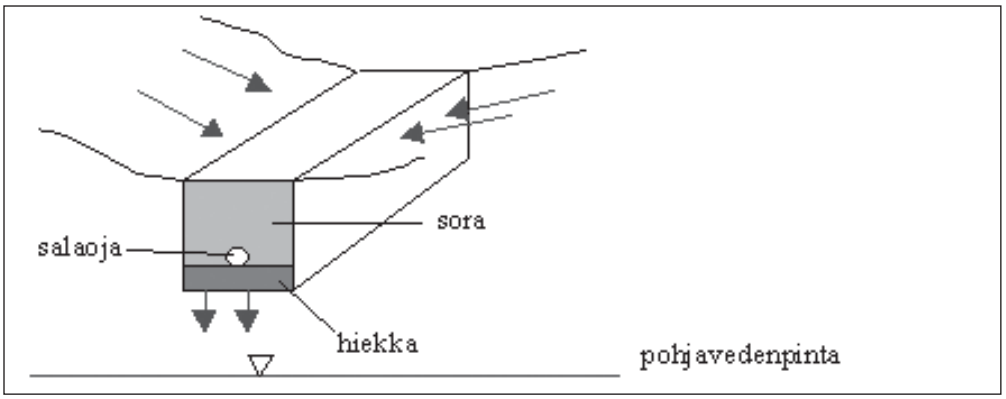
Kuva 2. Maanalainen imeytysrakenne (perustuu Larm et al. 1999).

3.2.5 Yhdistetty imeytysallas ja imeytysoja

Maanpäälliset imeytysaltaat ja maanalaiset imeytysojat voidaan yhdistää, jolloin imeytysaltaiden puhdistusvaikutus ja imeytysojan varastointi- ja imeytysominaisuudet yhdistyvät. Kuvassa 3 on rakennekuva yhdistetystä imeytysaltaasta ja imeytysojasta. Vesi imeytyy altaasta maanpinnan alapuolella sijaitsevaan soralla tai karkealla hiekalla täytettyyn kaivantoon, josta se imeytyy maaperään. Kaivannon alaosassa oleva salaojaputki johtaa veden altaan täyttyessä ylivuotokaivoon. Yhdistelmärakenteita voidaan sijoittaa useita peräkkäin, jolloin muodostuu yhtenäinen sadevesien imeyttämislinja. Rakenteella voidaan osittain tai kokonaan korvata perinteinen sadevesiviemäröinti. Jos imeytysrakenne sijaitsee esimerkiksi kadun varrella, jolloin hulevesi usein on erityisen likaista, voidaan imeytyskaivannon ympärille sijoittaa suodatinkangas. Suodatinkangas edesauttaa likaantuneen kiintoaineen pidättymistä ja ehkäisee kiintoaineen joutumisen pohjaveteen sekä ympäröivän maan tunkeutumisen imeytysrakenteeseen. Maan pinnalta katsottuna kuivatusjärjestelmä muodostuu kasvillisuuden peittämistä painanteista ja ajoittain vettä täynnä olevista lammikoista ja on siten esteettisestikin parempi vaihtoehto perinteiselle sadevesiviemärille. (König 1996)

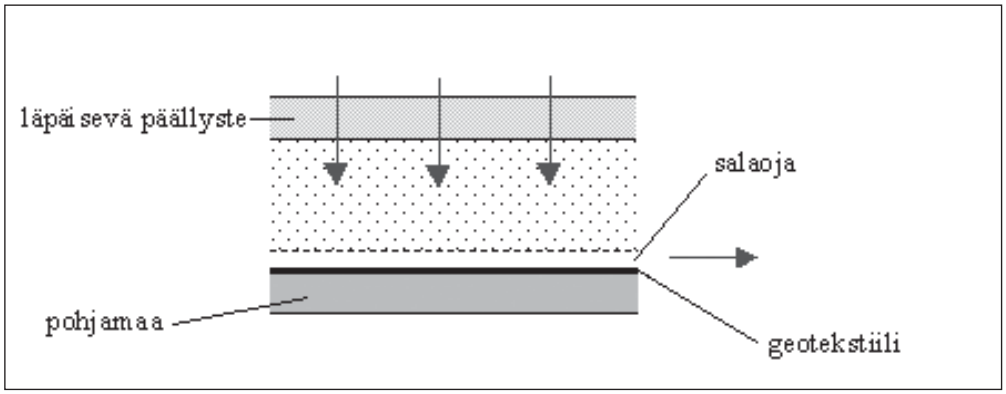
3.2.6 Läpäisevät päällysteet

Läpäiseväksi päällystemateriaaliksi kutsutaan päällystettä, joka läpäisee vettä koostumuksensa ansiosta. Vesi suodattuu päällysteen läpi sen alla olevaan sorakerrokseen ja kiintoaine jää tähän suodattimena toimivaan kerrokseen. Sorakerroksen alle voidaan asettaa putki, jota myöten hulevedet voidaan johtaa eteenpäin, esimerkiksi jatkokäsittelyyn. Läpäisevä päällyste voidaan rakentaa myös erimuotoisista ja kokoisista betonilaatoista, joiden väliin jää läpäisemätöntä pintaa. (Larm et al. 1999)



Kuva 3. Yhdistetty imeytysallas ja imeytysoja (perustuu Larm et al. 1999).

Läpäisevät päällystemateriaalit sopivat erityisesti pysäköintialueille ja hidasliikenteisille kaduille, joilla nopea liikenne ei vaadi tiivistä asfalttipintaa. Pysäköintialueiden alle voidaan likaisten hulevesien puhdistumisen tehostamiseksi asettaa suodatinkangas. Suodatinkangas pidättää kiintoainetta ja siihen kiinnittyneitä aineita kuten ravinteita ja puhdistunut hulevesi suotautuu kankaan läpi maaperään. Läpäisevän päällystemateriaalin reiät voidaan täyttää mullalla ja istuttaa niihin nurmea, mikä tehostaa huleveden laadun paranemista ja luo viihtyisyyttä pysäköintialueelle. (Schueler 1995) Kuvassa 4 on esimerkki läpäisevästä päällysteestä ja siihen liittyvistä rakenteista.



Kuva 4. Läpäisevä päällysterakenne (perustuu Larm et al. 1999).

3.3 Huleveden viivyttäminen

Viivyttämisellä tarkoitetaan huleveden varastoimista viivytysaltaaseen, jolloin virtaamahuiput pienenevät ja huleveden viipymä kasvaa. Viivytysaltaista lasketaan joko osa vedestä tai koko vesimäärä pois halutulla nopeudella. Veden laatu paranee kun viivytysaltaissa tapahtuu kiintoaineen laskeutumista altaan pohjalle. Kiintoaineen laskeutuminen riippuu huleveden viipymäajasta altaassa. (Ferguson 1998)

3.3.1 Viivytysaltaat

Huleveden viivyttäminen toteutetaan viivytysaltailla, joihin varastoituvan veden määrä vaihtelee sateiden ja kuivien jaksojen mukaan. Altaan ulosvirtausta säädellään yleensä padon avulla. Viivytysaltaissa voi olla pysyvä vesivarasto tai allas voi tyhjentyä sadetapahtuman jälkeen kokonaan. Vesi pääsee virtaamaan padon alitse ulosvirtauskanavaa myöten. Viivytysallasta, jossa on pysyvä vesivarasto, voidaan käyttää tyhjentyvää allasta paremmin myös virkistyskäyttöön

ja se on esteettisesti kauniimpi kuin osan aikaa kuivana oleva allas. Altaan muoto riippuu pitkälti siitä, kuinka paljon tilaa on tarjolla. Jos tilaa on riittävästi altaasta voidaan muotoilla pinta-alaltaan laaja ja syvyydeltään matala. Tällöin allas on helpompi yhdistää ympäröivään maisemaan, jolloin on mahdollista luoda laaja kosteikkomainen ympäristö altaan avulla (Ferguson 1998)

Fergusonin (1998) mukaan viivytysaltaat mitoitetaan usein toistuvan, suhteellisen pienen sateen mukaan. Usein toistuvat pienet sateet ja niiden aiheuttaman hulevesivirtaaman mukana tuleva ainekuormitus vaikuttavat veden laatuun enemmän kuin harvoin sattuvat suuret sadetapahtumat. Jos altaat mitoitettaisiin tilastollisesti suurimman sadetapahtuman mukaan, ne jouduttaisiin mitoittamaan suhteettoman suuriksi. Veden on viivyttävä tietty aika altaassa halutun puhdistustuloksen saavuttamiseksi. Periaatteena on se, että viipymän tulee olla vähintään yhtä suuri kuin partikkeleiden laskeutumisaika altaan pohjalle.

Viivytysallas, jossa on väliaikainen vesivarasto tyhjentyy sateen jälkeen eikä sisällä vettä sateiden välillä. Väliaikaisen vesivaraston omaavissa viivytysaltaissa sateen alkaessa altaan vesimäärä on pieni. Tästä johtuen veden viipymä altaassa on lyhyt. Ainoastaan karkea sedimentti ehtii laskeutua, koska vesi viipyy vain vähän aikaa altaassa. Kuitenkin sateen aiheuttaman ensimmäisen valuntapiikin aikana hulevesi sisältää paljon haitta-aineita, jolloin tarvittaisiin pitkä viipymä huleveden puhdistamiseksi. Tulovirtaama saattaa altaan täyttyessä huuhtoa pohjalle vajonnutta likaista sedimenttiä uudelleen ylös. Viivytysallas, jossa on pysyvä vesivarasto, on tehokkaampi hulevesien laadun parantamisessa verrattuna altaaseen, joka on ajoittain kuiva. Tulovirtaama ei huuhdo pohjalta sedimenttiä kuten kuivassa altaassa ja viipymä on pidempi, koska altaassa on aina vettä. Pidemmän viipymän ansiosta partikkeleiden laskeutuminen jatkuu vielä sateen jälkeenkin ja mahdollisesti myös mikrobiologinen toiminta ehtii alkaa tehostaen veden laadun paranemista. (Ferguson 1998)

3.4 Kosteikko

Luonnontilainen kosteikko on alue, joka ainakin ajoittain on veden peittämä joko kokonaan tai osittain. Veden peittämä alue on yleensä matala ja pohjavedenpinta on lähellä maanpintaa. Kosteikkoalueilla kasvaa kosteille paikoille ominaisia kasveja, mahdollisesti myös pensaita ja puita. Sekä luonnontilaisia että keinotekoisesti rakennettuja kosteikkoja on käytetty sekä peltoalueiden valumavesien että taajama-alueiden hulevesien käsittelyyn. Monesti keinotekoisesti tehtyjen kosteikkojen ja pysyvän vesivaraston omaavien viivytysaltaiden ero onkin melko liukuva, varsinkin jos viivytysaltaissa on runsaasti kasvillisuutta. Kuitenkin kosteikoksi kutsutaan yleensä aluetta, jossa on ”umpeenkasvaneita” kasvillisuusalueita. (Lundberg ja Lindmark 1994)

Kosteikkojen toiminnassa yhdistyvät virtaamahuippujen pienentyminen, huleveden viipymän lisääntyminen ja kiintoaineen laskeutuminen, sekä huleveden puhdistuminen mikrobiologisesti. Kuten viivytysaltaissakin, kiintoaineen laskeutuminen on sitä tehokkaampaa, mitä pidempi on viipymä ja mitä suurempi hiukkasten massa on suhteessa hiukkasten tilavuuteen eli mitä tiheämpiä maahiukkaset ovat. Kosteikoissa kiintoaineen laskeutumista tehostavat kasvit, joihin kiintoainehiukkaset jäävät kiinni ja laskeutuvat pohjalle muodostettuaan suurempia hiukkasia kasvien pinnoilla. Kasvit myös tehostavat virtausnopeuden hidastumista ja siten myös sedimentaatiota. Kiintoaineen mukana pidättyy maahiukkasiin kiinnittyneitä aineita, kuten raskasmetalleja ja osa fosforista. Ammoniumtyppeä (NH4-N) poistuu mikrobitoiminnan vaikutuksesta denitrifikaatio-nitrifikaatio-prosessin kautta. Liukoista fosforia sitoutuu vedessä vapaana oleviin kiintoainehiukkasiin ja laskeutuu niiden mukana pohjasedimenttiin.

Kosteikon kasvit sitovat vedestä liukoista typpeä ja fosforia ravinteeksi. (Puustinen et al. 2000)

3.5 Luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien yhdistäminen

Kahden tai useamman hulevedenkäsittelymenetelmän avulla voidaan yhdistää kunkin menetelmän hyvät puolet ja tehdä hulevedenkäsittelystä tehokkaampaa. Esimerkiksi kasvillisuuspainanteilla voidaan poistaa osa huleveden sisältämästä kiintoaineesta, minkä jälkeen kosteikkokäsittelyllä voidaan jatkaa kiintoaineen poistoa ja lisäksi poistaa ravinteita.

Lundbergin ja Lindmarkin (1994) mukaan huleveden johtamista kasvillisuuspainanteita myöten suositellaan käytettäväksi ”esikäsittelymenetelmänä” muille menetelmille, jos se on mahdollista. Hulevesien johtaminen kasvillisuuspainanteita myöten voi toimia myös kahden eri menetelmän ”yhdysväylänä”. Viivytysaltaita käytetään usein kosteikkojen tai imeytysaltaiden edellä, jolloin ne toimivat esilaskeutusaltaina, joissa saadaan suurimmat kiintoainepartikkelit poistettua hulevedestä. Kosteikkokäsittelyä ei kuitenkaan suositella käytettäväksi ennen imeyttämismenetelmiä. Kosteikon ja viivytysaltaiden pohjalta saattaa lähteä kulkeutumaan laskeutunutta sedimenttiä imeytysrakenteeseen, mikä haittaa imeytysrakenteen toimintaa ja vähentää sen puhdistustehoa. Kosteikot tai kosteikkojen ja viivytysaltaiden yhdistelmät toimivatkin yleensä parhaiten viimeisenä lenkkinä ketjussa, kun hulevedenkäsittelymenetelmiä yhdistellään.

3.6 Kooste hulevedenkäsittelymenetelmistä

Taulukoihin 2 - 5 on koottu tärkeimpiä tietoja hulevedenkäsittelymenetelmistä. Taulukkoihin on koottu jokaisen tärkeimmän menetelmän osalta vaikutustavat huleveteen, muotoiluun ja mitoitukseen liittyviä suosituksia, tietoja talviolosuhteiden vaikutuksesta menetelmien toimintaan, huoltotoimenpiteitä sekä sovel-

Taulukko 2. Kasvillisuuspainanteet.

KASVILLISUUSPAINANTEET	
Vaikutus huleveden laatuun ja määrään	- Jonkin verran imeytymistä maaperään - Virtaamahuiput pienenevät - Viipymä lisääntyy - Kiintoainetta suodattuu ja laskeutuu - Hulevesi puhdistuu mikrobiologisen toiminnan vaikutuksesta
Muotoilu	- Uoman poikkileikkauksen epätasainen muoto lisää viipymää ja vähentää eroosiota, parabolinen tai trapetsoidinen muoto parempia kuin v-muoto - Hidastusaltaat painanteen yhteydessä tehostavat puhdistusvaikutusta
Mitoitus	- Tarpeeksi pitkä painanne (>60m) (Vägverket 1998) - Pituuskaltevuus 0,2-1 %, luiskan kaltevuus [1:4 -1:5 (Urban Drainage and Flood Control District 1999, Vägverket 1999, SEPA 1995) - Pohjan leveys 0,5-3,0 m (Vägverket 1998) - Syvyys < 0,1 m (Vägverket 1998)
Talviolosuhteiden vaikutus toimintaan	- Mikrobiologinen puhdistustoiminta ja kiintoaineen pidättyminen vähenevät - Imeytyminen maaperään vähenee maan jäätyessä
Huoltotoimenpiteet	- Painanteen pohjalle kerääntyvän lietteen ja roskien poisto säännöllisesti, erityisesti keväällä sulamiskauden jälkeen
Sovellukset /sovelluskohteet	- Teiden varsilla putkiojien sijasta - Tonteilla kattovesien johtamiseen - Yhdysväylänä muiden luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien välillä

Taulukko 3. Imeytysmenetelmät.

IMEYTYSMENETELMÄT	
Vaikutus huleveden laatuun ja määrään	- Maa-ja pohjavesivarastojen ylläpitäminen - Virtaamahuiput pienenevät - Viipymä lisääntyy - Kiintoainetta suodattuu maaperään - Vesi puhdistuu mikrobiologisen toiminnan vaikutuksesta
Imeytyspinta	
Muotoilu Mitoituksessa huomioitavaa	- Jako-oja pinnan alkupäässä edistää huleveden jakaantumista koko pinta-alalle - Pituus >5-25 m (Fransson ja Larm 2000, Nordfeldt 1998) - Leveys >2,5-3 m (Urban Drainage and Flood Control District 1999,Vägverket 1999) - Kaltevuus 2-5 % (Urban Drainage and Flood Control District 1999) - Valuma-alueen koko <5 ha - Pohjavedenpinta vähintään 0,5 m syvyydellä maanpinnasta (VAV P46 1983)
Maanpäällinen imeytysallas	
Muotoilu Mitoituksessa huomioitavaa	- Matalat, loivat reunat - Syvyys noin 20-30 cm riippuen maaperän vedenläpäisevyydestä - Pinta-ala noin 10 % kattopinta-alasta, jos imeytetään kattovedet
Maanalainen imetysrakenne / imeytysoja	
Muotoilu Mitoitus	- Suorakaiteen muotoinen - Mahdollisimman vähän kalteva, imeytysoja mieluiten vaakasuora - Vähintään 1 m pohjavedenpinnan yläpuolella ja routimattomassa kerroksessa - Tarkastuskaivot n. 50 m välein imeytysojassa - Rakennusten perustusten kuivanapito turvattava
Läpäisevät päällysteet	
	- Betonilaatoista tehdyn päällysterakenteen väleihin voidaan istuttaa nurmikkoa - Suodatinkangas esim. parkkipaikan läpäisevän päällysteen alla lisää puhdistustehoa - Sorakerroksen alle asetettua putkea myöten hulevedet voidaan johtaa esim. jatkokäsittelyyn
Kaikki imeytysmenetelmät	
Talviolosuhteiden vaikutus toimintaan Huomioitavaa talviolosuhteissa	- Routa vähentää imeytymistä maaperään - Jos imeytyminen ei tarpeeksi tehokasta, maaperä voi vettyä johtaen alueen luonnollisten imeytymisominaisuuksien muuttumiseen - Hiekoitushiekka tukkii helposti läpäisevän päällysteen - Lumen auraus saattaa aiheuttaa päällysterakenteen rikkoutumista. - Maanalaiset imeytysrakenteet sijoitettava routarajan alapuolelle - Imeytysrakenteen alla oleva ojitusjärjestelmä edesauttaa maaperän kuivumista ja ehkäisee roudan muodostumista - Imeytyspainanteen pohjalla oleva sora- tai hiekkakerros ehkäisee roudan syntymistä
Huoltotoimenpiteet	- Tarvittaessa irtonaisten lehtien ja roskien poisto maanpäällisistä imeytyspainanteista - Maa-aineksen vaihto erityisesti hyvin likaisia hulevesiä käsiteltäessä, tarvitaan kuitenkin harvoin - Läpäisevät päällysteet puhdistettava säännöllisesti hiekasta ja roskista
Sovelluskohteet	- Alueille, joilla maaperä on hyvin vettä läpäisevää - Valuma-alueen yläosiin, jotka ovat luonnollisia imeytymisalueita; myös muilla alueilla tärkeää imeyttää jonkin verran - Maanpäälliset imeytysaltaat piha- ja puistoalueilla - Maanalaiset imeytysrakenteet teiden varsilla, esim. yhdistettynä normaalia pienemmäksi mitoitettuun sadevesiviemäriverkostoon - Läpäisevät päällysteet hidasliikenteisillä kaduilla sekä parkkipaikoilla

Taulukko 4. Viivytysmenetelmät.

VIIVYTYSMENETELMÄT	
Vaikutus huleveden laatuun ja määrään	- Virtaamahuiput pienenevät - Viipymä lisääntyy - Kiintoaine laskeutuu - Vesi puhdistuu mikrobiologisen toiminnan vaikutuksesta
Muotoilu	- Loivat, vaihtelevan muotoiset rannat - Saaret, niemet ja lahdenpohjukat lisäävät viipymää ja tehostavat veden puhdistumista - Ulos- ja sisääntulokohdat syvempiä kuin muu allas – virtaus hidastuu ja kiintoaineen laskeutuminen tehostuu - Pitkänomainen, meanderoiva muoto, sisään- ja ulostulokohtia kohti kapeneva - Mielellään kasvillisuusvyöhyke vesisyvyydellä 0,15-0,3 m altaan ympärillä, myös muualla kasvillisuutta (Urban Drainage and Flood Control District 1999)
Mitoituksessa huomioitavaa	- Leveys : pituus noin 1: 2 - Syvyys 1,5-2 m, rannan/luiskan kaltevuus [1:3; pysyvän vedenpinnan yläpuolella 1:4 (Urban Drainage and Flood Control District 1999, WEF ja ASCE 1998, Vägverket 1999, SEPA 1997, Hvitved-Jakobsen et al. 1994, Larm 1994, Persson 1999) - Altaan pinta-ala vähintään 0,015 ha (Fransson ja Larm 2000), suositeltava vähimmäispinta-ala 0,25 ha - Valuma-alueen pinta-ala 10 -100 ha (Lönngren 1995, Schueler 1987)
Talviolosuhteiden vaikutus toimintaan Huomioitavaa talviolosuhteissa	- Jääpeite pienentää altaan varastotilavuutta - Jääpeite estää huleveden pääsyn altaaseen ja kiintoaineen laskeutumisen - Partikkeleiden laskeutumisnopeus hidastuu veden kylmetessä, koska veden viskositeetti pienenee - Altaan tulo- ja menovirtaaman putket tulisi asettaa routarajan alapuolelle - Varastotilavuutta tulisi voida säädellä, jolloin keväällä saadaan sulamisvesille pidempi viipymä
Huoltotoimenpiteet	- Pohjasedimentin poisto säännöllisin väliajoin - Rakennusvaiheessa pohjalle kertynyt sedimentti poistettava ennen käyttöönottoa
Sovellukset /sovelluskohteet	- Väliaikaisen vesivaraston ja pysyvän vesivaraston omaavat altaat; pysyvä vesivarasto suositeltava - Soveltuvat parhaiten valuma-alueen alaosiin, missä maaperä on huonosti vettä läpäisevää

Taulukko 5. Kosteikot.

KOSTEIKOT	
Vaikutus huleveden laatuun ja määrään	- Virtaamahuiput pienenevät - Viipymä lisääntyy - Kiintoaine laskeutuu - Vesi puhdistuu mikrobiologisen toiminnan vaikutuksesta
Muotoilu	- Kosteikon tulisi sisältää sekä syvempiä, avoimia allasosia että matalampia, kasvillisuuden peittämiä alueita - Kosteikkoon ei tulisi muodostua kanavia; virtaaman jakaannuttava tasaisesti koko pinta-alalle - Pitkänomainen, sisään- ja ulostulokohtia kohti kapeneva muoto, loivat, vaihtelevan muotoiset rannat, saarekkeet - Rantojen kaltevuus [1:5 - Laskeutusallas ennen kosteikkoa tehostaa puhdistusta, tilavuus 5-10 % kosteikon tilavuudesta
Mitoituksessa huomioitavaa	- Pinta-ala noin 1-2 % valuma-alueen pinta-alasta - Syvyys on noin 0,5-0,7 m kuivimpana aikana - Suositeltava viipymä on noin 3-5 vrk - Vapaata vesipintaa n. 40 % pinta-alasta, vedenpinnan yli ulottuvaa kasvillisuutta 60 % pinta-alasta (Urban Drainage and Flood Control District 1999, SEPA 1997) - Valuma-alueen pinta-ala > 4-10 ha (Schueler 1992)
Talviolosuhteiden vaikutus toimintaan Huomioitavaa talviolosuhteissa	- Mikrobitoiminnan vaikutus vähenee heikentäen puhdistustulosta - Jääpeite pienentää altaan varastotilavuutta - Jääpeite estää huleveden pääsyn altaaseen ja kiintoaineen laskeutumisen - Partikkeleiden laskeutumisnopeus hidastuu veden kylmetessä, koska veden viskositeetti pienenee - Varastotilavuuden säätelyllä saadaan aikaan sulamisvesille pidempi viipymä
Huoltotoimenpiteet	- Kosteikon kasvillisuuden ja pohjasedimentin poisto säännöllisin väliajoin

luksia ja sovelluskohteita. Tiedot on koottu eri lähteistä ja ne antavatkin ainoastaan suosituksenomaisia ohjeita, joita voidaan soveltaa Suomen olosuhteisiin siinä määrin kuin on mahdollista. Sulkeissa olevat viitteet ovat julkaisusta Larm 2000.

4 Ympäristöystävälliset lumenkäsittelymahdollisuudet

Lumen sijoittamiseen tulisi kiinnittää huomiota jo ennen sulamista ja lumen sisältämien haitallisten aineiden kuten raskasmetallien ja PAH-yhdisteiden joutumista vesistöihin. Lumenkaatopaikat tulisi valita siten, että ne eivät ole lähellä vesistöjä tai pohjavesialueita. Kaatopaikka-alueen olisi sijaittava tarpeeksi tasaisella ja alavalla paikalla ja maaperän tulisi olla tarpeeksi läpäisevää, jotta sulamisvesi ei virtaisi alueelta pois. Jos kaatopaikalla on kasvillisuutta ja lumi sisältää liukkaudentorjuntaan käytettyä suolaa, on hyvä suosia suolaa hyvin kestäviä lajeja. Lumenkaatopaikat tulisi siivota lumen mukana kulkeutuneista roskista joka kevät lumen sulettua. (Oberts 1994a)

Lumen sulamisvesi voidaan johtaa kasvillisuuspainanteita myöten kasvillisuuden peittämälle pinnalle, jolloin haitalliset aineet pidättyvät ainakin jossain määrin kasvillisuuteen. Samalla osa sulamisvedestä imeytyy maahan. Kasvillisuuspinnalle johtamista ei kuitenkaan suositella, jos lumi on peräisin alueelta, jolta siihen todennäköisesti joutuu suuria pitoisuuksia haitallisia aineita.(Oberts 1994b)

Lumen sulamisvesien pidättämiseen voidaan käyttää erityisesti talviolosuhteisiin kehitettyjä viivytysaltaita. Lumen käsittelyyn tarkoitetut altaat ovat perusperiaatteeltaan samanlaisia kuin sadeveden pidättämiseen tarkoitetut altaat.

Erityisesti lumen käsittelyyn tarkoitetuissa altaissa on lisäksi pohjalla salaojaverkosto, joka jakaa keväällä sulamisveden tasaisemmin maaperään. Tämä on tärkeää, koska juuri lumikasan pohjakerrokseen kerääntyy suurin määrä lumikasan sisältämistä haitallisista aineista. Koska lumi välillä sulaa osittain ja jäätyy uudelleen, aineet kerääntyvät lumikasan pohjakerroksiin sulamisveden kuljettamina. Lumen lopulta sulaessa kokonaan tämä konsentroituneita lika-aineita sisältävä kerros on heti kosketuksissa maan kanssa. Altaan varastotilavuutta ja menovirtaamaa on myös pystyttävä muuttamaan, jotta sulamisvettä voidaan pidättää ja imeyttää. (Oberts 1994b)

Vaikka lumen sijoittamisella ja käsittelyllä on suuri merkitys sulamisvesien aiheuttamalle kuormitukselle, myös ehkäisevät toimenpiteet kuten teiden suolauksen vähentäminen ovat tärkeitä tekijöitä. Ehkäisevien toimenpiteiden avulla voidaan vähentää lumeen kohdistuvaa ainekuormitusta sekä vesistöihin kohdistuvia haittoja.

5 Muita hulevedenkäsittelymenetelmiä

Huleveden käsittelemiseksi on kehitetty varsinaisten luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien lisäksi monia muitakin ratkaisuja, jotka eivät välttämättä ole itsessään kovin luonnonmukaisia. Niiden avulla pyritään kuitenkin parantamaan huleveden laatua ja edistämään luonnonmukaisempaa vesitaloutta.

5.1 Öljynerotin

Öljynerottimissa hulevesi johdetaan erotinaltaaseen, jossa öljy nousee veden pinnalle, koska sen tiheys on veden tiheyttä pienempi. Vedessä olevat partikkelit laskeutuvat erottimen pohjalle. Puhdistunut vesi johdetaan altaan toisesta päästä pois. Altaat ovat umpinaisia ja ne on usein upotettu maahan, jolloin vesi on helppo johtaa niihin esimerkiksi katualueilta. Öljynerottimet soveltuvat parhaiten esikäsittelyksi hyvin likaisille, esimerkiksi katualueiden öljypitoisille hulevesille. Öljynerottimen jälkeen vesi voidaan johtaa muuhun käsittelyyn. Öljynerottimet eivät pysty käsittelemään kovin suuria hulevesivirtaamia ja ne vaativat paljon huoltotoimenpiteitä. (Larm et al. 1999)

5.2 Suodatinkaivot

Suodatinkaivoista on kehitetty monenlaisia hieman toisistaan poikkeavia ratkaisuja. Suodatinkaivo voi olla esimerkiksi ”pohjaton” sadevesikaivo, jonka pohjalla on noin 50 cm:n paksuinen kerros suodatinhiekkaa tai soraa, jonka läpi vesi suodattuu. Kiintoainepartikkelit sekä niihin kiinnittynet aineet jäävät suodatinhiekkaan. Suodatinkerroksen yläreunan tulisi olla riittävän kaukana pohjaveden pinnasta, vähintään n. 1.5 m korkeinta pohjavedenpintaa ylempänä. Suodatinkaivot soveltuvatkin alueille, joilla pohjavedenpinta on syvällä ja maaperä on huonosti vettä läpäisevää. (König 1996) Suodatinkaivo voi olla myös alaosastaan reiällinen, pohjallinen putki, josta vesi suodattuu kaivon alla ja ympärillä olevaan hiekka- tai soratäytteeseen. Osa kiintoaineesta laskeutuu jo kaivon pohjalle, joka on umpinainen. Sora- tai hiekkatäytön ympärillä voi olla geotekstiiliverhous pitämässä materiaalia paikallaan (Larm et al. 1999)

5.3 Kaivosuodatin

Kaivosuodatin on perinteiseen sadevesikaivoon asennettava erillinen suodatinrakenne. Karkeampi sedimentti kerääntyy suodattimen alapuolelle kaivon pohjalle kun taas hienompijakoinen aines jää itse suodattimeen. Suodatinmateriaalina voi toimia esimerkiksi aktiivihiili, polypropyleeni, selluloosamateriaali tai rakeinen turve. Suodattimen huolto on tärkeää ja suodatinmateriaali onkin vaihdettava noin 2-4 kertaa vuodessa suodatinvalmistajien mukaan. (Larm et al. 1999)

6 Suomessa toteutetut projektit

Vaikka Suomessa luonnonmukainen hulevedenkäsittely on vasta valtaamassa alaa, on maassamme toteutettu joitakin pilottiprojekteja. Pihlajarinteen asuinalue Espoossa on yksi vanhimmista, jo 1980-luvulla toteutetuista hulevesien imeyttämiskokeiluista. Pihlajarinteen maanalaisten hidastus-imeytysrakenteiden avulla voitiin perinteisen sadevesiviemäriverkoston putkikokoa pienentää. Näin saatiin aikaan hieman säästöjä kunnallistekniikan rakennuskustannuksissa. Altaita rakennettiin vain muutama ja maaperä ei ollut alueella kaikkein parasta imeyttämisen kannalta. Hidastus-imeytysrakenteet edesauttavat kuitenkin paikallisesti alueen maa- ja pohjavesivarastojen ylläpitämistä ja vähentävät vesistöihin hulevesistä aiheutuvaa kuormitusta.

Vaasan keskustan Vital Vaasa-projektissa suunniteltiin Vaasan vanhalle keskusta-alueelle lähinnä huleveden viivyttämiseen ja imeyttämiseen perustuvia käsittelyratkaisuja. Lisäksi tehtiin kokeita viivytys- ja suodatusmenetelmille sekä kosteikkokäsittelylle. Koerakenteet olivat toiminnassa hyvin lyhyen ajan, joten niiden antamista tuloksista ei voida päätellä juuri mitään menetelmien hulevedenpuhdistustehosta. Vaikka Vaasan keskustaan suunnitellut rakenteet käsittävät vain pienen osan Vaasan keskustasta, projektista saadaan arvokasta tietoa siitä, miten olemassa oleville kaupunkialueille voidaan soveltaa luonnonmukaisia hulevedenkäsittelymenetelmiä.

Viikin ekoasuinalueella Helsingissä luonnonmukainen hulevedenkäsittely on yksi osa kokonaisvaltaista ekologista rakentamisprojektia. Viikissä on pyritty yhdistämään monenlaisia hulevedenkäsittelymenetelmiä. Alue on pyritty sitomaan maanpäällisten imeytysaltaiden, maanalaisten imeytysrakenteiden, ”vihersormien” sekä luonnonmukaistetun Viikinojan avulla ympäröivään luontoon. Vaikka Viikin asuinalue onkin sijoitettu savimaalle ja rakennettu keinotekoisen sorakerroksen päälle, on se monipuolisten luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmiensä sekä luonnonmukaisuuteen pyrkivän aluerakenteensa kannalta hyvä esimerkkiprojekti Suomesta.

7 Johtopäätökset

Luonnonmukaisia hulevedenkäsittelymenetelmiä käytännössä toteutettaessa on tärkeää, että suunnitteluvaiheessa kartoitetaan aluksi kohdealueen luonnonolosuhteet. Luonnonmukaisissa hulevedenkäsittelymenetelmissä on perinteiseen hulevedenkäsittelyyn verrattuna paljon enemmän tekijöitä - ilmasto-olosuhteet, kasvillisuus, maaperä ja mikrobitoiminta- jotka vaikuttavat hulevedenkäsittelyrakenteiden toimintaan.

Imeytysmenetelmät soveltuvat parhaiten käytettäviksi valuma-alueen yläosissa, joissa imeytymistä tapahtuu luonnostaankin. Pohjaveden likaantumisriski on otettava aina huomioon imeytettäessä erityisen likaisia, esimerkiksi katualueilta valuvia hulevesiä. Kosteikkokäsittelyyn ja viivyttämiseen parhaiten so-

veltuvat alueet sijaitsevat valuma-alueen alaosissa, joissa maaperä on huonosti vettä läpäisevää. Huleveden johtamiseen tarkoitettuja kasvillisuuspainanteita voidaan käyttää yhdysväylinä eri käsittelymenetelmien välillä.

Talviolosuhteet ja erityisesti se aika keväästä jolloin lumi sulaa, ovat Suomessa kriittistä aikaa luonnonmukaisten hulevedenkäsittelyrakenteiden toimivuuden kannalta. Hulevedenkäsittelyrakenteet tulisikin aina varustaa mitoitusvirtaamaa suuremmat virtaamat johtavilla ylivuotojärjestelmillä. Hulevedenkäsittelyrakenteet tulisi mitoittaa keskimääräisten sateiden mukaan. Tällöin esimerkiksi kosteikot eivät kuivana aikanakaan ole täysin ilman vettä ja tarvittava viipymä hulevedelle saavutetaan. Lisäksi kosteikkoihin ei synny haitallisia oikovirtausreittejä, joita myöten hulevesi virtaa nopeasti kosteikon läpi puhdistumatta kunnolla. Sekä kosteikkoja, viivytysaltaita, että imeyttämiseen ja huleveden johtamiseen perustuvia menetelmiä voidaan soveltaa Suomen olosuhteisiin. Maanalaiset imeytysrakenteet tulisi Suomessa sijoittaa aina routarajan alapuolelle. Maanalaisiin imeytysrakenteisiin liittyvät kaivot on rakennettava tarpeeksi syviksi roudan takia. Teknisempiä hulevedenkäsittelymenetelmiä kuten öljynerottimia ja kaivosuodattimia voidaan käyttää paikallisesti erittäin likaisten hulevesien puhdistuksessa esimerkiksi suurilla pysäköintialueillat, vilkkailla risteysalueilla, lentokentillä ja teollisuusalueilla.

On myös muistettava, että hulevedenkäsittelymenetelmien lisäksi tulisi kiinnittää huomiota huleveden likaantumista ehkäiseviin toimenpiteisiin, kuten puhtaampien polttoaineiden kehittämiseen ja tiesuolauksen vähentämiseen. Luonnonmukaisista hulevedenkäsittelymenetelmistä huolimattakin hulevesien sisältämiä lika-aineita pääsee ainakin jonkin verran luontoon. Esimerkiksi raskasmetallit jäävät imeytysrakenteen avulla maaperään, jossa ne ovat myös ympäristöongelma kuten vesistöissäkin. Hulevesien puhdistusratkaisut voidaankin ajatella ”ensiavuksi”, joiden avulla huleveden laatua voidaan parantaa jossakin määrin. Pitkällä tähtäimellä tulisi pyrkiä siihen että haitta-aineita ei joudu huleveteen lainkaan.

Kaupunkialueiden hydrologian parantamisessa tulisi yhdistää sekä vesitalous huomioon ottava aluesuunnittelu, alueiden yksityiskohtainen kaavoitus että luonnonmukaiset hulevedenkäsittelymenetelmät. Tarkastelun on lähdettävä valuma-alueiden tasolta ja luonnon olosuhteiden kartoituksesta. Vesitalouteen pohjautuvan kaupunkialueiden suunnittelun tulisi olla yhtenäinen prosessi yleiskaavoituksesta alueiden yksityiskohtaiseen kaavoitukseen ja hulevedenkäsittelymenetelmien suunnitteluun saakka.

Tulevaisuudessa huleveden luonnonmukaista käsittelyä koskevia suosituksia voidaan laatia Euroopan Unionin jäsenmaissa. Suomessakin tulisi jatkaa luonnonmukaisten menetelmien soveltamista ja tutkimista myös näitä uusia säädöksiä ennakoiden. Rakentamisen kaikilla osa-alueilla pyritään yhä enemmän käyttämään luonnonmukaisempia ratkaisuja. Myös hulevedenkäsittelyssä tulisi pyrkiä tähän, sillä tulevaisuudessa luonnonmukaisten asuinympäristöjen arvo tulee kasvamaan entisestään.

Hulevedet ja kiinteistöjen kuivatus

Hallinnon ja lainsäädännön kehittäminen

Juha Sario
juha.sario@helsinki.fi
Helsingin yliopisto, Oikeustieteellinen tiedekunta

Kaarle Kupiainen
kaarle.kupiainen@helsinki.fi
Nordic Envicon Oy

Hannu Silvennoinen
hannu.silvennoinen@nordicenvicon.fi
Nordic Envicon Oy

Heikki Tervahattu
heikki.tervahattu@helsinki.fi
Nordic Envicon Oy

1 Johdanto

Kiinteistöjen kuivatuskysymyksiin[1] liittyvät vastuut ja velvoitteet ovat viime aikoina nousseet esille erityisesti rakennusten kosteus- ja homeongelmien takia. Hulevesien[2] johtaminen saattaa aiheuttaa lisääntyviä tulvaongelmia, kun yhä suuremmilta aloilta johdetaan sade- ja sulamisvedet pintavalumana. Meriin ja muihin vesistöihin kohdistuva haitta-ainekuorma on viime vuosina noussut esille mm. Suomenlahden leväongelmien johdosta. Hule- ja kuivatusvesiä on perinteisesti pidetty ”puhtaina” vesinä. Tutkimustiedon perusteella näin ei aina välttämättä ole. Ympäristönsuojelussa on uusimpien lakien myötä otettu käyttöön ympäristön kannalta parhaan käytännön periaate, jonka soveltaminen kaupunkimaisen yhdyskunnan tuottamiin vesiin tulisi käsittää myös katuja ja muita rakennettuja pintoja myöten valuvat hulevedet.

Kiinteistöjä koskevia määräyksiä ja ohjeita sade- ja kuivatusvesien johtamisesta on runsaasti, mutta kunnan ja viemärilaitoksen rooli ja vastuuasiat ovat epäselviä. Sääntelyssä hulevedet ja kiinteistöjen kuivatusvedet ovat kulkeneet pääasiassa viemärivesien yhteydessä. Tämä ei välttämättä ole perusteltua, sillä hulevesien ja kiinteistöjen kuivatusvesien synty ja luonne poikkeaa huomattavasti viemärivesistä.

Kunta toimii eri elintensä kautta varsin monessa hule- ja kuivatusvesiin liittyvässä oikeudellisessa roolissa. Se on ensinnäkin velvollinen järjestämään vesi- ja viemärihuollon alueellaan ja voi samalla olla vesihuoltolaitoksen omistajana. Kunta käyttää myös entistä suurempaa kaavoitusvaltaa sekä toimii lupa- ja valvontaviranomaisena rakennuslain, ympäristönsuojelulain, vesilain ja terveydensuojelulain mukaisissa asioissa.

---

[1] **Kiinteistöjen kuivatuksella** tarkoitetaan maaperässä olevan veden poisjohtamista ja pohjaveden pinnan alentamista lähinnä kiinteistöjen ja muiden rakenteiden suojaamiseksi kosteudelta.
[2] **Hulevesillä** tarkoitetaan rakennetuilla alueilla syntyviä sade- ja sulamisvesiä, jotka virtaavat valumapintoja myöten maastoon, avo-ojiin ja putkiviemäreihin.

Tätä hanketta edeltäneessä Ympäristöministeriön toimeksiannosta tehdyssä esiselvityksessä määriteltiin keskeisiksi kehittämiskohteiksi yleisellä tasolla:

- Uudistaa hule- ja kuivatusvesiin liittyvää sääntely- ja viranomaisjärjestelmää
- Selvittää miten hule- ja kuivatusvesien johtamiseen tulee soveltaa ympäristön kannalta parasta käytäntöä (BMP) ja parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT)

Ennen tämän hankkeen aloittamista näitä tavoitteita täsmennettiin ja nähtiin tärkeiksi selvitettäviksi asioiksi:

- löytää taho, jonka toimintaan vastuu hule- ja kuivatusvesistä luontevasti kuuluu
- selvittää, miten hule- ja kuivatusvesien johtamisen valvonta tulisi järjestää
- kytkeä hule- ja kuivatusvedet vesilain uudistamiseen ja vesipuitedirektiivin valmisteluun
- löytää kriteerit ns. lupakynnyksen laukeamiselle
- integroida hule- ja kuivatusvesimääräykset eri lakien säädöksiin
- määritellä periaatteet, joilla hule- ja kuivatusvesiin liittyvät kustannukset lasketaan ja maksut peritään

Hule- ja kuivatusvesien syntytapojen, niiden laadun ja haitta-ainekuormituksen selvittämiseksi Ympäristöministeriö on antanut tähän hankkeeseen nähden erillisen toimeksiannon - *"Kaupunkivedet ja niiden hallinta (RYVE)"*. Yhteistyö ja tietojen vaihto tämän hankkeen ja RYVE- hankkeen kesken on ollut oleellista arvioitaessa hule- ja kuivatusvesien pilaamisvaikutusta.

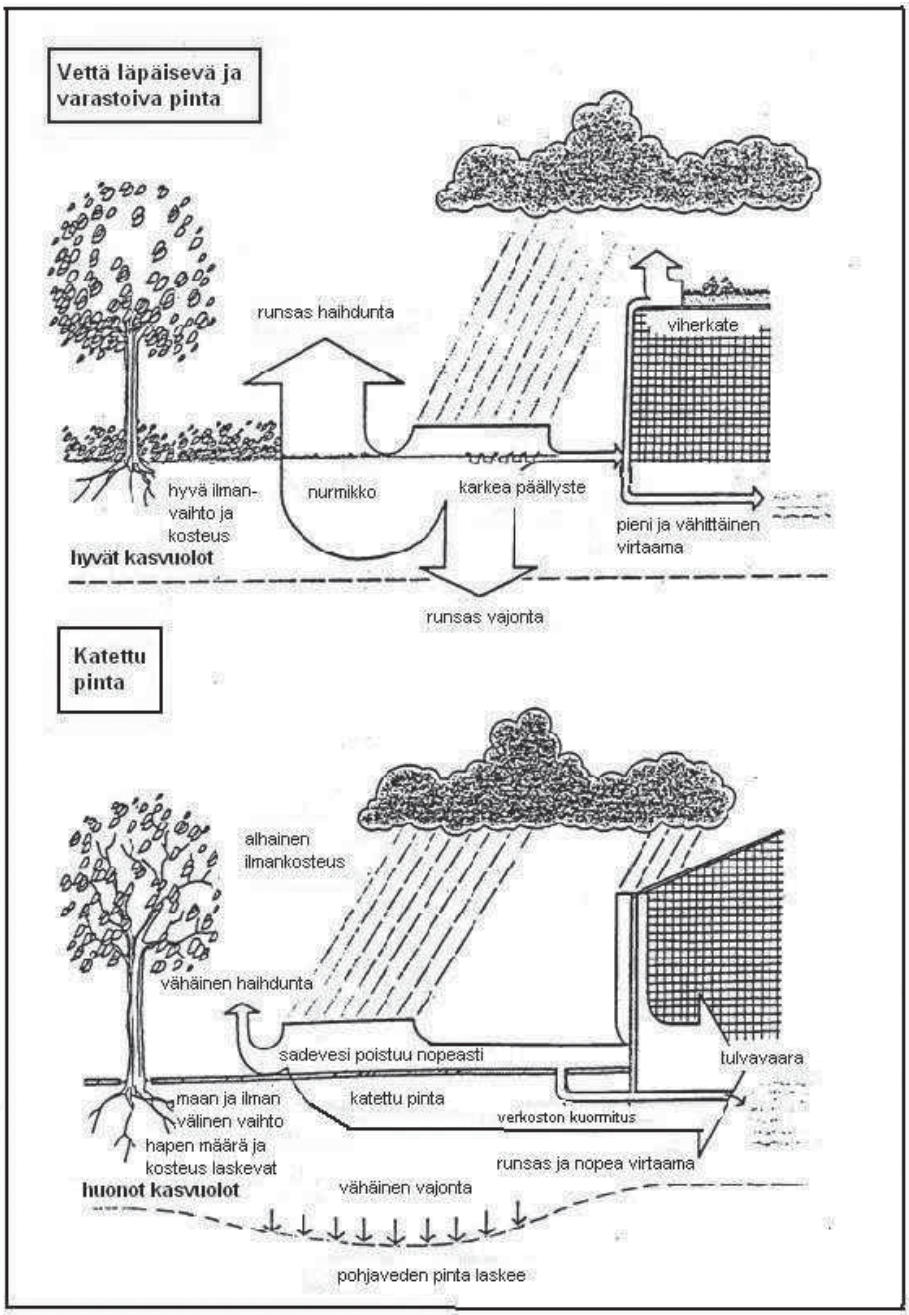
Tässä osiossa käsitellään hule- ja kuivatusvesien hallinnoinnin ja lainsäädännön nykytilaa ja kehittämismahdollisuuksia. Toimenpidesuositukset perustuvat tehtyjen selvitysten lisäksi ohjausryhmän edustajilta saatuihin kommentteihin, mielipiteisiin ja keskusteluissa esille tulleisiin seikkoihin. Hankkeen keskeisenä lopputuloksena on ideoitu alueellinen hulevesisuunnitelma ja sen luvitusmenettely (liite 4).

2 Selvitykset ja niiden tulokset

2.1 Hulevesien määrä, laatu ja ainepitoisuudet

Valtaosa kaupunki- ja taajama-alueilla syntyvistä hule- ja kuivatusvesistä johdetaan ojia ja putkistoja pitkin käsittelemättä lähivesistöihin. Ainoastaan vanhoilta kantakaupunkiosilta hule- ja kuivatusvedet johdetaan muiden jätevesien mukana jätevedenpuhdistamoille.

Kaupunkimaisen rakentamisen lisääntyessä veden normaali kiertokulku, kuten imeytyminen maaperään estyy ja pois johdettava hulevesimäärä kasvaa (kuva 1). Rakennetulla alueella tämä saattaa aiheuttaa mm. eroosiota sekä maaperän kuivumista ja siitä johtuvaa kasvillisuuden vedensaannin vaikeutumista. Toisaalta tulvavaarat lisääntyvät. Purkuvesistöihin kohdistuvat vaikutukset voivat johtua esim. hule- ja kuivatusvesien toksisuudesta tai pohjasedimenttiin sitoutuvista haitta-aineista.



Kuva 1.

Eri pintaratkaisujen vaikutus maiseman vesitalouteen (Lähde: H. Palo, 1991). Ylempi kuva esittelee vettä imevien ja läpäisevien pintojen etuja. Alemmassa kuvassa vettä läpäisemättömien pinnoitteiden käyttö johtaa pohjaveden pinnan laskuun, maaperän ilma ei vaihdu, kasvuolosuhteet heikkenevät. Vesi virtaa välittömästi pois ja tulvahuiput ovat suuret.

"Kaupunkivedet ja niiden hallinta (RYVE)"-hankkeesta on käytettävissä raportit kirjallisuustutkimuksesta ja kokeellisesta tutkimuksesta (Kotola ja Nurminen 2003a ja 2003b). Hule- ja kuivatusvesien mahdollista pilaavaa vaikutusta arvioitaessa voidaan nostaa esille muun muassa seuraavia tekijöitä:

1 Kaupungistuminen ja rakennettujen alueiden lisääntyminen aiheuttavat sadannan kasvua ja haihdunnan pienentymistä. Sadannan kasvu johtuu mm. saastumisen aiheuttamasta ilmassa tapahtuvasta lisätiivistymisestä ja ilmavirtojen pyörteisyyden lisääntymisestä. Kasvun suuruus voi olla 10 – 15 %. Haihdunnan väheneminen puolestaan johtuu siitä, että sadevesi johdetaan nopeasti pois päällystetyiltä pinnoilta eikä vesi ehdi imeytyä maaperään, josta se sateen jälkeen voisi haihtua kasvillisuuden avulla ja suoraan päällystämättömän pinnan läpi.

2 Kaupungistuminen lisää hule- ja kuivatusvesien eli pintavalunnan määrää ja voimistaa sen ajallisia vaihteluja. Hule- ja kuivatusvesien osuus voi tyypillisesti olla 30 – 50 % sadannasta, kun niiden osuus rakentamattomalla alueella on alle 10 %. Tästä voi seurata tulvien lisääntymistä varsinkin, jos sademäärät lisääntyvät kasvihuoneilmiön johdosta siten kuin on arvioitu (Suomessa 15-25%).

3 Rakennettujen alueiden hule- ja kuivatusvesien ainepitoisuudet ovat yleisesti 1 – 2 kertaluokkaa suurempia kuin metsäisten valuma-alueiden vesien ainepitoisuudet. Tämä johtuu toisaalta monista erilaisista päästölähteistä, kuten ajoneuvoista, liikenteestä, teollisuudesta, rakennuksista, kemikaaleista, eläinten jätöksistä, roskista ja jätteistä, mutta myös toisaalta siitä, että kaupunkialueilla on vähän pintavettä puhdistavia elementtejä kuten avo-ojia, lammikoita ja kosteikkoja.

4 Ainepitoisuudet vaihtelevat suuresti erilaisten kaupunkialueiden välillä. Moottoritieltä ja rakennettavalta alueelta tuleva kiintoainehuuhtouman on kirjallisuudessa esitetty olevan yli 1 000 -kertainen väljästi rakennetulta alueelta tulevaan huuhtoumaan verrattuna. Moottoriteiden aiheuttama ainehuuhtouma rajoittuu paikallisesti ja rakentaminen ajallisesti, joten näiden alueiden ainehuuhtouma väljästi rakennetun alueen ainehuuhtoumaan ei suoraan verrannollinen, mutta antaa kuvan huleveden ainehuuhtouman vaihteluvälistä.

5 Hule- ja kuivatusvesien ainepitoisuuksista erityisesti kiintoaineen, kokonaisfosforin ja biologisen hapenkulutuksen pitoisuudet ovat keskimäärin yli kymmenkertaisia verrattuna rakentamattomien alueiden pintavesiin ja myös suurempia kuin peltovaltaisten valuma-alueiden pintavesien ainepitoisuudet. Hule- ja kuivatusvesien ainepitoisuudet ovat korkeimmillaan sulamiskaudella ja toisaalta sateen alussa kuivan jakson jälkeen. Oleellista on, että sulamiskaudella myös vesien määrä on suurimmillaan ja sulamisvalunnan osuuden on todettu olevan jopa yli 50 % vuotuisesta ainehuuhtoumasta.

6 Rakennettujen alueiden laajenemisen myötä lyhytaikaiset virtaamahuiput kasvavat voimakkaasti ja virtaamahuippuja seuraa pienentyneen alivirtaaman jakso.

7 Monissa maissa hule- ja kuivatusvesien on todettu olevan merkittävä vesistöjen pilaaja. Hule- ja kuivatusvettä pidetään yhtenä tärkeimmistä hajakuormituksen lähteistä orgaanisen aineksen, raskasmetallien, ravinteiden, saastuneen sedimentin ja patogeenien osalta. Esimerkiksi Tukholman järvien sedimentin korkean metallipitoisuuden tärkeimpänä aiheuttajana pidetään tiealueilla muodostuvaa hule- ja kuivatusvettä.

8 Päällystetyt pinnat vähentävät veden imeytymistä maaperään ja siten pohjaveden muodostusta. Laajoilla kaupunkialueilla pohjaveden pinnan alenemisella on vaikutusta muun muassa maaperän vesitalouteen ja stabiiliuteen sekä kasvillisuuden elinehtoihin.

Verrattaessa kerrostaloalueen huleveden ainepitoisuuksia puhdistetun jäteveden ainepitoisuuksiin (taulukko 1) havaitaan, että hule- ja kuivatusveden ainepitoisuudet ovat kiintoaineen ja raskasmetallien osalta selvästi puhdistetun jäteveden pitoisuuksia korkeammat, mutta ravinteiden ja kemiallisen hapenkulu-

Taulukko 1. Huleveden ja käsitellyn jäteveden ainepitoisuuksien vertailu.

		Pitoisuus tai kuormitus	Suhde
Hulevesi(kerrostaloalue)	COD_{Mn} (mg/l O_2)	10	
Käsitelty jätevesi		40	1:4
Hulevesi(kerrostaloalue)	Tot-N (mg/l)	2,1	
Käsitelty jätevesi		25	1:12
Hulevesi(kerrostaloalue)	Tot-N (kg/as/a)	0,07	
Käsitelty jätevesi		2	1:30
Hulevesi(kerrostaloalue)	Tot-P (mg/l)	0,01	
Käsitelty jätevesi		0,3	1:30
Hulevesi(kerrostaloalue)	Tot-P (kg/as/a)	0,003	
Käsitelty jätevesi		0,06	1:20
Hulevesi(kerrostaloalue)	**Kiintoaine** (mg/l)	53	
Käsitelty jätevesi		10	**5:1**
	Raskasmetallit keskimäärin		**2:1**

tuksen osalta jäteveden pitoisuuksia alemmat. Oheiseen taulukkoon kootut hulevesiä kuvaavat pitoisuudet ovat RYVE- projektin kokeellisessa tutkimuksessa mitattuja. Keskusta-alueilta ja liikenneväyliltä tulevissa vesissä pitoisuudet voivat olla vielä korkeampia. Hule- ja kuivatusvesien aiheuttama kuormitus on laskettu tutkimukseen sisältyvien koealueiden väestömäärään perusteella. Jätevesien laatu perustuu yhdyskuntajätevesien puhdistamojen lupaehtoihin. Joidenkin RYVE- selvityksessä referoitujen tutkimusten mukaan hule- ja kuivatusveden kokonaisfosforipitoisuuden on todettu olevan samalla tasolla kuin käsitellyn jäteveden pitoisuus.

Hule- ja kuivatusvesien mahdollisia vesistöjä pilaavia vaikutuksia arvioitaessa on vesien purkupaikoilla keskeinen merkitys. Käsitellyt jätevedet johdetaan yleensä jopa kilometrien päähän rantaviivasta, kun taas hule- ja kuivatusvedet johdetaan tyypillisesti rantaviivalle asutuksen keskelle. Tällöin runsaan kiintoaineen aiheuttama samentuminen ja raskasmetallien sitoutuminen pohjasedimenttiin ovat ilmeisiä vaikutuksia. Lisäksi hulevesien sisältämien ravinteiden liukoiset pitoisuudet ovat oletettavasti suhteellisesti korkeammat kuin käsitellyn jäteveden liukoiset pitoisuudet, joten niiden haitallisuuden ja rehevöittävän vaikutuksen voidaan olettaa olevan suuremman kuin mitä kokonaispitoisuusarvoista voisi suoraan päätellä.

2.2 *Hule- ja kuivatusvesien hallinnan nykytila*

Hule- ja kuivatusvesien johtaminen ja hallinta on kokonaisuus, jonka osapuolina ovat kiinteistöt, kunta (osin myös valtio) ja vesihuoltolaitos. Ongelmia aiheuttavat eri osapuolten tehtävien rajapinnat, vastuut ja velvoitteet, joita käytännön moninaisia tilanteita ajatellen ei hallita riittävän hyvin.

Ongelmatilanteet vaihtelevat tapauksittain paljon mutta päätapaukset aiheutuvat joko uuden rakennuksen estäessä vanhan rakennuspaikan kuivatusta tai uuden rakennuksen aiheuttaessa maanpinnan korottamisen seurauksena esimerkiksi rankkasateiden tai sulamisvesien johtumista alemmille tonteille.

Erityyppisissä kunnissa omaksuttujen käytäntöjen ja kuntien vastuuhenkilöiden mielipiteiden kartoittamiseksi osana hanketta tehtiin kuntakysely, joka toteutettiin haastattelututkimuksena. Siinä käytettiin jaottelua:

- Vastuutahot
- Tekniset kysymykset ja kustannukset
- Valvonta ja lupakynnys
- Kaavoitus ja lainsäädäntö
- Ongelmat

Taulukko 2. Hulevesiin liittyvien vastuiden jakautuminen suuremmissa kaupungeissa kolmen eri ratkaisumallin mukaisesti.

	Vesihuoltolaitos	Katuosasto	Tekninen toimi
Ratkaisu 1	-Suunnittelu -Rakentaminen -Ylläpito	-Sakkapesät	
Ratkaisu 2	-Ylläpito		-Suunnittelu -Rakentaminen
Ratkaisu 3	-Suunnittelu -Rakentaminen -Ylläpito	-Sakkapesät -Liittymät	

Taulukko 3. Hulevesiin liittyvien vastuiden jakautuminen pienemmissä kaupungeissa/kunnissa kolmen eri ratkaisumallin mukaisesti.

	Vesihuoltolaitos	Katuosasto
Ratkaisu 1	-Suunnittelu -Rakentaminen -Ylläpito	-Sakkapesät
Ratkaisu 2	-Tarvittaessa avustaa	-Suunnittelu -Rakentaminen -Ylläpito
Ratkaisu 3		-Suunnittelu -Rakentaminen -Ylläpito

Vastuutahojen osalta kunnissa on muotoutunut jonkin verran erilaisia käytäntöjä. Keskeisinä toimijoina ovat vesihuoltolaitos ja kunnan katuosasto. Yleisin malli erityisesti suuremmissa kaupungeissa on, että vesihuoltolaitos suunnittelee, rakentaa ja ylläpitää järjestelmää sekä vastaa näin ollen myös vesien johtamisesta (taulukko 2, Ratkaisu 1). Pienemmissä kunnissa katuosaston rooli on keskeisempi ja joissakin kunnissa jopa niin, että koko vastuu on katuosastolla (taulukko 3, Ratkaisu 3). Hule- ja kuivatusvesien keruun ja johtamisen järjestäminen miellettiin kunnan vastuulla olevaksi asiaksi kaavoitetuilla alueilla, joka yleensä vastaa vesihuoltolaitoksen toiminta-aluetta. Haja-asutusalueilla vastuu hule- ja kuivatusvesien johtamisesta katsottiin pääsääntöisesti kuuluvan kiinteistön omistajalle.

Hule- ja kuivatusvesien johtamisen **tekninen toteutus** on hoidettu avo-ojin ja putkiviemärein, joita ovat sekä sekaviemärit (jätevedet ja hulevedet) että erillisviemärit. Avo-ojien ja sekaviemärien käytöstä ollaan mahdollisuuksien mukaan luopumassa ja uusille alueille rakennetaan pääsääntöisesti erillisputkiviemäreitä. Hule- ja kuivatusvedet mielletään ”puhtaiksi” vesiksi, jonka vuoksi ne johdetaan lähes poikkeuksetta käsittelemättöminä vesistöihin.

Hule- ja kuivatusvesiverkon rakentamisesta ja ylläpidosta aiheutuvat **kustannukset** katettiin joissakin kunnissa erillisellä liittymismaksulla ja toisissa kunnissa kustannukset sisällytettiin joko jätevesimaksuun tai katuosaston kustannuksiin. Haastattelussa kustannukset peittävää liittymismaksua pidettiin oikeudenmukaisena ratkaisuna. Vesimääräperusteisen maksun käyttöönottoa ei nähty mahdolliseksi.

Hule- ja kuivatusvesien laatua ja päästöjä ei ole mitattu eikä valvontatarvetta nähty olevan. Joissain yksittäistapauksissa hulevesien ja toisaalta lumenkaadon on epäilty aiheuttavan samentumista ja roskaantumista, mutta merkittäviä haittoja ei ole todettu. Hule- ja kuivatusvesien johtamisen saattamista luvanvaraiseksi toiminnaksi ei pidetty tarpeellisena – tosin erään tulkinnan mukaan hule- ja kuivatusvesien johtamislupa sisältyy vesihuoltolaitoksen ympäristölupaan. Lisäksi tuotiin esille, että nykyinen ympäristönsuojelulaki antaa kunnan ympäristöviranomaiselle mahdollisuuden puuttua yksittäisiin tapauksiin ja vaatia puhdistustoimia.

Lainsäädännön hajanaisuus ja päällekkäisyys on koettu myös käytännön ongelmaksi. Uudet vesihuoltolaki sekä maankäyttö- ja rakennuslaki ovat jossain määrin parantaneet tilannetta, mutta edelleen kokonaisuuden selkeyttäminen on tarpeen. Epäselvyyttä on lähinnä vettymiskysymyksissä, ojariidoissa ja kaavoittamattomilla alueilla vesien johtamisoikeuksissa. Hule- ja kuivatusvesien johtamista koskevia kaavamääräyksiä ei yleensä käytetä, vaikka se lainsäädännön puitteissa olisi mahdollista.

Hule- ja kuivatusvesistä ja niiden johtamisesta aiheutuvat **ongelmat** liittyvät edellä mainittujen kiinteistöjen välisten riitojen lisäksi liittymispakkoon, vuotovesien määrään ja viemärin korkeusasemaan. Vanhemmilla alueilla on ollut vaikeuksia saada kiinteistöt liittymään myöhemmin rakennettuun hulevesiviemäriin, silloin kun kiinteistön omistaja on järjestänyt hule- ja kuivatusvesien johtamisen muuten. Monissa kunnissa jätevesiviemäriin tulevien vuotovesien määrä ylittää varsinaisten jätevesien määrän, mikä johtaa vedenpuhdistamon vajaatoimintaan tai tarpeettoman suuren puhdistamon rakentamiseen. Vuotovesien suuren määrän epäillään osittain johtuvan hule- ja kuivatusvesien luvattomasta johtamisesta jätevesiviemäriin. Joissakin tapauksissa hulevesiviemäri on korkeammalla kuin kiinteistön kuivatussalaojat. Asia on ratkaistu joko antamalla lupa hule- ja kuivatusvesien johtamiseen jätevesiviemäriin tai hule- ja kuivatusvesien johtamiseksi on jouduttu rakentamaan pumppaamo.

2.3 Hulevesiä koskevan sääntelyn kuvailu ja kehittäminen

Hule- ja kuivatusvesiä koskeva nykysääntely on kokonaisuutena varsin vaikeasti hahmotettavissa ja sääntely on hajonnut poikkeuksellisen moniin eri lakeihin ja menettelyihin. Hajanaisuuden lisäksi ongelmia aiheuttaa myös säännösten päällekkäisyys. Sääntelyn rakenne on mitä ilmeisimmin seurausta siitä, ettei hule- ja kuivatusvesien johtamista käsitellä missään säädöksessä yhtenä kokonaisuutena, vaan se seuraa liitännäisenä oikeusongelmana esimerkiksi rakennusteknistä sääntelyä, viemäröintiin liittyvää lainsäädäntöä tai ojitussäännöksiä, jolloin luonnollisesti seurauksena on sääntelyn pirstaloituminen.

Lisäongelmia liittyy myös siihen, että ympäristöoikeuden alalla viranomaisjärjestelmäkin on varsin hajautunut. Esimerkiksi sadevesiviemäriin liittyvän ra-

sitteen perustamista voivat käsitellä useat eri viranomaiset riippuen siitä minkä lain mukaisesta rasitteesta on kysymys.

Hule- ja kuivatusvesiä koskevan sääntelyn kokosi OTL Juha Sario Helsingin yliopiston oikeustieteellisessä tiedekunnassa hyväksyttyyn lisensiaatintyöhönsä (Sario 2003)[3], joka on osa tätä hanketta. Lisensiaatintyö koostuu neljästä osiosta:

I Johdanto, tutkimustehtävän asettaminen ja hulevesiä koskevan kokonaissääntelyn kuvailu

II Hule- ja kuivatusvesiä koskevan sääntelyn historiaa

III Oikeusvertailu - hule- ja kuivatusvesien johtamista koskeva lainsäädäntö Ruotsissa

IV Hule- ja kuivatusvesien johtamista koskevan sääntelyn ja rasitejärjestelmien kehittäminen

2.3.1 Rasitteet ja niiden muodostaminen

Sario (2003) käsittelee perusteellisesti hule- ja kuivatusvesien johtamisoikeuksien perustamismahdollisuuksia ja rasitteen muodostumista (osio I). Kiinteistön omistajalla tai haltijalla, jolle vastuu hule- ja kuivatusvesien johtamisesta ja kiinteistön kuivatuksesta selkeästi kuuluu samoin kuin julkisella toimijalla kuten kunnalla tai vesihuoltolaitoksella keskitetyn vesihuollon järjestäjänä on mahdollisuus saada rasiteoikeus monen eri lain nojalla. Lisäksi rasite voidaan muodostaa yksityisoikeudellisella keskinäisellä sopimuksella, jonka syntyminen ei välttämättä tule valvovien viranomaisten tietoon eikä sitä kirjata mihinkään rekisteriin. Erilaisia rasitteen muodostamistapoja, jotka ovat monissa tapauksissa vaihtoehtoisia, on koottu taulukkoon 4. Taulukosta käy ilmi se, kuinka monille eri viranomaisille päätöksenteko näistä oikeuksista kuuluu ja kuinka hajallaan asioiden aineellinen käsittely tällä hetkellä on.

Kuntakyselyssä rasitteiden perustamistapoja ei pidetty merkittävänä käytännön ongelmana kuntien kannalta, mutta kylläkin sen nähtiin aiheuttavan sekaannusta kiinteistön omistajien piirissä. Kyselyn perusteella kunnilla tai vesihuoltolaitoksilla ei ole ollut vaikeuksia saada tarvittavia rasiteoikeuksia. Myöskään ohjaamismahdollisuuksien rajallisuutta ei pidetty käytännön ongelmana, koska kiinteistönomistajat yleensä noudattavat kunnalta saamiaan ohjeita eikä pakkokeinoja tarvita.

Johtamisoikeudet perustetaan käytännössä kaava-alueilla maankäyttö- ja rakennuslain säädösten mukaisina ja haja-asutusalueilla vesilain säädösten mukaisina.

2.3.2 Ympäristöluvan tarve

Ympäristönsuojelulain mukainen ympäristöluvan tarve hule- ja kuivatusvesien johtamiselle ja mahdolliselle käsittelylle syntyy, jos niiden johtamisesta voi aiheutua vesistön pilaantumista. Keskeistä on käsitteen ”vesistön pilaantuminen” tulkinta, jota lainsäädännössä ei ole. Vesilain pohjalta tehtyjen aiempien ratkaisujen pohjalta luvanvaraisuuden voidaan arvioida syntyvän vasta, kun laajemmalta alueelta kerätyt hule- ja kuivatusvedet johdetaan yhdestä lähteestä vesistöön.

Mikäli hule- ja kuivatusvesien keruuseen ja johtamiseen käytetään sekaviemäröintiä, ympäristönsuojelulain mukainen ympäristöluvantarve syntyy, kun asukasvastineluku on suurempi kuin 100. Lupaviranomaisena on pääsääntöisesti alueellinen ympäristökeskus.

[3] Lisensiaattityö kokonaisuudessaan on saatavana joko oikeustieteen laitoksen kirjastosta tai Juha Sariolta.

Taulukko 4. Hule- ja kuivatusvesien johtamisoikeuksien rasitteen muodostamistapoja.

	RAKENNUS-VALVONTA VO[1]	YMPÄRISTÖN-SUOJELU VO	KIINTEISTÖ-/LUNASTUS-TOIMITUS	OJITUS-TOIMITUS	YMPÄRISTÖ-LUPA-VIRASTO	AYK[2]
MRL[3] RASITE	Rasitteen perustaminen		Korvaukset			YSL[4] Ympäristö-lupa
VL[5] OJITUS		Ojituksesta ei sovita Yksityistien alta Veden johtaminen toiseen ojaan Korvaukset		Ympäristö-lupaviraston lupaa vaativa ojitus Ojitus yleisen kulkuväylän ali Yhteisestä ojituksesta ei sovita Korvaukset	VL Yleiskieltojen vastainen ojitus Korvaukset	
KML[6] RASITE			Rasitteen perus-taminen Korvaukset			YSL Ympäristö-lupa

[1] *viranomainen*
[2] *alueellinen ympäristökeskus*
[3] *maankäyttö- ja rakennuslaki*
[4] *ympäristönsuojelulaki*
[5] *vesilaki*
[6] *kiinteistönmuodostumislaki*

2.3.3 Vahingonkorvaussääntely

Tämän hankkeen esiselvityksessä käsiteltiin tarkemmin hule- ja kuivatusvesiin liittyvää vahingonkorvaussääntelyä. Vahingonkorvauksiin liittyvä perushankaluus on se, että rasitteiden perustamissääntely ja rasitteista mahdollisesti aiheutuva vahingonkorvaus käsitellään pääsääntöisesti eri prosesseissa. Ainoastaan vesilakiin sisältyy kattava vahingonkorvaussääntely. Lisäksi korvausten kattavuus saattaa vaihdella eri lakien mukaisissa menettelyissä. Esimerkiksi maankäyttö- ja rakennuslakiin ei sisälly lainkaan vahingonkorvaussäännöksiä, joten mikäli rasite on perustettu kyseisen lain nojalla, täytyy mahdolliset vahingonkorvausasiat käsitellä yleisen vahingonkorvaussääntelyn – lähinnä vahingonkorvauslain mukaan.

2.3.4 Sääntelyn kehittäminen ja kehittämisvaihtoehdot

Hule- ja kuivatusvesien sääntelyn kehittämis- ja selkeyttämistarve on tiedostettu ja ollut olemassa jo pitkään. Eräänä merkittävänä yrityksenä on ollut ns. rasiteoikeustoimikunnan tekemä työ ja ehdotukset vuodelta 1984. Toimikunnan mukaan eri järjestelmien mukaiset rasitteiden perustamis-, muuttamis- ja poistamisedellytykset poikkeavat toisistaan ja joistakin säännöstöistä ne puuttuvat kokonaan. Lisäksi ongelmana pidettiin haitan ja vahingon korvaamista koskevan sääntelyn erilaisuutta eri normistoissa. Tilanne ei ole muuttunut tähän päivään mennessä.

Kunnan tai muun julkisen toimijan kannalta kehittämistarve usein liittyy ns. yleisen edun valvontaan. Tällaisia ovat muun muassa toimimattoman järjestelmän muuttaminen ja yhteisen yksityisen viemärin määräämisoikeus, jotka kumpikin saattavat nykysääntelyssä jäädä viranomaisen toimivaltuuksien ulkopuolelle, mutta jotka käytännön tilanteissa olisivat tarpeen. Yleisen edun valvontaa ja siihen liittyvää hallintopakkoa on käsitellyt yksityiskohtaisemmin Sario (2003) lisensiaatintyönsä osion IV alussa. Siihen sisältyy myös rasitejärjestelmien ja viranomaismenettelyjen vertailu.

Hule- ja kuivatusvesiä koskevan sääntelyn kehittämisen tärkeimpinä kohteina selvityksen mukaan ovat rasitteiden muodostamismenettelyt, asemakaavamääräysten käyttö, vahingonkorvaussääntelyn yhtenäistäminen ja ympäristönsuojelullisen kontrollin tarve. Kehittämisvaihtoehtoja on laajasti käsitellyt Sario (2003), osion IV loppuosassa.

Selvityksen eräänä johtopäätöksenä on, että hule- ja kuivatusvesiä koskeva erillissääntely ei ole tarpeen, vaan hule- ja kuivatusvesiä koskevat täsmennykset ja lisäykset tehdään asianomaisiin lakeihin. Lähtökohtana on nykyisen sääntelyrakenteen säilyttäminen.

Rasitteet on perusteltua muodostaa kaava-alueilla maankäyttö- ja rakennuslain mukaisella menettelyllä ja muualla vesilain mukaisella menettelyllä. Poikkeuksena edellä olevaan ovat yksityisen kiinteistönomistajan tarvitsemat rasiteoikeudet kaava-alueella, joiden perustaminen kiinteistönmuodostamislain mukaisella menettelyllä näyttää parhaalta vaihtoehdolta. Edellä esitetyn pääjaon välisille raja-alueille jää varmasti monia tilanteita, joista yhtenä esimerkkinä on avo-ojien käyttö hulevesiviemärinä kaava-alueella. Avo-ojien käsittely vesilain mukaisessa menettelyssä olisi luontevaa. Näin ollen rajaukset ja tulkinnat eri menettelyjen soveltamisesta ovat tarpeen käytännön tilanteita ratkottaessa.

Vahingonkorvaussääntelyn osalta selvityksessä tultiin johtopäätökseen, että hule- ja kuivatusvesien johtamiseen liittyvät vettymis- ja kuivumisvahingot tulisi saattaa ympäristövahinkolain ankaran vastuun piiriin nykyistä selkeämmin. Lisäksi vesilain ojitussäännöksiä tulisi tarkistaa siten, että rasitetulle kiinteistölle aiheutuva haitta korvataan eikä pelkästään vahinko, kuten asianlaita on nykyisessä laissa.

Hule- ja kuivatusvesien ympäristönsuojelullisen kontrollin tarve lisääntyy, koska hule- ja kuivatusvesien aiheuttama suhteellinen kuormitus kasvaa toisaalta jätevesien käsittelyn tehostumisen ja toisaalta hule- ja kuivatusvesien keruun piiriin tulevien rakennettujen alueiden kasvun myötä. Ympäristönsuojelulakiin sisältyvä selvilläolovelvollisuus koskee myös hule- ja kuivatusvesien johtamista vesistöön ja antaa jo nyt ympäristönsuojeluviranomaiselle oikeuden vaatia toimenpiteitä pilaavan hulevesipäästön ollessa kyseessä.

Ruotsissa kontrollin ja jopa hule- ja kuivatusvesien käsittelyn tarve on nähty vahvana, koska siellä asemakaava-alueiden hule- ja kuivatusvesiä pidetään jätevesinä ja niiden johtamista luvanvaraisena toimintana. Ainoastaan vähempää kuin 25 ihmistä palvelevat järjestelmät on siellä jätetty luvitustarpeen ulkopuolelle. Ruotsissa käytössä olevaa sääntelyä on laajemmin käsitelty Sarion (2003) lisensiaattityön osiossa III.

3 *Johtopäätökset ja suositukset*

Kuntakyselyn ja tehtyjen selvitysten perusteella on ilmeistä, että hule- ja kuivatusvesien johtamiseen ja hallinnointiin on muodostunut jonkin verran toisistaan poikkeavia, mutta toimivia käytäntöjä eikä merkittäviä puutteita koeta olevan. Lainsäädäntö on kuitenkin hajanaista ja osin päällekkäistä, mikä aiheuttaa sekaannusta ja riitoja varsinkin tontinomistajien välille. Suomessa uutena asiana on noussut esille kysymys hule- ja kuivatusvesien pilaavasta vaikutuksesta ja ympäristönsuojelullisen kontrollin tarpeesta.

Kuntakyselyn perusteella **vastuu** hule- ja kuivatusvesien johtamisesta on jossain määrin selkeytymätön asia, koska erilaisia järjestelmiä ja tilanteita on paljon. Taulukkoon 5 on koottu tyypillisimmät tilanteet ja nimetty niihin liittyvät vastuutahot. *Kuten taulukosta 5 ilmenee, yhtä kaikkiin tilanteisiin sopivaa vastuutahoa on mahdoton löytää eikä siihen liene tarvettakaan*. Tyypillisin tilanne on, että kiinteistö ja vesihuoltolaitos yhdessä hoitavat hule- ja kuivatusvesien keruun ja johtamisen. Monissa tapauksissa erityisesti haja-asutusalueilla johtaminen on pelkästään kiinteistön vastuulla. Kaupunkialueilla taasen katuosasto saattaa kerätä ja johtaa vedet, ylläpitää hulevesiviemärin sekä imeyttää vedet maaperään.

Lumenkaatotoiminta (kuormaus, kuljetus ja sijoitus) voidaan vastuumielessä rinnastaa hule- ja kuivatusvesien keruuseen ja johtamisen. Kiinteistöltä kerätty lumi on kiinteistön vastuulla niin kauan, kun lumenkaatopaikan pitäjä tai muu taho on ottanut sen vastaan (vrt. vesihuoltolaitos hule- ja kuivatusveden osalta). Rakennetuilta alueilta kerättyä lunta ei ympäristöministeriön tulkinnan mukaan sen sisältämistä lika- ja haitta-aineista huolimatta pidetä jätteenä eikä jätelainsäädäntöä sovelleta lumenkaatotoimintaan.

Hule- ja kuivatusvesien keruun ja johtamisen kokonaisvaltaista hallinnointia varten ideoitiin menettely, jota kutsutaan **alueelliseksi hulevesisuunnitelmaksi**. Se liitetään osaksi kaavoitusprosessia ja siinä esitetään kokonaisvaltaisesti vesien keruu- ja johtamisjärjestelmä, purkupaikat, lumenkaatopaikat, arviot vesi- ja haitta-ainemääristä, vastuutahot ja maksuperusteet. Suunnitelma sisällytetään uusiin asemakaavoihin ja kaavamuutoksiin. Sellaisilla kaavoitetuilla alueilla, joilla kaavamuutoksia ei ole vireillä, hule- ja kuivatusvesien johtamisesta pääasiallisesti vastuussa oleva taho velvoitetaan esittämään hule- ja kuivatusvesisuunnitelma kunnan rakennusvalvonnan hyväksyttäväksi. Suunnitelman hyväksymisprosessissa kunnan ympäristönsuojeluviranomainen toimii lausunnonantajana. Suunnitelmien esittämisen ja niiden toimeenpanon valvonta tulee kunnan rakennus-

Taulukko 5. Hulevesien johtamisen vastuukysymykset

Hulevesien johtaminen	Vastuutaho	Muuta
Tontin sisäinen	Kiinteistö	Rakennusvalvonnan roolin selkeyttäminen/vahvistaminen ?
"Korttelin" sisäinen	Kiinteistöt yhdessä	Yhteinen yksityinen viemäri ?
Katualueet (johtaminen katujen varsilla)	Katu-osasto	Kadut joskus tärkeä osa johtamisjärjestelmää (kaupungit). Vedet saatetaan johtaa esim. puistoalueelle, jossa imeytetään suoraan vesistöön. Mikä on silloin vesihuoltolaitoksen rooli ? Puhtaasti vesihuoltolaitoskeskeinen malli ei huomioi kaikkia käytännön ratkaisuja (vai onko kadunpitäjä joissain tapauksissa vesihuoltolaitos - huleveden osalta ?)
Avo-ojat	Katu-osasto	Avo-ojat mukana katujen kuivatuksessa, toimivat samalla hulevesien johtamisessa, mikä on silloin vesihuoltolaitoksen rooli (vrt. Johtaminen katualueita pitkin)
Lumenkaato	Katu-osasto	
Runkoverkko (putkiverkko)	Vesihuoltolaitos	Avo-ojat (mitä jos avo-ojat hulevesijärjestelmässä perusratkaisuna) ?
Johtaminen: Vesistöön Imeytys (esim. puistoalueille) Muuhun järjestelmään (esim. ojayhtymän järjestelmään)		

valvonnan vastuulle analogisesti muiden rakennuslupien esittämisen ja rakentamisen valvonnan kanssa. Alueellisen hulevesisuunnitelman alustavia rajauksia ja sisältöä on tarkemmin käsitelty liitteessä 4. Alueellisen hulevesisuunnitelman käyttöönotto edellyttää asiaa koskevia täsmennyksiä maankäyttö- ja rakennuslakiin (MRL).

Vedenjohtamisoikeuksien eli **rasitteiden** perustamisen osalta päällekkäisten ja vaihtoehtoisten menettelyjen karsiminen on tarpeen. Nykysääntelyn puitteissa parhaalta näyttää järjestelmä, jossa julkinen toimija perustaa rasitteet asemakaava-alueilla maankäyttö- ja rakennuslain mukaisessa menettelyssä ja yksityinen kiinteistönomistaja kiinteistönmuodostamislain mukaisessa menettelyssä. Järjestelmän käyttöönotto vaatisi täsmennyksiä mainittuihin lakeihin. Mikäli rasite perustetaan kiinteistönomistajien välisellä sopimuksella ilman viranomaiskontrollia, tulee sopimuksesta tehdä ilmoitus kiinteistörekisteriin. Ehdotetun alueellisen hulevesijärjestelmän käyttöönoton myötä poistuisivat päällekkäisyydet kaavoitetuilla alueilla ja lisäksi sopimuspohjaiset rasitteet tulisivat viranomaiskontrollin piiriin ja rekisteröidyiksi. Kaava-alueiden ulkopuolella käytetään vesilain mukaista menettelyä ja asiaa koskevat määräykset tulisi tehdä valmisteilla olevaan vesilakiin.

Hule- ja kuivatusvesien johtamisen mahdollisten **haitallisten** vaikutusten ja edelleen tarvittavien toimenpiteiden arvioimiseksi ympäristönsuojeluviranomaisten ohjeistaminen tulee tarpeelliseksi. Lisäksi esitetään, että taajamissa[4] on hule- ja kuivatusvesien johtaminen saatettava YSL:n ilmoitusmenettelyn piiriin. Voimassaoleva ympäristönsuojelulaki (YSL) antaa riittävät puitteet ja toimintaedellytykset eikä uutta säätelyä tältä osin tarvita.

Hule- ja kuivatusvesien johtamisesta aiheutuvan **haitan ja vahingon korvaaminen** vaihtelee eri lakien mukaisissa menettelyissä. Tämä epäkohta olisi mahdollista korjata esimerkiksi siten, että ympäristövahinkolakiin lisätään vettymistä ja kuivumista koskevat säännökset ja vesilain mukaisiin korvauksiin ojituksesta kiinteistölle aiheutuva haitta. Haitan ja vahingon korvausasioita ei kuitenkaan sisällytetty ehdotukseen alueellisesta hulevesisuunnitelmasta vaan korvausmenettelyä koskeva sääntely nähtiin parhaaksi ehdottaa tehtävän EU:ssa valmisteilla olevan vahingonkorvaussääntelyn valmistuttua.

[4] Taajamina pidetään kaikkia vähintään 200 asukkaan rakennusryhmiä, jos rakennusten välinen etäisyys ei yleensä ole 200 metriä suurempi. Muutkin kuin asuinrakennukset otetaan huomioon.