



Hulevesiopas

 Kuntaliitto
Kommunförbundet





Sisällys

Esipuhe	4
1 Alkusanat	6
2 Määritelmiä	9
3 Taajamahydrologia ja hulevesijärjestelmät	18
4 Hulevesien hallinnan yleiset periaatteet	20
5 Hulevesien hallinnan suunnitteluprosessi	22
6 Hulevesien hallinnan järjestäminen, vastuut ja velvoitteet	26
7 Viestintä hulevesiasioista	40
8 Maankäytön suunnittelu	45
9 Hulevesien hallinnan suunnittelu	74
10 Rakennusvalvonta	86
11 Hydrologia ja hulevesien määrään vaikuttavat tekijät	91
12 Hydrogeologiset vaatimukset	115
13 Hulevesien laatu, taajamavesien kuormitus ja ympäristövaikutukset	124
14 Hulevesien hallintamenetelmät ja niiden mitoitus	141
15 Hulevesiviemäreiden mitoitus	206
16 Hulevesikasvillisuus	217
17 Hulevesijärjestelmien ylläpito	244
18 Rakennusten kuivatus	274
19 Kiinteistökohtainen hulevesien hallinta	280
20 Liittyminen hulevesiviemäriin	294

Kannen kuva: MIKA RONTU

ISBN 978-952-213-896-5

© Suomen Kuntaliitto, Helsinki 2012.



Esipuhe

Tarve hulevesien kokonaisvaltaiselle hallinnalle ja yhteisten kansallisten periaatteiden määrittämiselle on tullut ajankohtaiseksi monestakin eri syystä. Hulevedet aiheuttavat hallitsematonta tulvimista ja kuivatusongelmia rakenteeltaan tiivistyneessä kaupunkiympäristössä. Lisäksi viemäriverkostoon pääsevät hulevedet aiheuttavat jäteveden puhdistustehon heikkenemistä jätevedenpuhdistamoilla sekä ohjuksutuksia viemäriverkossa. Ilmastomuutos synnyttää myös tarvetta sopeutumiselle ja varautumiselle. Toisaalta hulevesien hallinta luo myös mahdollisuuksia esteettisesti kauniille kaupunkiympäristölle.

Hulevesien kokonaisvaltaista hallintaa ei ole paljoakaan ollut vaan hulevesien aiheuttamat ongelmat on ratkaistu tapauskohtaisesti. Toivottavasti tämän oppaan innoittamana painopiste siirtyy ennalta ehkäisyyn.

Hulevesien hallinta kuuluu niin valtion kuin kunnan työntekijöille sekä yksityisille toimijoille että kuntalaisille. Kunnassa hulevesien hallintaa koskevia yhteisesti noudatettavia periaatteita tarvitaan maankäytön, kaavoituksen ja vesihuollon suunnittelusta yksityisten tonttien rakentamiseen sekä yleisten alueiden hoitoon, kehittämiseen ja ympäristönsuojeluun.

Opas on tarkoitettu yhdyskuntasuunnittelun ja yhdyskuntatekniikan parissa toimiville ammattilaisille: kunnille, vesihuoltolaitoksille, pelastuslaitoksille, valtion viranomaisille, konsulteille, urakoitsijoille ja tuoteteollisuudelle. Oppaassa on ohjeistusta myös yksittäisille kiinteistöille.

Hulevesioppaan laadinta aloitettiin syksyllä 2008. Hankkeen rahoittajina ja ohjausryhmän jäseninä ovat olleet Espoon kaupunki, Finanssialan keskusliitto, Helsingin kaupunki, Helsingin seudun ympäristöpalvelut –kuntayhtymä

(alussa Espoon Vesi, Helsingin Vesi ja Vantaan Vesi), Lahti Aqua Oy, maa- ja metsätalousministeriö, Maa- ja vesitekniikan tuki, Oulun kaupunki, Oulun Vesi, Porin kaupunki, Porin Vesi, Suomen Kuntaliitto, Suomen ympäristökeskus, Tampereen kaupunki, Tampereen Vesi, Turun kaupunki, Turun vesilaitos, Vantaan kaupunki, Vesilaitosyhdistys (ennen Vesi- ja viemärlaitosyhdistys) ja ympäristöministeriö. Hulevesioppaan mitoituksiota ovat edellä mainittujen lisäksi rahoittaneet FCG Finnish Consulting Group Oy, Pöyry Finland Oy, Ramboll Finland Oy ja SITO.

Kirjoittajia oppaassa on ollut yli 20 ja tekstejä kommentoi yli 40 eri alojen asiantuntijaa. Ohjausryhmä tarkasti, muokkasi, kommentoi ja hyväksyi kaikki tekstit. Oppaan luonnos oli lausunnolla kesällä 2011, jolloin lausuntoja saatiin noin 50 eri tahoilta. Hulevesioppaan tekoon osallistunut iso joukko osoittaa, että hulevedet on meidän kaikkien yhteinen asia.

Kiitokset kaikille työhön osallistuneille.

Erityiskiitokset Saijariina Toivikolle, Sauli Hakkaraiselle, Tiia Lampolalle, Ulla Loukkaanhuh-talle, Irina Nordmanille, Heidi Rauhamäelle, Katri Vasamalle, Hannu Vikmanille ja Maria Åkermanille. Te jaksoitte tulla joka kokoukseen kommentoimaan ja ideoimaan.

Työ kuitenkin jatkuu. Oppaan ajanmukaisuuden seurantaan on perustettu ryhmä, joka koostuu vähintään kerran vuodessa.

Yhteistyöllä päästään hulevesien kokonaisvaltaiseen hallintaan!

Kirsi Rontu

Ohjausryhmän puheenjohtaja
Suomen Kuntaliitto

1. Alkusanat

1.1. Oppaan tausta ja tarkoitus

Eri puolilla Suomea, erityisesti rannikolla sijaitsevilla kaupungeissa, on viime vuosina kärsitty rankkasateiden aiheuttamista kaupunkitulvistä. Lisääntyvää huomiota on myös kiinnitetty hulevesien aiheuttamaan pienvesien kuormitukseen. On syntynyt tarve tarkastella hulevesikysymystä tuoreesti ja kokonaisvaltaisesti. Samalla on tiedostettu ilmeinen tarve kuvata uudet lähestymistavat, toimintamallit ja tekniset ohjeet erityisessä hulevesioppaassa.

Hulevesien hallinnassa ja hulevesijärjestelmien suunnittelussa on sovitettava yhteen useita lukuisia näkökohtia. Tämä luonnollisesti edellyttää hyvää yhteistyötä eri toimijoiden kesken, mikä ei ole mahdollista ilman yhteistä terminologiaa ja vähintään yleistasoista ymmärrystä hulevesien hallinnasta. Hulevesioppaan käyttäjiä ovat näin ollen kunnissa kaavoitus, tekninen johto, rakennusvalvonta, ympäristönsuojelu, terveydensuojelu, alue-/katu-/viheraluesuunnittelu/-rakennus/-ylläpito ja vesihuoltolaitokset. Muita oppaan kohderyhmiä ovat maakuntaliitot, pelastustoimi, ELY-keskukset, liikennevirasto, suunnittelijat, urakoitsijat, ylläpitäjät, tuoteteollisuus, vakuutusyhtiöt, kiinteistönomistajat, isännöitsijät, huoltoyhtiöt, jne.

Ensisijaisesti opas julkaistaan maksuttomana verkkokäsikirjana Suomen Kuntaliiton kotisivuilla. Verkkojulkaisun modulaarisuus, sisäiset linkit ja mahdollisuus päivytyksiin tiedon ja kokemuksen lisääntyessä mahdollistavat oppaan täydentämisen uusinta tietoa hyödyntäen. Oppaasta tullaan kuitenkin tuottamaan myös painettu julkaisu.

1.2. Oppaan laatiminen

Epävirallisen hulevesifoorumin kokouksessa 23.11.2005 päätettiin perustaa niin ikään epävirallinen hulevesiryhmä, jonka työn ta-

voitteena on ollut kartoittaa hulevesien hallintaan liittyviä tietoja ja tietotarpeita ja tehtävänä alustavasti tunnistaa hulevesilainsäädännön ja hulevesien hallinnan oleellimmat ongelmatkohdat.

Hulevesiryhmä päätti kokouksessaan 1.4.2008 laatia hulevesien hallintaa käsittelevän oppaan. Tällöin sovittiin opasta koskevan hankesuunnitelman laatimisesta rahoituksen hankkimiseksi opasta varten. Varsinainen oppaan laatiminen alkoi syksyllä 2008 rahoituksen varmistuttua. Työtä on ohjannut ohjausryhmä, joka muodostui yllä mainitusta hulevesiryhmästä täydennettynä rahoittajien edustajilla.

Opasta ovat rahoittaneet:

- maa- ja metsätalousministeriö
- ympäristöministeriö
- Suomen Kuntaliitto
- Vesilaitosyhdistys, ent. Vesi- ja viemärlaitosyhdistys
- Finanssialan keskusliitto
- Maa- ja vesitekniikan tuki ry
- Espoon kaupunki
- Helsingin kaupunki
- Oulun kaupunki
- Porin kaupunki
- Tampereen kaupunki
- Turun kaupunki
- Vantaan kaupunki
- HSY Vesi (aluksi erikseen Espoon Vesi, Helsingin Vesi sekä Vantaan Vesi)
- Lahti Aqua Oy
- Oulun Vesi
- Porin Vesi
- Tampereen vesi
- Turun vesilaitos.

Ohjausryhmän puheenjohtaja oli aluksi yhdyskuntatekniikan päällikkö Jussi Kauppi Suomen Kuntaliitosta ja hänen jäätyään eläkkeelle yhdyskuntatekniikan päällikkö Kirsi Rontu Suomen Kuntaliitosta.

Ohjausryhmän kokouksiin ovat osallistuneet maa- ja metsätalousministeriöstä vesiyli-tarkastaja Minna Hanski, vanhempi hallitussihteeri Pekka Kemppainen ja vesiyli-tarkastaja Katri Vasama; ympäristöministeriöstä rakennusneuvos Aulis Tynkkynen, yli-insinööri Jorma Kaloinen ja hallitussihteeri Katri Nuuja; Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksestä toimitusjohtajat Rauno Piippo ja Osmo Seppälä, lakiasiainpäällikkö Anneli Tiainen sekä vesihuoltoinsinööri Saijariina Toivikko; Finanssialan keskusliitosta vahingontorjuntapäällikkö Seppo Pekurinen; Espoon kaupungin teknisestä keskuksista aluepäällikkö Sauli Hakkarainen, hankeinsinööri Risto Niemistö ja suunnitteluinsinööri Henry Westlin; Helsingin kaupungin rakennusvirastosta suunnitteluinsinööri Marko Jylhänlehto ja projektipäällikkö Päivi Islander; Porin kaupungin teknisestä palvelukeskuksesta suunnitteluinsinööri Tuomo Piippo; Tampereen kaupungin ympäristöpalveluista vesihuoltoinsinööri Maria Åkerman ja terveysinsinööri Tuula Sillanpää; Turun kaupungin kiinteistöliikelaitoksesta liikelaitosjohtaja Jouko Turto; Vantaan kaupungin kuntatekniikan keskuksista maisema-arkkitehti Ulla Loukkaanhuhta, suunnitteluinsinööri Marika Orava, maisema-arkkitehti Hanna Keskinen ja suunnitteluinsinööri Usko Koponen; Espoon Vedestä suunnitteluinsinööri Tiia Lampola, suunnitteluinsinööri Tiina Hieta-nen ja toimistorakennusmestari Taina Hakola; Vantaan Vedestä käyttöpäällikkö Eero Varis; HSY Vedestä asiantuntija Petteri Kotonen; Lahti Aqua Oy:stä suunnitteluinsinööri Jyrki Hiltunen ja suunnittelupäällikkö Markku Heikkonen; Oulun Vedestä johtaja Jouni Lähdemäki; Porin Vedestä suunnitteluinsinööri Pertti Mäkinen ja verkostopäällikkö Jouko Halminen; Tampereen Vedestä toimitusjohtaja Pekka Pesonen ja suunnittelupäällikkö Heidi Rauhamäki; Turun vesilaitokselta liikelaitosjohtaja Irina Nordman; ja Suomen ympäristökeskuksesta yksikönpäällikkö Markku Maunula.

Oppaan kirjoittamiseen ovat osallistuneet:

johtava geologi, Ritva Britschgi, Suomen ympäristökeskus; projektipäällikkö Eeva Eitsi, FCG Finnish Consulting Group Oy; tiedottaja Tony Hagerlund, Suomen Kuntaliitto; projektipäällikkö Riku Hakoniemi, Pöyry Finland Oy; verkostopäällikkö Jouko Halminen Porin Vesi; vesihuoltopäällikkö Tapio Helenius, Keravan

Kaupunkitekniikka -liikelaitos; toimialajohtaja ja Perttu Hyöty, FCG Finnish Consulting Group Oy; maisema-arkkitehti Jukka Jormola, Suomen ympäristökeskus; rakennustarkastaja Esa Koponen, Kuopion kaupunki, rakennusvalvonta; johtava hydrologi Esko Kuusisto, Suomen ympäristökeskus; maisema-arkkitehti Pekka Kärppä, AB 05; verkostopäällikkö Pekka Laakonen Tampereen Vesi; viestintäpäällikkö Ari Nevalainen, HAAGA-HELIA ammattikorkeakoulu; projektipäällikkö Aino-Kaisa Nuotio, Ramboll Finland Oy; yksikönpäällikkö Taina Nysten Suomen ympäristökeskus; rakennustarkastaja Reima Ojala, Turun kaupungin rakennusvalvontatoimisto; osastopäällikkö Pekka Raudasmaa, Helsingin kaupungin kiinteistövirasto; toimitusjohtaja Pertti Reinikainen, Vaasan Vesi; lupapäällikkö Ilkka Rekonen, Vantaan kaupunki, rakennusvalvonta; vesihuoltoinsinööri Päivi Rissanen, Kuopion kaupunki, kunnallistekninen osasto; projektipäällikkö Nora Sillanpää, Helsingin yliopisto, ympäristöekologian laitos; lakiasiainpäällikkö Anneli Tiainen, Vesilaitosyhdistys; ja kaavoituspäällikkö Lea Varpanen, Vantaan kaupunki, maankäyttötoimi.

Hulevesien hallintaa koskevaa terminologiaa on oppaaseen työstänyt ryhmä, jossa ovat olleet:

vesiensuojeluasiantuntija Hannele Ahponen, Suomen luonnonsuojeluliitto ry; maisema-arkkitehti Jukka Jormola, Suomen ympäristökeskus; dosentti Juha Järvelä, Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulu, yhdyskuntaja ympäristötekniikan laitos; vanhempi hallitussihteeri Pekka Kemppainen, maa- ja metsätalousministeriö; suunnittelupäällikkö Ulla Loukkaanhuhta, Ramboll Finland Oy; projektipäällikkö Timo Nikulainen, Pöyry Finland Oy; hallitussihteeri Katri Nuuja, ympäristöministeriö; tutkija Outi Salminen, Teknillinen korkeakoulu; projektipäällikkö Nora Sillanpää, Helsingin yliopisto, ympäristöekologian laitos; vesihuoltoinsinööri Saijariina Toivikko, Vesilaitosyhdistys; ja DI Hannu Vikman, Hannu Vikman Consulting.

Oppaan luonnoksia ovat edellä mainittujen lisäksi eri vaiheissa kommentoineet:

ylitarkastaja Juhani Gustafsson, Suomen ympäristökeskus; arkkitehti Pia Hastio, Tampe-

reen kaupunki, Tampereen Infratuotanto Liikelaitos; suunnittelupäällikkö Kimmo Hell, Ramboll Finland Oy; limnologi Tuija Hilli, Pöyry Finland Oy; toimitusjohtaja Juha Hiltula, Kemin Vesi; lakimies Ulla Hurmeranta, Suomen Kuntaliitto, maisema-arkkitehti Ismo Häkkinen, SITO Oy; projektipäällikkö Päivi Islander; Helsingin kaupungin rakennusvirasto; ympäristöasiantuntija Heli Jutila, Hämeenlinnan kaupunki; erikoistutkija Jarmo Koistinen, Ilmatieteen laitos; insinööri Satu Korander, SITO Oy; arkkitehti Dani Kulonpää, Tampereen kaupunki, Tampereen Infratuotanto Liikelaitos; vs. tekninen johtaja Markku Kylan, Paimion kaupunki; toiminnanjohtaja Kirsti Lahti, Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys; yliarkkitehti Ritva Laine, Suomen Kuntaliitto; maakuntainsinööri Satu Lehtikangas, Pirkanmaan liitto; toimitusjohtaja Pekka Leskinen, Viherympäristöliitto; DI Esa Lukinmaa, Pöyry Finland Oy; johtaja Jouni Lähdemäki, Oulun Vesistö; rakennustarkastusinsinööri Tom Mattsson, Turun kaupungin rakennusvalvontatoimisto; toimitusjohtaja Hannu Mustonen, Aqua Palvelu Oy, Lahti; johtava asiantuntija Harri Mäkelä, Innogeo Oy; kaupunkisuunnittelupäällikkö Olavi Mäkelä, Porin kaupunki; maisema-arkkitehti Anne Mäkyne, Vantaan kaupunki, kuntatekniikan keskus; tarkastusinsinööri Risto Nyberg, Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirasto; rakennustarkastaja Hannu Olenius, Porin kaupunki, tekninen palvelukeskus; geologi Reijo Pitkäranta, SITO Oy; yliopistonlehtori Anna-Lea Rantalainen, Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos; Ympäristötarkastaja Maarit Rantataro, Vantaan kaupunki, ympäristökeskus; projektipäällikkö Katja Rasi, SITO Oy; Yleiskaava-arkkitehti Juha Romppanen, Kuopion kaupunki, kaavoitusosasto; yli-insinööri Tapani Suomela, ympäristöministeriö; toimitusjohtaja Unto Tantt, Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä; ylitarkastaja Riitta Tornivaara-Ruikka, Uudenmaan ympäristökeskus ja Antti-Jaakko Koskeniemi, SITO Oy.

Opashankkeen koordinaattorina on toiminut DI Hannu Vikman, Hannu Vikman Consulting.



2. Määritelmiä

1. Absoluuttinen kosteus	Ilmakuutiometrissäolevan vesihöyryn määrä grammoina (g/m ³). Tyypillisiä ulkoilman arvoja Suomessa ovat 1 g/m ³ (talvipakkasella) ja 20 g/m ³ (kesällä).
2. Akuutti vaikutus	Lyhytkestoinen vaikutus (joka kestää muutamasta tunnista päiviin)
3. Albedo (%)	Pinnan kyky heijastaa auringon lyhytaaltoista säteilyä, mikä ilmaistaan tehojen suhdelukuna: heijastuma/pintaan kohdistunut säteily
4. Alivaluma (l/s/ha)	Tietyn ajanjakson (esimerkiksi vuoden) pienin valuma
5. Alivalunta (mm)	Tietyn ajanjakson pienin valunta
6. Alivirtaama (l/s)	Tietyn ajanjakson pienin virtaama
7. Asemakaava	Alueiden käytön yksityiskohtaista järjestämistä, rakentamista ja kehittämistä varten laaditaan asemakaava, jonka tarkoituksena on osoittaa tarpeelliset alueet eri tarkoituksia varten ja ohjata rakentamista ja muuta maankäyttöä paikallisten olosuhteiden, kaupunki- ja maisemakuvan, hyvän rakentamistavan, olemassa olevan rakennuskannan käytön edistämisen ja kaavan muun ohjaustavoitteen edellyttämällä tavalla
8. Avo-oja	Maahan kaivettu, peittämätön uoma, jonka tarkoitus on tietyn maa-alueen kuivattaminen tai kasteleminen tai muu veden johtaminen
9. Avopainanne	Rakennettu avoin, loivareunainen ja yleensä kasvipeitteinen hulevesien johtamisrakenne (engl. swale)
10. Avouoma	Avoin veden kulkureitti
11. Biosuodatus, biopidätys	Veden suodattaminen ja puhdistaminen orgaanisissa maakerroksissa
12. EMC-arvo (mg/l, µg/l)	Keskimääräinen tapahtumapitoisuus (engl. Event Mean Concentration), joka voidaan määrittää esimerkiksi yksittäistä valuntatapahtumaa edustavasta kokoomanäytteestä tai valunnan määrällä painotettuna keskiarvona tapahtuman eri ajanhetkiltä kerätyistä analyysituloksista
13. Erillisviemärointi	Putkijärjestelmä, jossa jätevedet ja hulevedet johdetaan erillään toisistaan
14. Eroosio	Kallioperän, maaperän ja maa-aineksen kuluminen tuulen veden taikka muun mekaanisen kuluttavan tekijän vaikutuksesta

15. Etupuutarha	Katutilan ja rakennusten välissä oleva piha, joka voi mahdollistaa hulevesien imeyttämisen ja viivyttämisen
16. Evaporaatio (mm)	Maan, veden tai lumen pinnasta tapahtuva haihdunta
17. Evapotranspiraatio (mm)	Kokonaishaihdunta, joka koostuu evaporaatiosta, transpiraatiosta ja interseptiohaihdunnasta
18. Huleveden imeytysrakenne	Järjestelmä, jonka tarkoitus on edistää huleveden imeytymistä ja suodattumista maakerrosten läpi maaperään
19. Huleveden käsittely	Esimerkiksi kiintoaineen sekä ympäristöä pilaavien aineiden kuten ravinteiden ja esimerkiksi katu- ja pysäköintialueilta kertyvien öljyjen poistaminen hulevesistä
20. Hulevesi	Maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettava sade- tai sulamisvesi
21. Hulevesiallas	Hulevesien varastointiin, viivyttämiseen ja/tai laskeuttamiseen käytetty tai rakennettu allas
22. Hulevesien hallinta	Hulevesien kertymiseen vaikuttavat ja niiden johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät toimenpiteet
23. Hulevesijärjestelmä	Hulevesien hallintaan tarkoitettujen rakenteiden kokonaisuus
24. Hulevesikaivo	Hulevesien kokoamiseen tarkoitettu kaivo, jossa voi olla ritiläkansi ja/tai liete/hiekkapesä
25. Hulevesilammikko ja hulevesikosteikko	Vesirakenne, johon hulevedet ohjataan joko pintavaluntana tai imeytys- ja suodatinrakenteen kautta ja jonka tarkoituksena on toimia hulevesien kerääjänä, viivyttäjänä ja puhdistajana sekä maisemallisena aiheena
26. Hulevesimaksu	Hulevesien johtamisesta ja käsittelystä perittävä maksu
27. Hulevesistrategia- tai ohjelma	Päämäärät, keinot ja linjaukset hulevesien hallinnan järjestämiseksi
28. Hulevesiverkosto, hulevesi (viemäri)verkosto	Hulevesien ja perustusten kuivatusvesien johtamiseen tarkoitettu verkosto kaivoineen ja mahdollisine pumppaamoineen; joka voi koostua putkiviemäreistä ja mahdollisesti näihin välittömästi yhdistyvistä avoviemäreistä
29. Hulevesiviemäri	Avo-oja tai viemäri, joka on tarkoitettu pelkästään hulevesien johtamiseen
30. Hydrogeologia	Maanalaisia vesiä käsittelevä geologian ala
31. Hydrologia	Tieteenala, joka tutkii veden esiintymistä, ominaisuuksia ja kiertokulkua maapallolla, veteen liittyviä ilmiöitä ja veden vuorovaikutuksia muun ympäristön kanssa
32. Hyyde, suppo	Vedessä ajalehtivät ohuet jääneulaset tai levyset, joita syntyy alijäähtyneessä vedessä (ja jotka voivat veden virtausnopeuden hidastuessa muodostaa jäämassan joen pohjaan, jääkannen alapintaan tai veden kanssa kosketuksissa oleville pinnoille)

33. Imeyntä, infiltraatio (mm)	Sadannasta maaperään suotautuva osuus
34. Imeyttäminen	(Huleveden) tarkoituksellinen imeyttäminen maaperään
35. Imeytyskaivanto	Kaivanto, joka on täytetty huokostilavuudeltaan suurella materiaalilla (kuten kiviaineksella) ja johon ohjattu hulevesi varastoituu täytemateriaalin huokostilaan ja imeytyy hiljalleen ympäröivään maaperään (kaivannot voidaan sijoittaa myös maan alle, jolloin hulevedet johdetaan niihin hulevesiviemäreillä tai salaojilla)
36. Imeytyskenttä	(Huleveden) imeytykseen rakennettu laajahko alue
37. Imeytyspainanne	Ympäristöään alempana oleva, yleensä kasvillisuuden peittämä alue tai loivaluiskainen oja, joka on normaalisti kuiva ja johon (hule)vesi voi väliaikaisesti kertyä ja lyhyessä ajassa imeytyä maaperään
38. Interseptiohaihdunta	Kasvien pinnoille pidättyneen veden haihdunta
39. Joki	Virtaavan veden vesistö, jossa vuoden vähävetistä aikaa lukuun ottamatta voidaan kulkea soutamalla, mikäli koski tahi kari ei ole esteenä. Vesistö, jossa keskivirtaama on vähintään kaksi kuutiometriä sekunnissa, katsotaan kuitenkin aina joeksi.
40. Kaavoitus	Kaavoituksella osoitetaan tietyn rajatun alueen käyttö- ja annetaan alueiden käyttöä koskevia määräyksiä
41. Kapillaarivirtaus	Huokosalipaineen paikallisten erojen aiheuttama veden siirtyminen huokosissa
42. Kattovesi	Rakennusten katoilta valuva sade- ja sulamisvesi
43. Konvektio	Ilman pystysuorat virtaukset (ylös ja alas), jotka syntyvät nostevoiman aiheuttamana. Esimerkiksi ympäristöään lämpimämpi ilma-alue lähtee helposti kohoamaan. Konvektion käynnistyminen edellyttää myös ilmakehän epävakautta kerrostuneisuutta.
44. Liittämiskohta	Tonttijohtojen ja yleisten johtojen liittämiskohta, jossa katsotaan laitoksen vesijohto- ja viemäriverkoston (jäte- ja hulevesiverkosto) kunnossapitovelvollisuus päättyväksi ja kiinteistön vesi- ja viemärlaitteiston (kvv-laitteisto) kunnossapitovelvollisuus alkavaksi.
45. Luonnonmukainen hulevesien hallinta	Luonnon omien veden kiertoon ja veden laatuun vaikuttavien tekijöiden hyödyntäminen ja tukeminen taajamien hulevesien hallinnassa
46. Lämpösaarekeilmiö	Tunnetuin ympärivuotinen kaupunki-ilmastoilmiö, joka kesällä johtuu päiväsaikaan auringosta tulevasta lyhytaaltoisesta energiasäteilystä ja talvella ympärivuorokautisesta antropogeenista (ihmisten aiheuttamasta) energiantuotannosta. Kesällä varastoituvan energian määrä riippuu rakennusmateriaalien lämpöominaisuuksista. Rakennukset ja maanpinta luovuttavat yöllä päivällä varastoimaansa energiaa takaisin ilmakehään. Talvella rakennusten lämmitys ja liikenne tuottaa energiaa ilmakehään.

47. Lämpisemätön pinta	Tiivis pinta, joka ehkäisee huleveden imeytymisen maaperään ja lisää pintavaluntaa
48. Lämpisevä pinta	Rakentamaton tai rakennettu pinta, missä hulevesien imeytymistä tapahtuu
49. Maakuntakaava	Maakuntakaavassa esitetään alueiden käytön ja yhdyskuntarakenteen periaatteet ja osoitetaan maakunnan kehittämisen kannalta tarpeellisia alueita; sen yhteydessä voidaan selvittää valuma-alukohtaisesta hulevesien hallintaa
50. Maavesi	Maaperässä pohjaveden yläpuolisessa vyöhykkeessä sitoutuneena ja vapaana oleva vesi
51. Mediaani	Keskiluku eli suuruusjärjestykseen järjestetyn lukujoukon keskimäinen luku
52. Mesomittakaavan konvektiojärjestelmä (MCS)	Alue, jossa tyypillisesti voimakkaat ukkospilvet ovat liittyneet toisiinsa suureksi (50 – 300 km) pilvijärjestelmäksi. Sen alueella on yleensä laajoja melko rankan sateen alueita ja pienempiä hyvin rankan sateen nauhoja.
53. Mitoitussade (l/s/ha)	Mitoitussade määritetään valuma-alueen kertymisajan (mitoitussateen kesto), todennäköisyyden (toistuvuuden ja rankkuuden/ sademäärän avulla (mitoitussadetta suurempi sade aiheuttaa tulvimista)
54. Mitoitustapahtuma	Mitoituksen lähtökohta, jonka tulisi perustua mieluiten paikallisiin sadetilastoihin ja jossa on syytä ottaa huomioon myös yksittäisten tapahtumien välisen keskimääräisen kuivan ajan pituus, jotta rakenteet ehtivät riittävästi tyhjäntä ennen seuraavaa tapahtumaa
55. NOEL-pitoisuus	Korkein pitoisuus, jolla ei havaita vaikutusta (engl. no observable effect level)
56. Noro	Puroa pienempi vesiuomaa, jonka valuma-alue on vähemmän kuin kymmenen neliökilometriä ja jossa ei jatkuvasti virtaa vettä eikä kalankulku ole merkittävässä määrin mahdollista
57. Ominaiskuormitusarvo (kg/km ² /a), (kg/ha/a)	Tietyiltä maankäyttömuodolta aikayksikössä (esim. vuosi) aiheutuva ainehuuhtouma pinta-alayksikköä kohden
58. Orsivesi	Varsinaisen pohjavesiesiintymän yläpuolella olevan eristävän maakerroksen pidättämä vapaa pohjavesikerros
59. Paannejää	Puro- tai pohjavedestä aiemman jään tai maan pinnalle kerroksittain kertyvä, usein kyhmyinen jäämuodostuma
60. Padotuskorkeus	Taso, jolle vesi voi verkostossa nousta (esimerkiksi viemäriin tukkeutuessa)
61. PAH-yhdisteet	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt
62. Painanne	Ympäröivää maanpintaa alempi maaston kohta
63. Painannesäilyntä (mm)	Se osa sadannasta tai sulannasta, joka kastelee maan pinnan ja lätköityy painanteisiin

64. Perusvesikaivo	Kiinteistöllä sijaitseva kaivo, johon salaojien ja sadevesiviemäriin vedet kootaan ennen niiden johtamista kunnalliseen sadevesiviemäriin tai avo-ojaan														
65. Pidättäminen	Valuma-alueelta purkautuvan huleveden määrän vähentäminen ja varastointi imeyttämällä ja säännöstelytilavuutta kasvattamalla (engl. retention)														
66. Pidätysallas	Huleveden pidättämiseen tarkoitettu allas, jossa on pysyvästi vettä														
67. Pienvedet	Ojat, purot, norot, lammet ja lähteet														
68. Pintavalunta (mm)	Maan pinnalla valuva sadannan osa														
69. Pintavalutus	Hulevesien käsittelymenetelmä, jossa hulevesiä valutetaan kaltevaa kasvipeitteistä maastoa hyödyntäen														
70. Pohjavesi	Maanalainen vesikerros, jossa kaikki maa- ja kallioperän huokokset ovat veden kyllästämiä														
71. Purkukaivo	Kaivo, josta hulevesi johdetaan viettoviemäriin tai avo-ojalla purkukohtaan														
72. Purkureitti	Kaavassa osoitettu tai muuten tarkoitukseen varattu luonnontilainen tai rakennettu reitti, joka mahdollistaa tulvivien hulevesien johtamisen vesistöön tai muuhun tarkoitukseen soveltuvaan paikkaan mahdollisimman vähäistä haittaa aiheuttaen														
73. Puro	Jokea vähäisempi virataavan veden vesistö														
74. Rankkasade	Sade, joka on kyseiselle alueelle poikkeuksellinen; Ilmatieteen laitoksen määrittelemät rankkasateet sateen keston ja sademäärän avulla maan etelä- ja keskiosassa:														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Aika</th> <th>Sademäärä (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5 min</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>30 min</td> <td>5,5</td> </tr> <tr> <td>60 min</td> <td>7,0</td> </tr> <tr> <td>4 h</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>12 h</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>24 h</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Aika	Sademäärä (mm)	5 min	2,5	30 min	5,5	60 min	7,0	4 h	10	12 h	15	24 h	20
Aika	Sademäärä (mm)														
5 min	2,5														
30 min	5,5														
60 min	7,0														
4 h	10														
12 h	15														
24 h	20														
75. Ritiäkaivo	kts. hulevesikaivo														
76. Sadanta, sademäärä (mm)	Tietylle alueelle tiettyinä aikoina sataneen vesimäärän paksuus														
77. Sadepuutarha	Kasvipeitteinen painanne, jonne hulevedet johdetaan (engl. rain garden, bioretention, biofiltration); vesi pidättyy ja puhdistuu painanteessa, josta se suodattavan maakerroksen läpi imeytetään maaperään tai johdetaan hulevesijärjestelmään														
78. Sadesumma (mm)	Tiettyinä ajanjaksona sataneen veden määrä														
79. Sadetapahtuma	Yhtäjaksoinen sadanta, jota edeltää ja seuraa kuiva jakso, joka voi olla kestoaltaan muutamasta tunnista useihin viikkoihin														

80. Sateen intensiteetti (mm/h, l/s/ha)	Tietyn aikavälin (esimerkiksi tunnin tai minuutin) keskimääräinen sadanta
81. Sateen kesto	Ajanjakso sateen alkamisesta sen päättymiseen tai ajanjakso, jonka aikana sitä havainnoidaan
82. Sekaviemäröinti	Putkijärjestelmä, jossa sekä jätevedet että hulevedet johdetaan samassa viemärissä; järjestelmä on mitoitettu molemmille vesille ja mitoitussadetta suurempi sade aiheuttaa tulvimista
83. Sulanta (mm)	Sen vesikerroksen paksuus, joka tietyssä ajassa vapautuu lumipeitteestä
84. Sulkukaivo	Kaivo, josta voidaan katkaista veden virtaus ja siten haitallisten aineiden kulkeutuminen eteenpäin (esimerkiksi onnettomuustilanteessa)
85. Synoptinen sääilmiö	Sääjärjestelmä, jonka tyypillinen koko on 300 - 3000 km
86. Säärintama	Kahden ominaisuuksiltaan (lämpötila, kosteus) erilaisen ilmassan rajavyöhyke, jonka tyypillinen leveys on 10 - 100 km ja pituus tuhansia kilometrejä. Lämpimässä rintamassa lämmin ilmassa etenee ja valtaa alaa kylmemmältä ilmalta; kylmässä rintamassa tapahtuu päinvastoin.
87. Säättökaivo	Kaivo, jolla säädellään salaojavaluntaa ja siten pohjaveden pinnan korkeutta
88. Säätöpato	Pato, jolla säädellään virtaamaa ja siten vedenpinnan korkeutta esimerkiksi hulevesirakenteissa
89. Taajama	Asutustihentymä; tässä oppaassa taajamalla tarkoitetaan myös muita rakennettuja alueita, missä tarvitaan hulevesien hallintaa
90. Taajamahydrologia (kaupunkihydrologia)	Sovelletun hydrologian osa-alue, joka keskittyy rakennetun ympäristön ominaispiirteisiin
91. Taajamatulva	Taajamatulva syntyy, kun vettä kasautuu kaduille ja pihuille tai muille alueille, mistä se purkautuu hallitsemattomasti aiheuttaen vahinkoja
92. Tarkastuskaivo	Tarkastukseen ja huoltoon tarkoitettu kaivo
93. Tarkastusputki	Putki, jonka kautta tehdään tarkastus- ja huoltotoimenpiteitä.
94. Tehoisa sadanta (mm)	Sadannan välitöntä valuntaa muodostava osa, joka jää jäljelle, kun kokonaissadannasta poistetaan häviöt: haihdunta, imeyntä, interseptio ja painannesäilyntä
95. Toistuvuus	Aikaväli, jonka aikana tietty ilmiö, esimerkiksi tulva, keskimäärin toistuu (toistuvuuden arviointi perustuu pitkän aikavälin havaintoihin ja niistä johdettuihin tilastollisiin todennäköisyyksiin)
96. Transpiraatio (mm)	Kasvien elintoimintoihin liittyvä haihdunta

97. Tulvareitti	Maanpinnalla oleva huleveden virtausreitti, johon hulevedet johdetaan hallitusti silloin, kun hulevesiviemäröinnin kapasiteetti ylittyy
98. Tulvariski	Tulvan todennäköisyyden ja tulvasta mahdollisesti aiheutuvien vahinkojen yhdistelmä (riski = tulvan todennäköisyys x mahdollinen vahinko)
99. Tulvauoma	Luonnon- tai keinotekoinen uoma, jossa vettä virtaa tai virtautetaan tulvan aikana.
100. Valuma (mm/ha, l/s x km ²)	Alueelta aikayksikössä purkautuva vesimäärä pinta-alayksikköä kohden
101. Valuma-alue	Maaston korkeimpien kohtien (vedenjakajien) rajaama alue, jolta (hule)vedet virtaavat samaan puroon, jokeen, järveen tai mereen (taajamissa hulevesiverkostolla valuma-alueiden rajoja on voitu muuttaa maaston muodosta poikkeaviksi)
102. Valunta (mm)	Se sadannan osa, joka valuu kohti uomaa maan pinnalla tai sisällä
103. Valuntakerroin	Suhdeluku, joka kuvaa valuma-alueelta pintavaluntana välittömästi purkautuvan veden osuuden alueelle satavasta kokonaisesimäärästä erilaisten häviöiden – kuten haihtumisen, pintavarastoitumisen, imeytymisen ja pidättymisen – jälkeen
104. Valuntatapahtuma	Valuntatapahtuma alkaa kun pintavalunnan alkamisen tai tietyn raja-arvon (eng. initial loss parameter) määrittävä sadanta on tapahtunut ja loppuu kun pintavalunta loppuu tai tietty raja-arvo alitetaan
105. Vesihuolto	Vedenhankinta eli veden johtaminen, käsittely ja toimittaminen talousvetenä käytettäväksi sekä viemäröinti eli jäteveden, huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtaminen ja käsittely
106. Vesihuoltolaitos	Organisaatio, joka huolehtii yhdyskunnan vesihuollosta
107. Vesistö	Avopintainen sisävesialue luonnollisine ja keinotekoisine osineen lukuun ottamatta ojaa, noroa ja sellaista vesiuomaa, jossa ei jatkuvasti virtaa vettä eikä runsasvetisimpänäkkään aikana ole riittävästi vettä veneellä kulkua tai uiton toimittamista varten ja jota kalakaan ei voi sanottavassa määrässä kulkea sekä lähettä, kaivoa ja muuta veden-ottamaa, vesisäiliötä ja tekolammikkoa
108. Viemäritulva	Tulva, joka syntyy sen jälkeen, kun padotuskorkeus ylittyy
109. Viheralue	Julkiset ja yksityiset kasvulliset alueet, kuten puistot, metsät, pellot, golfkentät (ei tarkoita pienialaisia tonttien kasvullisia osia)
110. Viiksijohto	Runkoverkkoa ja ritiläkaivoja yhdistävä hulevesiviemärin osa
111. Viivyttäminen, viivytytys	Pintavalunnan jakaminen pitkälle ajanjaksolle (engl. detention)

112. Viivytysallas	Huleveden viivyttämiseen tarkoitettu allas, jossa on vettä vain osan aikaa
113. Yleinen alue	Kunnan omistama kiinteistö, joka on muodostettu asemakaavassa katualueeksi, toriksi tai katuaukioksi, virkistysalueeksi, liikennealueeksi, loma- ja matkailualueeksi, suojelualueeksi, vaara-alueeksi, erityisalueeksi tai vesialueeksi osoitetusta alueesta tai sen osasta ja joka on merkitty yleisenä alueena kiinteistörekisteriin.
114. Yleiset toimitusehdot	Vesihuoltolaitoksen verkostoon liittamisestä sekä laitoksen palvelujen toimittamisesta ja käyttämisestä tehtäviin sopimuksiin liitettävät yleiset ehdot
115. Yleiskaava	Yleiskaavan tarkoituksena on kunnan tai sen osan yhdyskuntarakenteen ja maankäytön yleispiirteinen ohjaaminen sekä toimintojen yhteen sovittaminen. Yleiskaava voidaan laatia myös maankäytön ja rakentamisen ohjaamiseksi määrättyllä alueella. Yleiskaavassa esitetään tavoitellun kehityksen periaatteet ja osoitetaan tarpeelliset alueet yksityiskohtaisen kaavoituksen ja muun suunnittelun sekä rakentamisen ja muun maankäytön perustaksi. Yleiskaava voidaan laatia myös vaiheittain tai osa-alueittain.



3. Taajamahydrologia ja hulevesijärjestelmät

3.1 Rakennetun ympäristön vaikutus veden kiertokulkuun

Veden kiertokulku voidaan jakaa neljään osaan: sadantaan, valuntaan, haihduntaan ja infiltraatioon eli suotautumiseen maaperään. Luonnollisessa kiertokulussa huomattava osa sadannasta imeytyy maaperään pohjavedeksi ja virtaa hitaasti kohti vesistöjä ja merta. Osa valuu pintavaluntana jokiin ja järviin ja edelleen meriin, mistä osa vedestä haihtuu ilmaan.

Taajamissa luonnontilaisesta poikkeavat kaikki hydrologisen kierron komponentit. Sadanta on taajamissa luonnontilaisesta runsaampaa – jopa 5-10 % – ja haihdunta luonnontilaisesta pienempää. Suurin veden kiertokulkuun vaikuttava tekijä taajamissa on kuitenkin vettä läpäisemättömien pintojen (katot, kadut ja tiet, pysäköintialueet) osuus, joka usein on jopa yli puolet kokonaisalasta. Luonnontilaisessa vallitsee kaikissa maalajeissa yhteys pinta- ja pohjavesien välillä. Taajama-alueiden läpäisemättömillä pinoilla tämä yhteys on poikki (joskin asfaltin rakojen tai murtumien kautta vettä voi imeytyä pieniä määriä).

Veden luontaisen kiertokulun ohella taajamissa on vesihuoltoon liittyvä veden kiertokulku. Nämä kaksi sekoittuvat toisiinsa useilla tavoilla, merkittävimmin sekaviemäröinnissä. Ääriesimerkkejä ovat putkirikot, jotka synnyttävät joskus jopa tulvatilanteita.

3.2 Hulevedet ja niiden hallinta

Hulevedellä tarkoitetaan rakennetulla alueella maan pinnalle tai muille vastaaville pinnoille kertyvää sade- ja sulamisvettä. Hulevesivalunnan muodostumiseen vaikuttavat useat eri tekijät: sateen intensiteetti ja kesto, sadetapahtumaa edeltävän kuivan ajan pituus, maanpinnan kaltevuus ja maaperän ominaisuudet. Olennaisin tekijä etenkin kesäsateiden aikana on kuitenkin läpäisemättömän pinnan osuus. Mitä enemmän alueella on läpäisemä-

töntä pintaa, sitä nopeammin ja runsaammin hulevedet synnyttävät pintavaluntaa. Valunnan ajalliset vaihtelut ovat lähinnä tästä syystä taajama-alueilla selvästi luonnontilaisia alueita nopeammat ja voimakkaammat.

Yleensä noin kaksi kolmasosaa taajama-valuma-alueiden läpäisemättömistä pinnoista koostuu kaduista, muista väylistä ja pysäköintialueista, jotka on yleensä suoraan kytketty alueen hulevesi- tai sekaviemäröintiin. Kaikki läpäisemätön pinta ei kuitenkaan aiheuta pintavaluntaa, vaan vesi voi päätyä ympärillä oleville läpäiseville alueille ja imeytyä maahan. Suomalaisilla asuinalueilla välitöntä pintavaluntaa tuottava tehoisa osuus on tyypillisesti 50–80 % läpäisemättömästä pinnasta.

Hulevesien hallinnalla tarkoitetaan kokonaisvaltaista ratkaisua, jolla pyritään parantamaan rakennettujen alueiden hydrologista kiertoa ja valunnan laatua rakentamista edeltänyttä tasoa vastaavaksi. Hyvien ratkaisujen saavuttaminen edellyttää riittävän laaja-alaista, usein valuma-aluelähtöistä, tarkastelua sekä toimenpiteiden ulottamista hulevesien syntypaikoilta lopullisiin purkupisteisiin saakka. Hulevesien hallinnan kannalta ensisijaisen tärkeitä ovat syntypaikalla tehtävät toimenpiteet, joilla ehkäistään hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhahtausta.

3.3 Hulevesiviemärijärjestelmät

Hulevesien kulkeutuminen tapahtuu taajama-alueilla usein ihmisen rakentamien tai muokkaamien reittien kautta. Enimmäkseen hulevedet päätyvät hulevesiviemäriin, mutta vanhoilla keskusta-alueilla on myös sekaviemäreitä. Erillisviiemäröinnissä hulevedet sekä rakenteiden kuivatusvedet johdetaan omassa putkistossaan erillään jätevesistä. Sekaviemäröinnissä hule- ja kuivatusvedet johdetaan jätevesien kanssa yhteisissä putkistoissa.

Hulevesiviemäröinnillä on tavoiteltu nopeaa pintojen kuivatusta ja vesien pois johtamista esteettisistä ja alueiden käyttöön liittyvistä

syistä. Maankäytön tiivistyessä vanhoja avo-ojiin perustuneita kuivatusratkaisuja on korvattu maanalaisilla hulevesiviemäreillä, millä on pyritty katutilan siistimiseen ja hyötypintalan kasvattamiseen.

3.4 Luonnonmukainen hulevesien hallinta

Hulevesiviemäröinnin rinnalle on kehitetty erilaisia toimintatapoja ja rakenteellisia ratkaisuja, jotka noudattavat luonnonmukaisen hulevesien hallinnan periaatteita. Toimintatapoja, joilla voidaan ehkäistä hulevesien muodostumista tai niiden aiheuttamia tulva- ja ympäristöhaittoja, voivat olla esimerkiksi maankäytön suunnittelu siten, että mahdollisimman paljon alkuperäistä luontoa jätetään rakentamatta tai liikennealueet mitoitetaan siten, että läpäisemättömän pinnan määrä on mahdollisimman vähäinen.

Luonnonmukaiset hulevesien hallintamenetelmät jakautuvat toimintaperiaatteensa mukaan hulevesien vähentämiseen, käsittelyyn, viivytämiseen ja johtamiseen. Kokonsa ja sijoittumisen puolesta voidaan puhua alueellisista ja paikallisista (tontti- tai korttelikohtaisista) menetelmistä. Paikallisten menetelmien tarkoituksena on useimmiten vähentää huleveden määrää, tasata huleveden virtaamia ja poistaa huleveden mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia mahdollisimman lähellä huleveden syntypaikkaa. Alueellisten menetelmien tarkoituksena on vähentää ja tasata huleveden aiheuttamaa tulvariskiä. Käytännössä hulevesien hallintamenetelmät kuitenkin toteuttavat useampaa periaatetta samanaikaisesti.

3.5 Taajamatulvat ja ilmastonmuutos

Taajamatulvan syntyyn ja vahinkojen suuruuteen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. läpäisemättömien pintojen suuri osuus, täydennysrakentamisen aiheuttama hulevesijärjestelmän lisäkuormitus, pintavalunnan luontaisten varastoalueiden ja virtausreittien muuntaminen, hulevesijärjestelmän kapasiteetin riittämättömyys, puutteellinen kunnossapito ja ilmastonmuutos.

Tämänhetkisten arvioiden mukaan toukokuuskuun sadannat kasvavat Suomessa keskimäärin 10–15 % jaksoon 2071–2100 mennessä, maan pohjoisosissa hieman etelää

enemmän. Keskimääräiset kesäkauden rannkimmat vuorokausisateet kasvavat arvioiden mukaan 10–30 %, kuuden tunnin maksimisateet ehkä vähän enemmän, noin 15–40 %.

Taajamatulvien kannalta kiinnostaisivat myös kestoltaan hyvin lyhytaikaisten (esimerkiksi 15 minuutin) sateiden rankkuuksien muutokset, mutta niitä ei vielä voida luotettavasti määrittää. Rankkasateiden esiintymisen vuodenaikavaihtelu tulee hieman tasoittumaan, sillä sateet runsastuvat talvella kesää enemmän.

Ilmastonmuutos tulee muuttamaan talvi-kuukausien olosuhteita etenkin Etelä-Suomen taajamissa. Jo nyt on havaittu lumipeitteen maksimiviesiarvon vähentyneen – esimerkiksi Vantaan vesistöalueella noin puoliintuneen kaudesta 1961–1990 kauteen 1991–2008.

Vaikka ilmastonmuutoksesta aiheutuvat liisäuhat ovat ilmeiset, ensisijainen hulevesien lisääntymiseen ja taajamatulviin vaikuttava tekijä on kuitenkin rakentamisen aiheuttama valuntaolojen muutos. Suurimmat ongelmat ovat tiiviisti rakennetuilla keskusta-alueilla; niitä ei voida ratkaista mitoitusta muuttamalla. Koska suurimpia hulevesivirtaamia ei ole kannattavaa hallita varsinaisilla hulevesien hallintamenetelmillä, ovat tulvareittien suunnittelu ja niiden ylläpito keskeinen osa hulevesien hallintaa.

Tulvareittien tarkoituksena on johtaa hulevedet hallitusti tilanteissa, joissa varsinaisen hulevesijärjestelmän mitoitus on ylittynyt. Tulvareittien avulla pyritään estämään tulvimista riskikohteiden läheisyydessä ja johtamaan vedet nopeasti pois purkuvesistöön tai turvallisemmalle tulvimisalueelle. Mikäli varsinaisia tulvareittejä ei ole suunniteltu, tulvivat hulevedet löytävät oman, usein ihmistoiminnan ja rakenteiden kannalta vahingollisen tulvareittinsä eteenpäin.

Tulvareitit voivat koostua erilaisista hulevesien johtamisjärjestelmistä ja ne liittyvät hulevesien käytännössä kaikkiin muihinkin hulevesien hallintajärjestelmiin. Erytisen suuri tarve tulvareiteille on imeyttävissä ja suodattavissa järjestelmissä sekä hulevesiä käsittelevissä erotinjärjestelmissä, joita ei voida suunnitella huippuvirtaamille. Tulvareittinä voi toimia myös esimerkiksi katukiveyksen kouru, viheralueen painanne tai perinteinen reunakivetty ajorata.

4. Hulevesien hallinnan yleiset periaatteet

4.1 Yleiset periaatteet

Hulevesien hallinnan yleisenä tavoitteena on taajamien kuivatus ja taajamatulvien torjunta, pohja- ja pintavesien suojelu sekä myötävai-kuttaminen vesien hyvän tilan saavuttamiseksi. Rakennetuilla alueilla hydrologia muuttuu aina luonnontilaisesta, sillä rakentaminen lisää väistämättä vettä läpäisemättömiä pintoja. Taajamarakentaminen ei kuitenkaan saisi lisätä ylivirtaamia ja tulvia eikä toisaalta pienentää alivirtaamia, vaan hulevesien hallinnalla tulisi luoda edellytykset taajamavesien virtaamien tasoittamiselle mm. hulevesiä imeyttämällä ja viivytämällä. Tämä tulee entistä tärkeämmäksi, sillä ilmastonmuutoksen myötä on varauduttava toisaalta lisääntyviin rankkasateisiin ja toisaalta pitkittyviin kuiviin kausiin.

Hulevesien kokonaisvaltaisessa hallinnassa ja sen suunnittelussa – esimerkiksi useiden kuntien hulevesistrategioissa – on vakiintumassa joukko yleisiä periaatteita, jotka on yleensä näissä suunnitelmissa priorisoitu. Tällaisia periaatteita ovat:

- hulevesien muodostumisen estäminen;
- hulevesien määrän vähentäminen eli käsittely ja hyödyntäminen syntypaikalla;
- johtaminen suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä;
- johtaminen yleisillä alueilla oleville hidastus- ja viivytysalueille, esimerkiksi kosteikkoihin;
- johtaminen purkuvesiin tai pois alueelta.

4.2 Hulevesien muodostumisen estäminen ja määrän vähentäminen

Hulevesien vähentäminen on tärkein osa hulevesien hallintaa, koska vain siihen kuuluvilla toimenpiteillä hydrologista kiertoa voidaan todella ennallistaa rakentamista edeltänyttä tilannetta vastaavaksi. Ainoastaan rajoittamal-

la hulevesien muodostumista (rakennettujen pintojen määrää pienentämällä), imeyttämällä muodostuneita hulevesiä tai haihduttamalla niitä kasvillisuuden avulla huleveden kokonaisu-määrää voidaan vähentää ja siirtää hulevettä pintavalunnasta osaksi maa- ja pohjavettä tai ilmakehän vettä.

Hyvällä suunnittelulla voidaan ehkäistä hulevesien muodostumista ilman erillisten hulevesirakenteiden toteuttamista tai erillisiä aluevarauksia. Tällaisia keinoja tonteilla ovat esimerkiksi luontaisen kasvillisuuden säilyttäminen ja tasaamisen minimointi sekä päällystettyjen pintojen minimointi esimerkiksi järjestämällä pysäköinti useaan tasoon. Yleisillä alueilla voidaan toimintoja suunnitella ja sijoittaa siten, että tarvittava katu- ja muun kunnallisteknisen verkoston pituus olisi mahdollisimman lyhyt ja katualueen päällystetty osuus mahdollisimman kapea, Maankäytön suunnittelu on tässä ensisijainen työkalu, joka ohjaa myös toteutukseen tähtäävää suunnittelua.

Hulevesien hallinnan kannalta ensisijaisen tärkeitä ovat syntypaikalla tehtävät toimenpiteet, joilla ehkäistään hulevesien muodostumista esimerkiksi viherkattojen tai kattopuutarhojen avulla, hyödyntämällä paikallisesti kattovesiä ja imeyttämällä hulevesiä syntypaikallaan. Imeyttämistä voidaan yksinkertaisimmillaan edistää jättämällä piha-alueita päällystämättä ja käyttämällä läpäiseviä päällysteitä. Varsinaiset imeytysrakenteet voivat vaihdella yksinkertaisista kivipesistä, sorasaarroista ja muista imeytyspainanteista ja -kaivoista maanalaisiin imeytyskenttiin ja jopa tehdasvalmisteisiin järjestelmiin. Imeytettäessä on varmistettava, ettei rikota pohjaveden pilaa-miskieltoa.

4.3 Hulevesien viivyttäminen ja käsittely

Huleveden viivytysmenetelmillä tarkoitetaan rakenteita, joilla hulevesivirtaamaa hidastetaan ja pidätetään. Viivytysmenetelmien tar-

koituksena on varastoida menetelmään johdettava hulevesi tietyksi aikaa ja vapauttaa se vähitellen. Viivytysmenetelmät voidaan karkeasti luokitella kosteikkoihin, lammikoihin, painanteisiin sekä rakennettuihin altaisiin ja kaivantoihin. Kosteikoissa, lammikoissa ja altaissa on tyypillisesti pysyvä vesipinta, kun taas painanteet ja kaivannot kuivuvat sadetapahtumien välissä.

Eriyisen tärkeää hulevesien viivyttäminen ennen niiden johtamista viemäriin on alueilla, joissa muodostuu suuria hulevesivirtaamia. Tällaisia ovat laajat teollisuus- ja työpaikka-alueet, liike- ja logistiikkakeskukset sekä hallit, joissa on laajoja kattopintoja tai päällystettyjä kenttiä. Tällaisissa kohteissa voidaan jaotella hulevedet jakeisiin: puhtaammat kattovedet voidaan useammin imeyttää kun taas pysäköintialueiden ja logistiikkapihojen hulevedet joudutaan todennäköisesti käsittelemään ennen imeytystä tai johtamaan hulevesijärjestelmään viivytettyinä.

Maan pinnassa olevat avoimet hulevesijärjestelmät kykenevät vastaanottamaan suuria virtaamia, ja veden virtausta on mahdollista viivyttää painanteissa, avouomissa, altaissa, lammikoissa ja kosteikoissa. Lisäksi hulevesien laadulliseen hallintaan tähtäävät rakenteet – esimerkiksi suodatus, altaat, lammikot ja kosteikot – myös viivyttävät hulevesiä merkittävästi.

Huleveden laadun hallinnan ja parantamisen lähtökohta on päästölähteiden vähentäminen ja päästöjen ennaltaehkäisy. Ennaltaehkäisyssä merkittävä tekijä on tietoisuuden lisääminen ja ohjeistus esimerkiksi lannoittamisen ja torjunta-aineiden käytön suhteen.

Suurin osa hulevesien kuljettamista haitta-aineista on sitoutuneena kiintoaineeseen. Tämän takia näiden haitta-aineiden poistaminen on suhteellisen helppoa esimerkiksi laskeuttamalla ja suodattamalla. Pohjaveden kannalta tavallisin haitta-aine, joka on liukoisessa muodossa eikä pidäty suodattimeen tai maaperään, on liukkauden torjunnassa käytetty suola – natriumkloridi. Viivytysmenetelmiin usein liittyvä kasvillisuus lisää puhdistusvaikutusta sitomalla itseensä huleveden kuljettamia ravinteita.

4.4 Hulevesien johtaminen avoimissa järjestelmissä

Avoimia hulevesien johtamismenetelmiä ovat avo-ojat, purot, viherpainanteet, kourut, kanavat ja muut avouomavirtaukseen perustuvat johtamismenetelmät. Avoimien menetelmien tarkoituksena on johtaa hulevettä siten, että virtaama hidastuu ja epäpuhtauksien laskeutuminen ja imeytyminen mahdollistuu. Virtaaman hidastumista, imeytymistä ja puhdistumista voidaan tehostaa johtamisreittien kasvillisuudella, pienellä pituuskaltevuudella ja riittävällä pituudella.

Hulevesien määrällisen ja laadullisen hallinnan kannalta paras tapa hulevesien keräämiseen ja johtamiseen on avoin kuivatusjärjestelmä, joka muodostuu painanteista, avo-ojista ja tarvittavilta osin rummuista ja hulevesiviemäriosuuksista.

Hulevesien johtaminen maan pinnalla soveltuu etenkin alueille, joilla maankäyttö ja rakentaminen on suhteellisen vähäistä. Pienillä valuma-alueilla – esimerkiksi yksittäisten kiinteistöjen ja tonttien alueella – pintajärjestelmiä voidaan käyttää myös tiiviisti rakennetuissa kohteissa. Laajempia valuma-alueita palvelevat pintajärjestelmät edellyttävät aina tilavarausta kiinteistöön kuuluvalta viheralueelta, katualueelta tai yleiseltä alueelta.

4.5 Hulevesien johtaminen putkijärjestelmissä

Hulevesiviemärointi pyritään järjestämään painovoimaisesti luonnollisia valumareittejä mukailien ja luonnolliset valuma-alerajat huomioon ottaen. Vaikka luonnonmukaisia valumareittejä noudatettaisiin, hydrologisen kierroksen kannalta viemärointi on kaukana luonnonmukaisesta menetelmästä. Viemärointi ei mahdollista hulevesien imeytymistä maaperään, minkä lisäksi se johtaa hulevedet liian nopeasti ja käsittelemättöminä purkuvesiin. Tämä aiheuttaa suuria virtaamavaihteluita, rantavyöhykkeen eroosiota ja heikentää vesien tilaa. Erilaisin hulevesien hallintamenetelmin hulevesiviemäriverkoston mitoitus voidaan pienentää, tulvimisherkkyyttä vähentää ja purkuvesistön kuormitusta vähentää. Uusista hulevesien hallintamenetelmistä huolimatta maanalaisia putkijärjestelmiä tarvitaan edelleen osana hulevesien hallinnan kokonaisratkaisua.

5. Hulevesien hallinnan suunnitteluprosessi

5.1 Hulevesistrategiat ja -ohjelmat

Hulevesien hallintaa voidaan parhaiten ohjata kunnan laatimalla ja vahvistamalla hulevesiohjelmalla tai -strategialla. Näissä määritellään kunnan toimintaperiaatteet ja visiot hulevesien hallinnalle; ohjelmassa esitetään lisäksi strategiaa tarkemmin toimenpiteiden vastuut ja aikataulut. Kunnan eri hallintokuntien yhteisesti laatima ohjelma sitoo kaikki tahot yhteisiin tavoitteisiin, ja kunnan hallituksen tai -valtuuston päätös turvaa toteutukselle pitkäjänteisen pohjan.

Kuntien tarpeet voivat vaihdella huomattavasti riippuen alueen topografiasta, vesistöjen läheisyydestä, vesiensuojelunäkökohdista, pohjavesiolosuhteista, nykyisestä ja suunnitellusta maankäytöstä, jne. Tulvien ehkäiseminen ja hallinta sekä pinta- ja pohjavesien suojeleminen ja niiden tilan parantaminen ovat yleisiä perusteita hulevesien hallinnan ohjaukselle.

Hulevesiohjelmassa esitetään toimenpiteet ja niiden toteutuksesta vastuussa olevat kunnan hallintokunnat – kaupunkisuunnittelu, kunnallistekniikka, rakennusvalvonta, ympäristöviranomaiset ja vesihuoltolaitos. Ohjelman toteuttaminen vaatii paitsi pitkäjänteistä työtä myös kaikkien osapuolten yhteistä sitoutumista; kaupungin asiantuntijat, luottamusmiehet, yhteistyökumppanit sekä asukkaat ovat näistä tärkeimpiä.

Valuma-aluekohtaista hulevesien hallinnan suunnittelua tarvitaan kunnan hulevesiohjelman tai muiden yleisperiaatteiden mukaisesti alueille, joihin kohdistuu uudis- tai täydennysrakentamista tai joilla halutaan saneerata olemassa olevaa hulevesijärjestelmää. Tällaisella suunnittelulla esitetään toimenpiteet vesiolosuhteiden tasapainottamiseksi sekä pinta- ja pohjaveden laadun turvaamiseksi. Suunnitelmassa selvitetään hulevesien määrä ja valuma-reitit sekä ehdotetaan toimenpiteitä hulevesien hallinnan toteuttamiseksi.

5.2 Hulevedet maankäytön suunnittelussa

Hulevesien hallintaa suunnitellaan kaikilla tasoilla: suunnitelma voi koskea yhden tai myös usean kunnan alueella tapahtuvan rakentamisen vaikutuksia pohjavesialueiden tai pintavesien virtaussuhteisiin ja veden laatuun sekä muita vaikutuksia, tai se voi koskea yksittäistä asemakaavaa tai hanketta. Hulevesiselvitysten ja -suunnitelmien kytkeytymistä kunnan maankäytön suunnitteluun on havainnollistettu kuvassa 5-1.

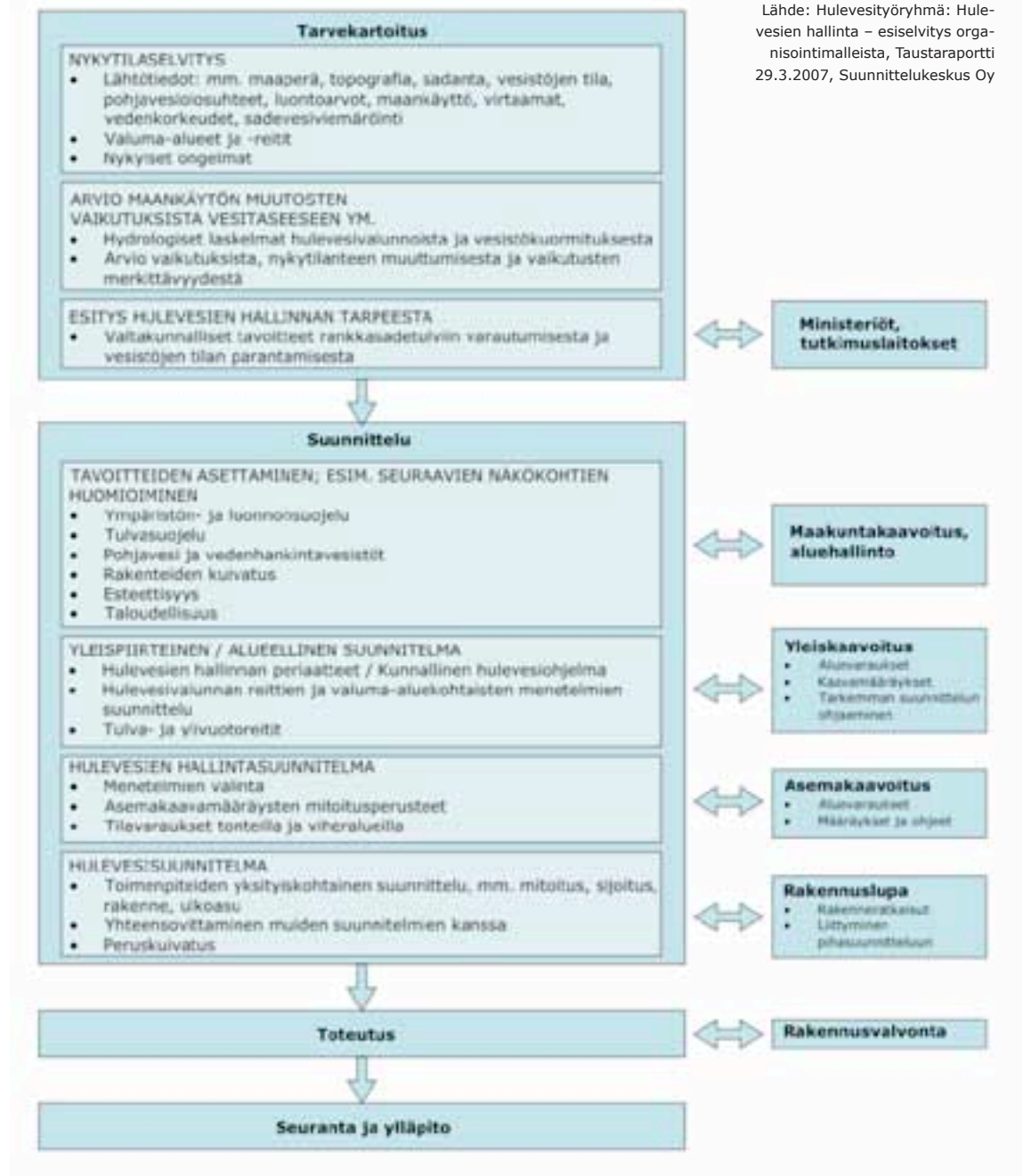
Vesiolosuhteet voidaan ottaa kaavoituksessa parhaiten huomioon, kun maankäytön suunnittelun lähtökohtana on maasto ja maisemarakenne. Etenkin yleiskaavatyön yhteydessä on laadittu maisemaselvityksiä ja -suunnitelmia maankäytön ohjaamiseksi maisemarakenteen kannalta sopivimmille alueille.

Maakuntakaavoituksen yhteydessä voidaan tarvittaessa tehdä yleispiirteinen hulevesien merkityksen arviointi osana tulvien hallintaa ja pinta- ja pohjavesien tilan turvaamista.

Uusia rakentamiseen otettavia alueita suunniteltaessa tulee yleiskaavatasolla tehdä tarkastelu valuma-alueista ja niihin kuuluvista pohjaveden muodostumisalueista ja vesistöistä. Yleiskaava- ja etenkin osayleiskaavatasolla on parhaat edellytykset laatia hulevesien hallinnan selvityksiä ja suunnitelmia.

Yleiskaavassa tai kunnan osaan laadittavassa osayleiskaavassa voidaan tarvittaessa antaa yleispiirteisiä määräyksiä hulevesien hallintaan käytettävien toimenpiteiden mitoituksista. Lisäksi yleiskaavaan tai osayleiskaavaan voidaan yleispiirteisesti osoittaa tilavaraukset ja paikat alueellisten hulevesien käsittelyä varten rakennettavia altaille, lammikoille ja muille vastaaville alueille.

Asemakaavavaiheessa tarkennetaan aiemmassa vaiheessa tehtyjä selvityksiä. Suunnittelualueelle – ja tarvittaessa valuma-alueelle – esitetään hulevesien hallintatoimet mm. maaperän laadun ja rakentamisen mää-



Kuva 5-1 Hulevesien hallinnan suunnittelun tavoitteellinen kytkeytyminen kaavoitukseen ja toteutukseen.

rän perusteella. Suunnitelma tulisi tehdä asemakaavoituksen alkuvaiheessa, jolloin sillä voidaan vaikuttaa kaavan periaatteisiin. Siinä arvioidaan mahdollisuudet hulevesien muodostumisen ehkäisemiseen, paikalliseen hallintaan ja tarvittaessa viivyttämiseen. Suunnitelman tulee antaa lähtökohdat kaavamääräyksille, rakentamistapaohjeille ja alustavalle hulevesien hallintajärjestelmän mitoitukselle tilavarausten arviointia varten. Tällainen suunnitelma on tärkeä osa kaavoitukseen liittyvää tiedottamista vaikutusalueen asukkaille, sillä sen perusteella voidaan arvioida asemakaavan ympäristövaikutuksia ja haittavaikutusten estämistä alapuolisissa vesissä kaava-alueen ulkopuolella.

Lähde: Hulevesityöryhmä: *Hulevesien hallinta – esiselvitys organisoitimmalleista, Taustaraportti 29.3.2007, Suunnittelukeskus Oy*

Osana maankäytön suunnittelua ja siihen liittyvää hulevesien hallinnan suunnittelua tulee valuma-alueelle laatia tulvareittitarkastelu. Tulvareittitarkastelussa selvitetään huleveden kulkureitit tilanteessa, jossa hulevesijärjestelmien mitoitus on ylittynyt. Tulvareittitarkastelu tulisi ulottaa muodostumisalueelta purkuvesistöön tai sellaiseen maastonkohtaan, jossa tulvavedet eivät aiheuta mainittavaa haittaa. Tarkastelun tuloksena tuotetaan tulvareittikartta, jossa on osoitettu veden kulkureitit maanpinnalla sekä mahdolliset riskikohteet.

5.3 Yhteys muuhun suunnitteluun

Hulevesien hallintaa voidaan suunnitella osana maisemaselvitystä ja viheralueiden tai kaupunkiympäristön suunnittelua hyödyntämällä vesiolosuhteita kaupunkiekologian ja ympäristön viihtyisyyden lisäämiseksi. Hulevesien hallintasuunnitelma voi muodostaa hydrologiaa käsittelevän osan kunnan maisemasuunnitelmasta.

Kaavoituksen pohjaksi tehtävässä maisemaselvityksessä pyritään ohjaamaan rakentamista sopiville alueille ottaen huomioon rakentamisen vaikutukset vesiolosuhteisiin. Viheralueiden yleissuunnittelussa sekä puistojen, pihojen ja rakennetun kaupunkikuvan yksityiskohtaisessa suunnittelussa voidaan arvioida ja ottaa huomioon hulevesien hallintajärjestelmän ja sen mitoituksen vaikutuksia.

Hulevesien hallinta voidaan kytkeä pohjavesialueiden suojelun ja kunnostuksen suunnitteluun kaavoitetuilla alueilla, missä ei ole erityisiä hulevesiä koskevia kaavamääräyksiä ja missä ei kaavoja olla muuttamassa. Pilaantuneilla pohjavesialueilla tarvitaan usein erillinen puhdistussuunnitelma haitta-aineiden poistamiseksi maaperästä.

Hulevesien hallinta on osa taajamainfrastruktuuria ja hulevesien hallinnan suunnittelu kytkeytyy siis kiinteästi liikenneväylien, torien ja muiden yleisten alueiden tekniseen suunnitteluun. Hulevesiviemärit ovat osa maanalaista johtoverkkoa ja niiden suunnittelu, ylläpito ja saneeraus koordinoidaan vesihuoltoverkkojen ja mahdollisesti muidenkin maanalaisten verkkojen kanssa.

5.4 Paikallisten olosuhteiden ottaminen huomioon

Erityisesti pyrittäessä luonnonmukaiseen hulevesien hallintaan on suunnittelun lähtökohtana paikallisten olosuhteiden tunteminen ja huomioon ottaminen. Hulevesien hallintaan vaikuttavat ratkaisevasti muun muassa:

- paikallisilmasto, esimerkiksi sadanta- ja lämpötila
- maaperä
- vesistöt, pienvedet ja pohjavedet, niiden tila ja käyttö
- pohjavesialueet, pohjaveden laatu ja pinnankorkeus sekä sen vaihtelut
- alueen topografia ja kasvillisuus
- olemassa oleva ja suunniteltu maankäyttö ja läpäisemättömien pintojen ala
- erilaiset suojelukohteet, kulttuuriperintökohteet, jne.

5.5 Hydrologiset mitoitusperusteet

Hulevesijärjestelmät mitoitetaan ennalta sovitun todennäköisyyden mukaisen sade- tai sulamistapahtuman aiheuttamalle hulevesivirtaamalle tai -määrälle. Rakennetuilla alueilla mitoitusolosuhteiden aiheuttaa yleensä vesisade. Hulevesien johtamiseen käytettävien menetelmien – putkiviemäreiden, kanavien, painanteiden, avo-ojien jne. – osalta mitoitusperusteena on hetkellinen virtaama, joka on riippuvainen

sateen rankkuudesta. Sitä vastoin hulevesien varastointiin ja käsittelyyn käytettävien rakenteiden tai hulevesijärjestelmän osien mitoitusperuste on hulevesien määrä eli tilavuus, joka on riippuvainen sademäärästä. Rakenteiden suunnittelussa tarvitaan usein sekä mitoitusvirtaaman että -tilavuuden määrittämistä, koska niissä on yleensä sekä johtamiseen että varastointiin ja käsittelyyn tarkoitettuja osia.

Mitoitussateella on neljä määräävää ominaisuutta: sateen kesto, sateen rankkuus eli intensiteetti, sademäärä ja toistuvuus eli todennäköisyys kyseisen sadetapahtuman esiintymiselle. Sadetapahtuman toistuvuus on mitatun sadanta-aineiston perusteella määritetty todennäköisyys tietyn kestoisin ja tietyn intensiteetin omaavan sateen esiintymiselle. Todennäköisyys ilmoitetaan yleensä toistuvuutena eli missä ajassa ko. sade esiintyy yhden kerran – esimerkiksi kerran kahdessa tai kerran kymmenessä vuodessa.

Huippuvirtaaman aiheuttaa yleensä sade, jonka kesto-aika on mitoituspisteen yläpuolisen valuma-alueen suurimman virtaus- eli kertymisajan mukainen. Kertymis-aika määräytyy valuma-alueen ominaisuuksien perusteella ja siihen voidaan vaikuttaa hulevesien hallintatavan valinnalla.

Mitoitussateen toistuvuus valitaan ympäristöolosuhteiden ja mitoitettavan järjestelmän tai rakenteen käyttötarkoituksen mukaan. Toistuvuuden kasvaminen suurentaa järjestelmien kokoa ja lisää kustannuksia. Toistuvuuden valinta on monessa tapauksessa optimointia. Järjestelmästä ja ympäristöstä riippuen toistuvuus voi vaihdella suuresti. Esimerkiksi kaupunkien hulevesiviemärijärjestelmät mitoitetaan yleensä kerran 2-3 vuodessa toistuvalla rankkasateella.

Suunnittelussa ja mitoituksessa on tärkeä muistaa, että millään järjestelmällä ei voida ehkäistä kaikkein rankkimmista sateista aiheutuvia haittoja. Mitoitus on aina riskilähtöinen menettelytapa, jossa punnitaan mahdollisten vahinkojen ja hallintamenetelmien aiheuttamien kustannusten suhdetta. Riskilähtöistä suunnittelua ja mitoitusta tarkastellaan seuraavassa.

5.6 Riskien kartoitus ja arviointi

Hulevesien hallintamenetelmät tulee valita ja suunnitella tapauskohtaisesti käytettävissä oleva tila, alueen riskikohteet sekä laadul-

iset ja esteettiset tavoitteet huomioon ottaen. Tarkimmin ääritilanteisiin tulee varautua tiiviisti rakennetuilla alueilla, tunneleiden ja arvo-kiinteistöjen läheisyydessä sekä alueilla, joilla kiinteistöt ovat korkeusasemaltaan katuja ja muita yleisiä alueita alempana. Tulvariskin ja tulvimisen aiheuttamien haittojen takia sekaviemäröinnistä pitäisi yleisesti ottaen pyrkiä eroon. Tämä on kuitenkin kustannusten ja rakennustöiden vaikeuden takia haastavaa vanhoilla keskusta-alueilla.

Koska kaikkea hallintaa ei ole kannattavaa suorittaa varsinaisilla hulevesien hallintamenetelmillä, tulvareittien suunnittelu ja niiden kunnossapito ovat aina keskeinen osa hulevesien hallintaa. Tulvareittien mitoituksessa käytetään selvästi harvemmin toistuvia rankkasadetilanteita kuin hulevesiviemäriverkoston tai hulevesien hallintajärjestelmien mitoituksessa. Hyväksyttävä tulvimisen toistuvuus valitaan kohteen riskitason perusteella – esimerkiksi kerran 100 tai 200 vuodessa.

Hulevesien hallinnassa joudutaan tasapainoilemaan pohjaveden määrällisten ja laadullisten tavoitteiden välissä. Pohjaveden määrän (muodostumisen) kannalta merkittävin yksittäinen riski syntyy silloin, kun hulevedet kerätään ja johdetaan pois pohjavesialueelta. Tällöin muutetaan pohjavesialueen luonnontilaa ja vähennetään – mahdollisesti merkittävästi – pohjaveden muodostumista.

Useita riskejä voidaan ainakin teoriassa vähentää imeyttämällä hulevedet pohjavedeksi. Toisaalta imeyttäminen itsessään muodostaa riskitekijän pohjaveden laadulle. Mikäli imeyttäminen voidaan toteuttaa siten, että imeytys kohdistetaan oikealle alueelle ja samalla voidaan taata imeytettävän veden hyvä laatu ja imeytysjärjestelmän toimintavarmuus, on imeyttäminen erittäin hyvä keino riskitekijöiden pienentämiseksi tai poistamiseksi.

6. Hulevesien hallinnan järjestäminen, vastuut ja velvoitteet

6.1 Lainsäädäntö

6.1.1 Yleistä

Tärkeimmät lait, jotka koskevat hulevesien hallinnan järjestämistä, ovat maankäyttö ja rakennuslaki (132/199, MRL), vesihuoltolaki (119/2001, VHL), vesilaki (587/2011, VL) ja laki tulvariskien hallinnasta eli turvariskilaki (620/2010). Muita hulevesiin liittyviä lakeja ovat laki vesienhoidon järjestämisestä eli vesienhoitolaki (1299/2004, VHJL), ympäristönsuojelulaki (86/2000, YSL), luonnon-suojelulaki (1096/1996), laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa ja puhtaanapidosta (669/1978, KatuL), maantielaki (503/2005) ja ratalaki (110/2007). Velvoittavia määräyksiä on myös Suomen rakentamismääräyskoelmassa, joka tosin on osittain vanhentunut.

Lainsäädäntö ja vastuut on tässä oppaan osiossa esitetty nykytilanteen mukaisina, mutta vesihuoltolain tarkistamistyöryhmän loppuraportissa (Työryhmämuistio mmm 2010:6) ehdotetut muutokset vaikuttaisivat toteutessaan merkittävästi hulevesien hallintaan ja sitä koskeviin vastuisiin. Vesihuoltolain tarkistamistyöryhmä ehdotti loppuraportissaan, että vastuita hulevesien eli rakennettujen alueiden sade ja sulamisvesien hallinnasta selvennettäisiin ja samalla parannettaisiin mahdollisuuksia erityisesti hulevesien maanpäällisten hallintamenetelmien käyttöön. Ehdotuksen mukaan hulevesien ja perustusten kuivatusvesien viemäröinti erotettaisiin vesihuoltolain mukaisesta vesihuollosta, ja kunnalle säädettäisiin maankäyttö ja rakennuslakiin otettavien säännöksiin velvollisuus huolehtia hulevesien hallinnasta asemakaavaalueilla. Kunta voisi periä maksuja hulevesien hallinnasta aiheutuvien kustannusten kattamiseksi.

Eduskunnan ympäristövaliokunnan mukaan kunnalle kuuluu MRL:n mukaan yleinen vastuu

alueiden käytön suunnittelusta ja rakentamisen ohjauksesta, mihin sisältyvät myös taajamien hule- ja kuivatusvesien hallintaan liittyvät kysymykset (ympäristövaliokunnan mietintö 22/2010 vp). Valiokunnan mielestä kunnan vastuuta hulevesien hallinnassa tulee selkeyttää myös tulevassa vesihuoltolainsäädännön tarkistuksessa. Viitaten vesihuoltolain tarkistamistyöryhmän loppuraportin ehdotuksiin valiokunta korosti, että tässä yhteydessä vesilakiin tulee sisällyttää säännökset kunnasta hyödynsaajana ojituksessa.

6.1.2 Maankäytön ja rakentamisen ohjaus

Maankäyttö ja rakennuslaki sisältää säännöksiä mm. kaavoituksesta, kuntien rakennusjärjestyksestä, alueiden suunnittelusta ja rakentamisesta, tonttijaosta, yhdyskuntarakentamiseen liittyvästä lunastamisesta, rakentamiselle asetettavista yleisistä vaatimuksista sekä rakentamisen luvista ja muusta rakentamisen valvonnasta. Maankäyttö- ja rakennusasetuksessa (895/1999) säädetään mm. yksityiskohtaisesti kaavan vaikutusten selvittämisestä. Tarkempia säännöksiä ja määräyksiä alueiden suunnittelusta, rakentamisesta ja käytöstä voidaan antaa asetuksella, ministeriön päätöksellä ja kunnan rakennusjärjestyksellä (MRL 2.2 §).

Maankäyttö- ja rakennuslain yleisenä tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle ja edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitys. Lailla turvataan myös jokaisen osallistumismahdollisuus asioiden val-

misteluun, suunnittelun laatu ja vuorovaikutteisuus, asiantuntemuksen monipuolisuus ja avoin tiedottaminen käsiteltävinä olevissa asioissa (MRL 1 §).

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö ja rakennuslain mukaista alueiden käytön suunnittelujärjestelmää, johon kuuluvat myös maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet voivat koskea mm. asioita, joilla on valtakunnallisesti merkittävä vaikutus ekologiaan, kestävyyteen, aluerakenteen taloudellisuuteen tai merkittävien ympäristöhaittojen välttämiseen (MRL 22.2 §). 1.3.2009 voimaan tulleet tarkistetut valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet sisältävät mm. tulvariskien hallintaan ja vesiensuojeluun liittyviä tavoitteita. Valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita on tarkasteltu lähemmin tämän oppaan osiossa 8 (Maankäytön suunnittelu).

Suomen rakentamismääräyskokoelma sisältää maankäyttö- ja rakennuslakia ja -asetusta täydentäviä määräyksiä ja ohjeita. Määräykset ovat uudisrakentamisessa kaikkia osapuolia sitovia. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteita koskevassa kokoelman osassa D1 määrätään mm., että sadeveden poisto kiinteistöltä ei saa aiheuttaa haittaa (vahingon tai tapaturmanvaaraa, tulvintaa tai muuta haittaa). Osassa B3, joka koskee pohjarakenteita, annetaan määräyksiä ja ohjeita rakennettaessa tulva- tai sortumariskialueille. Osassa C2 on annettu määräyksiä kosteudesta johtuvien vaurioiden ja haittojen vähentämisestä rakentamisessa.

Kunnan rakennusjärjestyksessä annetaan paikallisista oloista johtuvia määräyksiä. Määräykset voivat koskea mm. rakennuspaikkaa, rakennetun ympäristön hoitoa ja vesihuollon järjestämistä, kuten hulevesien johtamista ja käsittelyä tontilla. Rakennusjärjestyksen määräyksiä ei sovelleta, jos oikeusvaikutteisessa yleiskaavassa, asemakaavassa tai Suomen rakentamismääräyskokoelmassa on asiasta toisin määrätty (MRL 14 §).

6.1.3 Vesivarojen hallinnan ohjaus

Tulvariskilaisissa ja sen nojalla annetussa asetuksessa (659/2010) säädetään vesistö-, meri- ja hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelusta. Lain tarkoituksena on vähentää tulvariskejä, ehkäistä ja lieventää tulvista ihmisen terveydelle, infrastruktuurille, taloudelliselle

toiminnalle ja ympäristölle aiheutuvia vahingollisia seurauksia sekä edistää varautumista tulviin. Lain mukaan vesistöjen tulvimisesta, merenpinnan noususta aiheutuvista tulvista ja taajamien rannkasadetulvista aiheutuvat riskit on arvioitava ja tulvariskien hallinta suunniteltava aiempaa järjestelmällisemmin sekä valtakunnallisesti yhdenmukaisin perustein. Vesitaloudellisten keinojen ohella on kiinnitettävä huomiota erityisesti alueiden käytön suunnitteluun ja rakentamisen ohjaukseen sekä pelastustoimintaan. Lain tarkoituksena on myös sovittaa yhteen tulvariskien hallinta ja vesistöalueen muu hoito ottaen huomioon vesivarojen kestävä käytön sekä suojelun tarpeet. Tulvariskilaila ja asetuksella on pantu kansallisesti täytäntöön EU:n tulvadirektiivi (2007/60/EY).

Tulvariskilain mukaan hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelusta vastaa pääosin kunta. Kunta on tässä suunnittelussa tarkoituksenmukainen vastuutaho, koska hulevesitulvien syntytapa, vaikutukset ja niiden hallitsemiseksi tarvittavat toimenpiteet ovat luonteeltaan paikallisia. Kunta tekee yhteistyötä elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY-keskuksen), pelastuslaitoksen ja muiden viranomaisten kanssa. Lisäksi kunnan viranomaiset osallistuvat vesistö- ja merivesitulvien tulvariskien hallinnan suunnitteluun yhteistyössä ELYkeskuksen kanssa. Valuma-alueittaisissa tarkasteluissa on tärkeää kuntien välinen yhteistyö, jossa mukana voivat olla myös ELY-keskukset ja maakuntien liitot.

Laki vesienhoidon järjestämisestä eli vesienhoitolaki sisältää säännökset vesien tilan luokittelusta, vesienhoidon suunnittelumenetelmästä ja siihen liittyvistä viranomaisjärjestelyistä sekä vesienhoidon suunnittelussa asetettavista ympäristötavoitteista. Asetuksessa vesienhoidon järjestämisestä (1040/2006) säädetään vesienhoitosuunnitelmaan sisällytettävistä selvityksistä, vesien tilan arvioimisesta ja seurannasta sekä vesienhoitosuunnitelman laatimisesta. Asetus vesienhoitoalueista (1303/2004) määrittelee vesienhoitoalueet ja niiden tehtävät.

Vesienhoitolain yleisenä tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa vesiä niin, ettei pintavesien ja pohjavesien tila heikkene ja että niiden tila on vähintään hyvä. Lain tarkoituksena on, että vesienhoidon järjestämisessä otetaan huomioon vesien laadun lisäksi vesien riittävyys, vesien kestävä käyttö, vesipalvelut ja niiden taloudellinen selvitys, tulvariskien

hallinta, vesien virkistyskäyttö, vesien välityksellä leviävät taudit sekä vesiekosysteemien suojele ja vesiekosysteemiin suoraan yhteydessä olevien maekosysteemien ja kosteikkojen suojele (VHJL 1 §).

Vesienhoitolaila ja asetuksella on pantu kansallisesti täytäntöön EU:n vesipuidedirektiivi (2000/60/EY). Direktiivin tavoitteena on ehkäistä pinta ja pohjavesien tilan heikkeneminen koko Euroopan unionin alueella. Erinomaisiksi tai hyväksi luokiteltujen vesien tila ei saa heiketä, ja pintavesien hyvä tila ja pohjavesien hyvä määrällinen ja kemiallinen tila tulee saavuttaa 2015 mennessä. Perustelluista syistä tavoitteen saavuttamisen määräaika voidaan jatkaa.

Suomi on jaettu kahdeksaan vesienhoito-alueeseen, joista jokaiselle on laadittu vesienhoitosuunnitelma. Suunnitelmat tarkistetaan kuuden vuoden välein. Suunnitelmat ja niihin liittyvät toimenpideohjelmat pannaan täytäntöön muun ympäristölainsäädännön keinoin. Vesienhoidon toimenpideohjelmissa voi yhtenä keskeisenä ohjauskeinona olla hulevesien johtamisen ja käsittelyn kehittäminen sekä hulevesien hallinnan suunnittelu. Valtion ja kuntien viranomaisten on otettava valtioneuvoston hyväksymät vesienhoitosuunnitelmat soveltuvin osin huomioon (VHJL 28 §).

6.1.4 Vesilaki

Uusi vesilaki tuli voimaan 1.1.2012. Lain tarkoituksena on edistää ja sovittaa yhteen vesivarojen ja vesiympäristön käyttöä, parantaa vesivarojen ja vesiympäristön tilaa sekä ehkäistä vesivarojen käytöstä aiheutuvia haittoja. Laki sisältää kaikkia vesitaloushankkeita koskevia yleisiä säännöksiä sekä hanketyyppi-kohtaisia erityissäännöksiä (mm. veden ottaminen, ojitus, vesistön säännöstely). Vesistön pilaantumisen vaaraa aiheuttavia toimintoja säännellään sen sijaan ympäristönsuojelulaila. Vesilaki sisältää myös säännökset vesitaloushankkeista aiheutuvien edunmenetysten korvaamisesta. Vesilain mukaisia lupaviranomaisia ovat aluehallintovirastot (AVI) ja kuntien ympäristönsuojeluviranomaiset. Valvontaviranomaisia ovat ELY-keskukset ja kuntien ympäristönsuojeluviranomaiset.

Vesilain mukaan vesitaloushankkeella on oltava AVI:n myöntämä lupa, jos hanke voi muuttaa vesistöä, vesiympäristöä tai pohjaveden laatua tai määrää niin, että tästä aiheutuu

yleistä tai yksityistä etua loukkaava vahingollinen vaikutus (VL 3 luku 2 §). Tällainen vahingollinen vaikutus on esim. tulvan vaara tai yleinen vedenvähyys, luonnon ja sen toiminnan vahingollinen muuttuminen tai tärkeän tai muun vedenhankintakäyttöön soveltuvan pohjavesiesiintymän antoisuuden tai käyttökelppoisuuden huonontuminen. Jotkin vesilaissa säädetyt hankkeet vaativat aina luvan vaikutuksista riippumatta (VL 3 luku 3 §). Tällaisia hankkeita ovat esim. veden ottaminen vesihuoltolaitoksen tarpeisiin sekä veden imeyttäminen maahan tekopohjaveden tekemiseksi.

Lupaa vaativasta ojituksesta on vesilaissa oma säännöksensä (VL 5 luku 3 §). Ojitus vaatii AVI:n myöntämän luvan, jos siitä voi aiheutua ympäristönsuojelulaisissa tarkoitettua pilaantumista vesialueella tai jos siitä aiheutuu vesilain mukaan lupaa edellyttävä vaikutus vesistössä tai pohjavedessä. Lupaasia ratkaistaan vesilain mukaan myös silloin, kun ojituksesta voi aiheutua ainoastaan pilaantumista, joten ympäristölupaa ojitukselle ei tarvita. Ojituksesta aiheutuva pilaantuminen voi ilmetä esimerkiksi ravinnekuormituksen lisääntymisenä vastaanottavalla vesialueella. Vesialue on vesilain määritelmän mukaisesti mitä tahansa muuten kuin tilapäisesti veden peittämä alue, joten lupakynnys ylittyy myös silloin, kun pilaantumisen vaara kohdistuu vesistöä pienemmän uomaan kuten noroon tai ojaan. Vesistöä vähäisempien vesien osalta on lisäksi otettava huomioon esimerkiksi ojitukseen käytettävän noron luonnontilaisuus ja sen vaarantuminen sekä tähän liittyvä poikkeusluvan tarve (VL 2 luku 11 §). Myös ojan käyttö ja kunnossapito vaativat luvan samoilla perusteilla kuin varsinainen ojitus eli uuden ojan tekeminen.

Ojittajalle voidaan antaa oikeus johtaa vettä toisen ojaan, tehdä oja ja sen vaatima suoja- ja pumppaamo toisen alueelle sekä perata toisen alueella olevaa puroa tai noroa (VL 5 luku 9 §) Oja on tehtävä ja pidettävä kunnossa siten, ettei toiselle kuuluvalla alueella aiheudu vahingollista vettymistä tai muuta vahinkoa (VL 5 luku 7 ja 8 §). Maanomistajalla ei ole yleistä velvollisuutta pitää kunnossa omalla maallaan olevaa ojaa. Velvollisuus kunnossapitoon ja kustannuksiin osallistumiseen on silloin, kun oja sisältyy yhteisen ojitukseen ja maanomistaja on yksi hyödynsaajista (VL 5 luku 8 §).

Asemakaavaalueella ojan sijoittaminen ja muut ojituskysymykset ratkaistaan lähtökoh-

taisesti MRL:n nojalla. Ojitukseen sovelletaan tällöin yhdyskuntateknisten laitteiden sijoittamista koskevaa yleissäännöstä eli MRL 161 §:ää (ks. viittaus MRL 161 a.2 §:ssä sekä VL 5 luku 9.3 §). MRL 161 §:n mukaisesti oikeuden myöntäminen edellyttää siis, ettei ojitusta voida muuten järjestää tyydyttävästi ja kohtuullisin kustannuksin, ettei ojitus aiheuta alueen kaavoitusta tai kaavan toteuttamista ja ettei ojituksesta aiheudu rasiitetulle kiinteistölle tarpeetonta haittaa. MRL 161 §:n mukaan laitteiden sijoittamisesta päättää kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Kun kyse on ojitamisesta, asian ratkaisee kuitenkin kunnan erikseen määräämä viranomainen (MRL 161 a.2 §). Tällä on haluttu mahdollistaa se, että toimivalta asiassa voidaan kunnassa antaa esimerkiksi ympäristönsuojeluviranomaiselle, jolla on asiantuntemusta vesilain mukaisista ojituskysymyksistä, tai kunnan teknisen hallinnon toimielimelle tai viranhaltijalle, jolla on osaamista kuivatuksen kokonaisvaltaisesta hallinnasta.

Koska ojan sijoittamista ja muita ojitamisen oikeussuhteita ei aina voida ratkaista tarkoituksenmukaisesti MRL:n nojalla, MRL 161 a §:n soveltamisalaa on rajattu (5 luku 9.3 §, MRL 161 a §:n 2 ja 3 momentti). Ojan sijoittamisoikeus ratkaistaan asemakaavaalueellakin vesilain nojalla mm. silloin, kun kyse on rantaasemakaavaalueesta tai kun ojitus sijoituu suurimmalta osin asemakaavaalueen ulkopuolelle. Vesilain mukaan asia ratkaistaan myös silloin, jos ojituksesta aiheutuu haittaa tai veden johtamisen tarvetta kolmannen omistamalle kiinteistölle tai jos ojitus edellyttää lupaviranomaisen antamaa lupaa tai ojitustoimituksen päätöstä.

Jos vesihuoltolaitoksen viemärissä, jonka tarkoituksena on huleveden tai perustusten kuivatusveden johtaminen, johdetaan vettä vesihuoltolaitoksen viemäriverkoston ulkopuolelle, viemäriverkoston kattamaa aluetta tai sen osaa käsitellään kuivatusalueen erillisenä osittelualueena. Hyödynsaajaksi katsotaan tällöin vesihuoltolaitos (VL 5 luku 2.2 §).

Vesilainsäädäntöä uudistettaessa jäteveden pois johtamista ja viemäriä koskevat säännökset siirrettiin ympäristönsuojelulakiin (YSL 48 ja 103 c § sekä 49 §). Ympäristönsuojelulakiin otetun määritelmän mukaan jätevedellä tarkoitetaan sellaista käytöstä poistettua vettä, pilaantuneelta alueelta johdettavaa vettä tai ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan

toimintaan käytetyltä alueelta johdettavaa vettä, josta voi aiheutua ympäristön pilaantumista (YSL 3.1 §, 9 kohta). Ympäristöluvassa voidaan myöntää oikeus johtaa jätevesiä toisen ojaan tai oikeus käyttää toisen aluetta jätevesiojan tai viemäriputken tekemiseksi (YSL 48 §). Pykälä koskee vain ympäristöluvanvaraisista toimintaa. Pykälää sovelletaan esimerkiksi huoltoaseman hulevesien johtamiseen, vaikka jäteveden johtamiseen ei ole tarvetta hakea erikseen lupaa. Jos jätevesiojan tai viemäriputken sijoittamista ei ole ratkaistu ympäristöluvan yhteydessä tai jos toiminta ei vaadi ympäristölupaa, sijoittamisesta päätetään MRL:n mukaisesti. Viemärin kunnossapidosta vastaa viemärin omistaja (YSL 103 c §).

Kuten edellä on todettu, hankkeella on oltava AVI:n lupa mm. silloin, jos se olennaisesti vähentää tärkeän tai muun vedenhankintakäyttöön soveltuvan pohjavesiesiintymän antoisuutta tai käyttökelppoisuutta tai muuten vahingoittaa tai haittaa vedenottoa tai veden käyttöä talousvetenä (VL 2 luku 1.1 § 5 kohta). Tämä luvanvaraisuuden peruste on otettava huomioon myös suunniteltaessa ja rakennettaessa hulevesien johtamis ja käsittelyjärjestelmiä pohjavesialueella.

6.1.5 Vesihuoltolaki

Vesihuoltolaki sisältää mm. säännökset vesihuollon yleisestä kehittämisestä ja järjestämisestä, kuntien, vesihuoltolaitosten ja niiden asiakkaiden velvollisuuksista ja oikeuksista sekä vesihuollon maksuista ja sopimuksista. Vesihuoltolain mukaisia valvontaviranomaisia ovat ELY-keskus sekä kunnan terveydensuojeluviranomainen ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen (VHL 4 §).

Vesihuoltolain tavoitteena on turvata sellainen vesihuolto, että kohtuullisin kustannuksin on saatavissa riittävästi terveydellisesti ja muutoinkin moitteetonta talousvettä sekä terveyden ja ympäristönsuojelun kannalta asianmukainen viemärointi (VHL 1 §). Vesihuollolla tarkoitetaan vedenhankintaa eli veden johtamista, käsittelyä ja toimittamista talousvetenä käytettäväksi sekä viemärointiä eli jäteveden, huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamista ja käsittelyä (VHL 3 §). Vesihuoltolaki sovelletaan asutuksen vesihuoltoon sekä, jollei toisin säädetä, asutukseen rinnastuvan elinkeino ja vapaaajantoiminnan vesihuoltoon (VHL 2 §). Vesihuoltolain mukaan kunnalla on

vesihuollon järjestämisestä huolehtimisvelvollisuus, joka koskee myös hulevesiviemärintiä. Vesihuoltolain mukainen huolehtimisvelvollisuus ei ole sidottu kaavaalueisiin.

Vesihuoltolaitoksen toimintaalueella oleva kiinteistö on liitettävä laitoksen vesijohtoon ja viemäriin. Kiinteistöllä ei kuitenkaan ole velvollisuutta liittyä hulevesiviemäriin, jos alueella ei ole erillistä verkostoa tarkoitusta varten ja kiinteistön hulevesi ja perustusten kuivatusvesi voidaan poistaa muutoin asianmukaisesti (VHL 10 §).

Vesihuoltolaitos saa irtisanoa kiinteistön sopimuksen hulevesiverkostoon liittämistä vain, jos sopimuksen pitäminen voimassa on kiinteistöltä viemäriin johdettavan huleveden tai perustusten kuivatusveden laadun tai määrän olennaisen muuttumisen vuoksi kohtuutonta (VHL 24 §).

Vesihuoltolaitos saa keskeyttää huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamisen, jos asiakas on olennaisesti laiminlyönyt maksujen suorittamisen tai on muutoin olennaisesti rikkonut säädöksiin tai sopimukseen perustuvia velvoitteitaan (VHL 26 §).

Vesihuoltolakia ollaan uudistamassa. Hallituksen esitys vesihuoltolain tarkistamiseksi on valmisteilla, ja se annettaneen eduskunnalle vuonna 2012. Muutoksen myötä hulevesiä koskevat säännökset ja vastuut ilmeisesti muuttuvat.

6.1.6 Ympäristönsuojelulaki

Ympäristönsuojelulaki on pilaantumisen torjunnan yleislaki. Laki edellyttää, että pilaantumisen vaaraa aiheuttavalle toiminnalle on oltava ympäristölupa. Ympäristönsuojelulain tavoitteena on mm.:

- ehkäistä ympäristön pilaantumista sekä poistaa ja vähentää pilaantumista aiheuttavia vahinkoja
- turvata terveellinen ja viihtyisä sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö
- torjua ilmastomuutosta ja tukea muuten kestävää kehitystä (YSL 1 §)

Ympäristönsuojelulakia sovelletaan toimintaan, josta aiheutuu tai saattaa aiheutua laissa tarkoitettua ympäristön pilaantumista (YSL 2 §). Ympäristönsuojeluasetuksessa on tarkemmin säädetty, mille viranomaiselle (kunnan ympä-

ristönsuojeluviranomainen, AVI) eri toimintoja koskevat lupatehtävät kuuluvat (YSL 31 §, asetus 5 ja 7 §). Ympäristönsuojelulain mukaisia valvontaviranomaisia ovat ELY-keskus ja kunnan ympäristönsuojeluviranomainen (YSL 22 §).

Hulevesien laadusta riippuen niiden johtamisesta voi aiheutua ympäristön pilaantumista. Ojitus, josta aiheutuu pilaantumisen vaaraa vesialueella, vaatii vesilain mukaisen luvan (VL 5 luku 3 §). Jos taas ympäristölupaa vaativaan toimintaan liittyy hulevesiä, joista voi aiheutua pilaantumista, pilaantumisen ehkäisemistä koskevat määräykset annetaan YSL:n mukaisessa lupapäätöksessä. Luvanvaraisuudesta riippumatta kaikkien toiminnanharjoittajien on oltava riittävästi selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista (selvillääolovelvollisuus) (YSL 5.1 §).

Jos hulevesistä aiheutuu vesistön pilaantumista, niiden johtamiseen on oltava ympäristölupa (YSL 28.2 § 1 kohta). Jos hanke vaatii samalla vesilain mukaisen luvan, asia ratkaistaan kuitenkin kaikilta osin vesilain mukaisessa menettelyssä. Ympäristölupa on lisäksi oltava silloin, jos vesiin tai yleiseen viemäriin johdettavat hulevedet sisältävät ympäristönsuojeluasetuksen liitteessä 1 mainittuja aineita (YSL 29 §, asetus 3 §). Lupa vaaditaan tällöin siis siitä riippumatta, aiheutuuko päästöstä laissa tarkoitettua pilaantumista. paitsi jos toiminnanharjoittaja osoittaa, että päästämistä ei aineiden vähäisen määrän vuoksi aiheudu ympäristön pilaantumisen vaaraa eikä haittaa vesihuoltolaitoksen toiminnalle. Jos toiminta on luonteeltaan sellaista, että se tarvitsee ympäristöluvan, luvassa ratkaistaan myös tarvittavat määräykset toiminta-alueella syntyvien hulevesien käsittelystä ja johtamisesta. Luvan myöntämisen edellytyksenä on mm., että toiminnasta ei saa aiheutua terveyshaittaa tai merkittävää ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa.

Kunta voi antaa ympäristönsuojelulain täytäntöön panemiseksi ympäristönsuojelumääräyksiä, jotka johtuvat kunnan alueella olevista paikallisista olosuhteista (YSL 19 §). Määräykset voivat koskea esimerkiksi vesien tilan parantamista koskevia toimia, jotka ovat vesienhoidon järjestämisestä annetun lain (1299/2004) mukaisen vesienhoitosuunnitelman mukaan tarpeellisia.

6.1.7 Muut lait

Luonnonsuojelulaki koskee myös vesiluontoa mm. eliöeläinten suojelun ja luontotyyppien suojelun osalta. Lain tavoitteena on mm. luonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen sekä luonnonvarojen ja luonnonympäristön kestävä käytön tukeminen (luonnonsuojelulaki 1 §). Luonnonsuojelun edistäminen koskee myös vesiluonnon suojelua, esimerkiksi puroja, lampia ja lähteitä. Luonnonvesistöt toimivat monien eliöeläinten elinympäristönä ja rantavyöhykkeiden myös ekologisina yhteyksinä.

Lain tavoitteiden saavuttamiseksi luonnonsuojelussa tähdätään luontotyyppien ja luonnonvaraisten eliöeläinten suotuisan suojelutason saavuttamiseen ja säilyttämiseen (5 §). Laissa säädetään mm. eliöeläinten suojelusta (37 §) ja rauhoittamisesta (38 §, 39 § ja 42 §).

Laissa kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa ja puhtaanapidosta määritellään kunnossa ja puhtaanapitovelvollisuudet asemakaava-alueella olevilla kaduilla, toreilla, puistoissa ja muihin näihin verrattavilla yleisillä alueilla. Velvollisuudet kuuluvat osaksi kunnalle, osaksi tontin tai muun alueen omistajalle sen mukaan kuin laissa säädetään (KatuL 1 §). Kunta voi KatuL 8 ja 13 §:n mukaan ottaa päätöksellään huolehtiakseen tontinomistajalle kuuluvista puhtaanapitotehtävistä määrättyjen katujen tai tehtävien osalta. Kadun kunnossa ja puhtaanapitovelvollisuus alkaa, kun katu on luovutettu yleiseen käyttöön. Yleisen alueen osalta kunnossa ja puhtaanapitovelvollisuus alkaa, kun kunta sallii alueen otettavaksi asemakaavan osoittamaan käyttöön (KatuL 2 §).

Kadun kunnossapito käsittää ne toimenpiteet, joiden tarkoituksena on määrätyn kunnossapitotason mukaisesti pitää katu liikenteen tarpeiden edellyttämässä tyydyttävässä kunnossa (KatuL 3.1 §). Kadun kunnossapito käsittää mm. kadun rikkoutuneen päällysteen korjaamisen tai uudelleen päällystämisen, katualueella olevien istutusten sekä kadun kalusteiden ja muiden vastaavien laitteiden kunnossapidon (KatuL 3.2 ja 3.3 §). Kadun kunnossapito käsittää myös ne toimenpiteet, jotka ovat talvella tarpeellisia kadun pysyttämiseksi liikenteen tarpeiden edellyttämässä tyydyttävässä kunnossa, mm. liukkauden torjumiseen käytetyn kiviaineksen poistamisen sekä katuojien, sadevesikourujen ja kaivojen avoina pitämisen (KatuL 3.3 §).

Kadun puhtaanapito käsittää ne toimenpi-

teet, joiden tarkoituksena on pitää katu siistinä ja terveydellisesti tyydyttävänä, kuten kadulle kerääntyneen lian, lehtien, roskien ja irtonaisten esineiden poistamisen (KatuL 9 §). Osiossa 16 (Hulevesijärjestelmien ylläpito) on esimerkiksi hulevesitulvasta, jossa näiden tehtävien laiminlyönti osaltaan lisäsi vahinkoja.

Maantielain 6 §:n mukaan maantien rakentamisessa on otettava erityisesti huomioon liikenneturvallisuus, tien liikenteellinen ja tekninen toimivuus sekä ympäristönäkökohdat. Maantietä ei saa rakentaa vastoin oikeusvaikutteista kaavaa. Tiesuunnitelmaan on liitettävä arvio tien vaikutuksista sekä esitettävä ne toimenpiteet, jotka ovat tarpeen tien haitallisten vaikutusten poistamiseksi tai vähentämiseksi (maantielaki 22 §).

Jos tie tai liitännäisalueen kuivattamiseksi on tarpeen perustaa oikeus laskuojan pitämiseen toisen maalla tai oikeus johtaa kuivatusvettä toisen ojaan tai puroon, on tästä maantielain 24 §:n mukaan määrättävä tiesuunnitelmassa, jossa on osoitettava laskuojaksi tarvittava alue. Laskuojasta on muutoin voimassa, mitä vesilaissa säädetään ojitukselta. Vastaava säännös on ratelain 19 §:ssä, jossa puhutaan rautatiealueen kuivattamisesta ja ratasuunnitelmasta.

Rakennelmien, johtojen ja muiden laitteiden sijoittaminen teialueelle vaatii tienpitöviranomaisen luvan. Lupa voidaan myöntää, jos toimenpiteestä ei aiheudu vaaraa liikenteelle eikä haittaa tienpidolle. Luvan saaja on velvollinen tekemään rakennelman tai laitteen ja pitämään sen kunnossa tienpitöviranomaisen ohjeiden mukaan (maantielaki 42 §).

Tiesuunnitelmassa osoitettuun laskuojaalueeseen perustetaan tienpitäjälle rasiteoikeus. Jos yhteisestä ojituksesta ei sovita, voidaan ojitusta koskeva asia siirtää käsiteltäväksi vesilaissa tarkoitettussa ojitustoimituksessa. Jos laskuojasta aiheutuu sen tekemisen jälkeen vahinkoa tai haittaa eikä korvauksista sovita, asia käsitellään vesilain mukaan (maantielaki 60 §).

Johtojen, rakennelmien ja laitteiden sijoittamiseen rautatiealueelle on oltava radanpitäjän lupa. Lupa voidaan myöntää, jos toimenpiteestä ei aiheudu vaaraa liikenteelle eikä merkittävää haittaa radanpidolle, eikä työtä tai laitteiden sijoittamista voida muutoin järjestää tyydyttävästi ja kohtuullisin kustannuksin. Luvansaaja on velvollinen tekemään rakennelman tai laitteen ja pitämään sen kunnossa ra-

danpitolviranomaisen ohjeiden mukaan (ratalaki 36 §).

Rautatiehen kohdistuvaan työhön sekä joihtojen, rakennelmien ja laitteiden sijoittamiseen rautatiealueelle sovelletaan ratalain säännöksiä, ellei oikeudesta toimenpiteen suorittamiseen säädetä erikseen muussa laissa. Jos toimenpiteen suorittaminen perustuu muun lain nojalla annettuun viranomaisen päätökseen, on radanpitäjän ja toimenpiteen suorittajan sovitettava toimenpiteen suorittamisajankohdasta ja toteutustavasta (ratalaki 36 §).

6.2 Rakentajan ja kiinteistön omistajan tehtävät

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti (MRL 119 §). Rakennusluvan myöntämisen edellytyksenä asemakaavaalueella on muun muassa, että vedensaanti ja jätevedet voidaan hoitaa tyydyttävästi ja ilman haittaa ympäristölle (MRL 135§). Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että sen olennaiset tekniset vaatimukset täytetään ja voidaan tavanomaisella kunnossapidolla säilyttää rakennuksen suunnittelun käyttöiän ajan. Rakennus ympäristöineen on pidettävä sellaisessa kunnossa, että se jatkuvasti täyttää terveellisyyden, turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimukset eikä aiheuta ympäristöhaittaa. (MRL 166 §)

Rakennuksessa harjoitettavan toiminnan ympäristönsuojelullisista edellytyksistä on säädetty erikseen; mm. ympäristönsuojelulain mukaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttaville toiminnoille tarvitaan ympäristönsuojelulain mukainen lupa.

Jos rakennuspaikkana olevan kiinteistön maanpinnan luonnollista korkeutta muutetaan tai suoritetaan muita toimenpiteitä, jotka muuttavat luonnollista vedenjuoksua kiinteistöllä, kiinteistön omistaja tai haltija on velvollinen huolehtimaan siitä, ettei toimenpiteistä aiheudu huomattavaa haittaa naapurille. Mikäli kiinteistön omistaja tai haltija laiminlyö velvollisuutensa, kunnan rakennusvalvontaviranomaisen on hakemuksesta määrättävä haitan korjaamisesta tai poistamisesta (MRL 165 §).

Kiinteistön omistajalla tai haltijalla on ve-

sihuoltolain 6 §:n mukaan ensisijainen vastuu kiinteistön vesihuollosta eli myös hule ja perustusten kuivatusvesien poisjohtamisesta ja käsittelystä. Mikäli kiinteistö sijaitsee vesihuoltolaitoksen toimintaalueella, on kiinteistö liitettävä laitoksen vesijohtoon ja viemäriin. Kiinteistöllä ei kuitenkaan ole velvollisuutta liittyä viemäriin huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamiseksi, jos alueella ei ole erillistä verkostoa tarkoitusta varten ja kiinteistön hulevesi ja perustusten kuivatusvesi voidaan poistaa muutoin asianmukaisesti (VHL 10 §). Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen voi lisäksi laissa säädetyin perustein myöntää kiinteistölle vapautuksen liittämismuutoksen vesihuoltolaitoksen verkostoon (VHL 11 §).

Kiinteistön liittäminen vesihuoltolaitoksen verkostoon tai laitoksen palvelujen käyttäminen edellyttää sopimuksen tekemistä vesihuoltolaitoksen kanssa (VHL 21 §).

Tontinomistajan kunnossapitovelvollisuutena on pitää tontin kohdalla oleva jalkakäytävä käyttökelpoisena poistamalla jalankulkua haittaava lumi ja jää sekä huolehtia liukkauden torjumisesta jalkakäytävällä ja liukkauden torjumiseen käytetyn kiviaineksen poistamisesta jalkakäytävältä. Lisäksi tontinomistajan velvollisuutena on tarvittaessa poistaa jalkakäytävälle tai sen vierelle kertyneet lumivallit sekä pitää jalkakäytävän viereinen katuojja ja sadevesikoulu lumettomana ja jäättömänä (KatuL 4.2 §). Tontinomistajan velvollisuutena on pitää katu puhtaana tontin rajasta kadun keski- viivaan saakka, kuitenkin enintään 15 metrin leveydeltä (KatuL10.1 §).

Lisäksi tontinomistajalle kuuluu enintään kolmen metrin etäisyydelle tontin rajasta ulottuvan, tonttiin välittömästi rajoittuvan viherkaistan ja ojan alueella roskien poistaminen, muu puhtaanapito ja kasvillisuuden siistinä pitäminen (KatuL 10.3 §). Muilta osin kadun puhtaanapito kuuluu kunnalle (KatuL 10.5 §). Kunta voi päätöksellään ottaa kokonaan tai osittain huolehtiakseen tontinomistajalle kuuluvista kunnossa ja puhtaanapitotehtävistä (KatuL 8.1 §, 13 §).

Puron eli vesistön patoaminen vaatii vesilain mukaisen luvan (VL 3 luku 2 § ja 3.1 § 1 kohta). Luvassa määrätään myös veden juoksuttamisesta sekä mahdollisen patoaltaan täyttämistä ja tyhjentämistä. Veden vapaan juoksun estäminen tai muuttaminen vesistöä pienemmissä uomissa eli norossa tai ojassa ei vaadi lupaa, mutta toimenpiteeseen on yle-

sä saatava alapuolella olevien suostumus (VL 2 luku 10 §). Ojituksen osalta säädetään erikseen, ettei toisen kiinteistön kuivatusta hulevevää ojaa saa perusteettomasti tukkia eikä veden juoksua siinä estää (VL 5 luku 10.3 §). Ojan patoamisesta ja näin mahdollisesti muodostuvasta altaasta ja sen tyhjentämisestä ei saa aiheutua muille kiinteistöille vahinkoa kuten haitallista vettymistä, tulvimista tai eroosiota, ei myöskään pilaantumisen vaaraa vesialueella (VL 5 luku 7 §, VL 5 luku 3 §, lupaa vaativa ojitus ja ojan käyttö).

Rakennuksen omistajan ja haltijan sekä toiminnanharjoittajan on osaltaan ehkäistävä vaaratilanteiden syntymistä, varauduttava henkilöiden, omaisuuden ja ympäristön suojaamiseen vaaratilanteissa (esimerkiksi tulvavihingon uhatessa) sekä varauduttava sellaisiin pelastustoimenpiteisiin, joihin ne omatoimisesti kykenevät (pelastuslaki 379/2011, 14 §).

6.3 Vesihuoltolaitoksen tehtävät

Vesihuoltolaitos huolehtii toimintaalueellaan vesihuollosta yhdyskuntakehityksen tarpeita vastaavasti kunnan tekemän toimintaalueen hyväksymispäätöksen mukaisesti (VHL 9 §). Toimintaaluepäätöksessä määritellään tarkemmin ne tehtävät, jotka kuuluvat vesihuoltolaitokselle. Vesihuoltolaitoksen vastuulla on asutuksen ja asutukseen rinnastettavan elinkeino ja vapaaajantoiminnan vesihuolto. Vesihuoltolaitoksella on suunnittelu-, rakentamis-, kunnossapitovastuu hulevesiviemäreistä toiminta-aluepäätöksen määrittelyjen mukaisesti.

Vesihuoltolaitos vastaa vesihuoltolain mukaan hulevesien poisjohtamisesta ja käsittelystä alueilla, jotka kunnan toiminta-aluepäätöksen mukaisesti on saatettava hulevesille tarkoitettujen viemäriverkostojen piiriin. Tästä palvelusta laitos voi periä asiakkailtaan maksuja. Käytännössä kunnissa on määritelty hulevesiviemäröinnille toiminta-alue silloin, kun vesihuoltolaitos huolehtii siitä.

Kunnossapidon – erityisesti avo-ojien ja kosteikkojen – vastuunjakokäytännöt vaihtelevat kunnissa – osittain siksi, että joskus hulevesirakenteita pidetään osana yleistä aluetta, joskus taas osana vesihuoltolaitoksen huleve-

Tampereen kaupungin ja Tampereen Veden välillä tehtiin vuonna 2010 hulevesien hallinnan kustannusten jaosta sopimus, joka on voimassa siihen saakka kunnes vesihuoltolain kokonaisuudistus tulee voimaan.

Hulevesien hallinnan **suunnittelusta ja rakentamisesta** aiheutuvat kustannukset jaetaan eri tavoilla riippuen siitä, mitä tahoa rakenne palvelee. Yhteisiin hulevesijärjestelmiin johdetaan sekä katujen ja yleisten alueiden että asuinkiinteistöjen hulevesiä. Yhteisten järjestelmien kustannukset jaetaan puoliksi. Kaupunkikuvallisista tai muista vastaavista syistä tehtävien rakenteiden suunnittelun ja rakentamisen – esimerkiksi puistojen vesiaiheet tai katutilan, josta avo-ojat poistetaan ja korvataan putkiviemäriillä – kustantaa kuitenkin kaupunki.

Yleisten alueiden (kadut, torit, puistot, jne.) pelkästään kuivatusta palvelevien hulevesijärjestelmien yleis- ja yksityiskohtaisen suunnittelun sekä rakentamisen kustantaa kaupunki. Muun hulevesiviemäriverkostoon suunnittelun ja runkolinjojen rakentamisen kustantaa Tampereen Vesi. Hulevesiliittymät (sadevesikaivot liitosjoh-toineen) runkolinjoihin yleisten alueiden ja kadun kuivatukseen osalta kustantaa kaupunki.

Hulevesien hallintajärjestelmien **ylläpidon** kustannukset jaetaan yhteisten hulevesiviemärijärjestelmien osalta puoliksi. Kaupunki vastaa kaupunkikuvallisten tms. syiden perusteella rakennettujen erikoisrakenteiden ylläpidosta. Kaupunki ja Tampereen Vesi kustantavat omalla vastuullaan olevien hulevesijärjestelmien ylläpidon.

Tampereen Veden kunnossapitovastuun piiriin kuuluviksi sovitut avo-ojat on merkitty X-Pipe -verkostotietojärjestelmään. Tampereen Vesi huolehtii liitoslausuntojen antamisesta ja verkostotietojärjestelmän ylläpidosta.

Laatikko 6-1 Esimerkki ylläpitovastuiden määrittelystä Tampereella.

sijärjestelmää. Vastuut avo-ojista eivät aina ole selkeät. Vastuunjaosta tulisi sopia. Useissa kunnissa onkin sovittu kunnan ja vesihuoltolaitoksen kesken yksityiskohtaisesti avo-ojien vastuunjaosta. Sopimukseen on tällöin liitetty kartta, jossa kummankin osapuolen vastuualueiden rajat on esitetty. Laatikossa 61 on esimerkkinä ote Tampereen sopimuksesta, jossa on sovittu sekä suunnittelusta ja rakentamisesta että ylläpidosta.

Vesihuoltolaitoksen tulee määrätä jokaisesta verkostoonsa liitettävää kiinteistöä varten liittämiskohdat, joiden tulee sijaita kiinteistön välittömässä läheisyydessä (VHL 12 §). Vesihuoltolaitoksen ja asiakkaan on pyydettyä annettava toisilleen vesihuoltolaitoksen verkostoon liittämisen sekä vesihuollon hoitamisen kannalta tarpeelliset tiedot. Vesihuoltolaitoksen tulee tiedottaa riittävästi mm. vesihuollosta perittävien maksujen perusteista (VHL 16 §).

6.4 Kunnan tehtävät

6.4.1 Suunnittelu- ja kehittämistehtävät

Kunnan tehtävänä on huolehtia alueiden käytön suunnittelusta sekä rakentamisen ohjauksesta ja valvonnasta alueellaan (MRL 20.1 §). Kunnalla tulee olla käytettävissään tehtäviin riittävät voimavarat ja asiantuntemus. Kunnan alueiden käytön järjestämiseksi ja ohjaamiseksi laaditaan yleiskaavoja ja asemakaavoja (MRL 4 §). Maankäytön suunnittelua on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin tämän oppaan osiossa 8 (Maankäytön suunnittelu).

Kunnan on huolehdittava **yleiskaavan** laatimisesta ja sen ajan tasalla pitämisestä (MRL 36 §). Yleiskaavan tarkoituksena on mm. yhdyskuntarakenteen ja maankäytön yleispiirteiden ohjaaminen (MRL 35.1 §). Yleiskaavassa esitetään tavoitellun kehityksen periaatteet ja osoitetaan tarpeelliset alueet yksityiskohtaisen kaavoituksen ja muun suunnittelun sekä rakentamisen ja muun maankäytön perustaksi (MRL 35.2 §). Yleiskaava voi myös suoraan ohjata maankäyttöä ja rakentamista määrättyillä

alueilla (MRL 35.1 §).

Kaavan tulee perustua riittäviin **tutkimuksiin ja selvityksiin** (MRL 9 §). Yleiskaavaa laadittaessa on otettava huomioon sisältövaatimukset, esimerkiksi yhdyskuntarakenteen toimivuus, taloudellisuus ja ekologinen kestävyys, mahdollisuus vesihuollon tarkoituksenmukaiseen järjestämiseen, terveellinen ja turvallinen elinympäristö ja ympäristöhaittojen vähentäminen (MRL 39 §).

Yleiskaavassa voidaan antaa määräyksiä, joita kaavan tarkoitus ja sen sisällölle asetettavat vaatimukset huomioon ottaen tarvitaan yleiskaava-alueita suunniteltaessa tai rakennettaessa taikka muutoin käytettäessä (yleiskaavamääräykset) (MRL 41.1 §). Yleiskaavamääräykset voivat muun ohessa koskea maankäytön ja rakentamisen erityistä ohjausta tietyllä alueella sekä haitallisten ympäristövaikeutusten estämistä tai rajoittamista.

Kunnan on laadittava ja pidettävä ajan tasalla **asemakaavaa** sitä mukaa kuin kunnan kehitys, erityisesti asuntotuotannon tarve, taikka maankäytön ohjaustarve sitä edellyttää (MRL 51 §). Asemakaava on laadittava siten, että luodaan edellytykset terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle elinympäristölle (MRL 54.2 §).

Jos asemakaava laaditaan alueelle, jolla ei ole oikeusvaikutteista yleiskaavaa, on asemakaavaa laadittaessa soveltuvin osin otettava huomioon myös mitä yleiskaavan sisältövaatimuksista säädetään (MRL 54.4 §). Rakennuspaikan tulee asemakaava-alueen ulkopuolella olla tarkoitukseen sovelias, rakentamiseen kelpoinen ja riittävän suuri, vähintään 2 000 neliometriä. Rakennuspaikan soveltuvuutta harkittaessa on muun muassa otettava huomioon, ettei rakennuspaikalla ole tulvan, sortuman tai vyörymän vaaraa. Asemakaava-alueella vastaavat seikat on otettava huomioon kaavaa laadittaessa (MRL 116 §).

Asemakaavassa voidaan antaa määräyksiä, joita kaavan tarkoitus ja sen sisällölle asetettavat vaatimukset huomioon ottaen tarvitaan asemakaava-alueita rakennettaessa tai muutoin käytettäessä (asemakaavamääräykset) (MRL 57 §). Määräykset voivat koskea hulevesien hallintaa, kellareiden rakentamista, alimpia lattiakorkeuksia sekä hulevesijärjestelmien yleisiä tai tonttikohtaisia aluevarauksia.

Kunta voi kaavamääräysten lisäksi määrätä hulevesien käsittelystä **tontin luovutus- tai maankäyttösopimuksessa**. Tällaiset ehdot

sisältävät yleensä ympäristön kannalta tärkeitä määräyksiä, joita ei voida määrätä kaavassa. Myös **rakentamistapaohjeilla** voidaan täydentää asemakaavaa ja ohjata toteuttamisen laatutasoa. Jos alueelle on määritelty rakentamistapaohje, on syytä huomata, ettei se velvoita tekemään ohjeistuksen mukaan, vaan sisältää viranomaisen käsityksen siitä, minkälaisia vaatimuksia rakentamista koskevat lait, asetukset, päätökset ja määräykset asettavat kyseiselle alueelle. Ehtoja voi olla esimerkiksi painanteista tai yhteisjärjestelyä vaativista toimista.

Kunnan on **suunniteltava ja rakennettava katu** siten, että se sopeutuu asemakaavan mukaiseen ympäristöönsä ja täyttää toimivuuden, turvallisuuden ja viihtyisyyden vaatimukset (MRL 85 §). Katusuunnitelmasta tulee käydä ilmi mm. kadun kuivatus ja sadevesien johtaminen, kadun korkeusasema sekä tarvittaessa istutukset ja pysyväisluonteiset rakennelmat ja laitteet (MRA 41.2 §). Yleinen alue on suunniteltava siten, että se sopii asemakaavan mukaiseen ympäristöön. Kunnan tulee laatia yleisen alueen toteuttamiseksi suunnitelma noudattaen soveltuvin osin, mitä MRL:n 85 §:ssä säädetään kadun suunnittelemisesta, jos tämä on alueen erityisen merkityksen vuoksi tarpeen (MRL 90 §).

Kunnan tulee **kehittää vesihuoltoa** alueellaan yhdyskuntakehitystä vastaavasti sekä osallistua vesihuollon alueelliseen yhteissuunnitteluun (VHL 5 §). Kunnan tulee yhteistyössä alueensa vesihuoltolaitosten kanssa laatia ja pitää ajan tasalla alueensa kattavat vesihuollon kehittämissuunnitelmat, joissa tulee kiinnittää erityistä huomiota vesihuollon järjestämiseen alueilla, joilla on voimassa maankäyttö- ja rakennuslaissa tarkoitettu yleis- tai asemakaava tai joilla yleis- tai asemakaavan laatiminen on vireillä sekä alueilla, joita koskevat ympäristönsuojelulain 19 §:n nojalla annetut ympäristönsuojelumääräykset (VHL 5 §).

Kunnan tulee edistää **luonnon- ja maisemansuojelua** alueellaan (luonnonsuojelulaki 6 §).

Kunnan tulee valmiussuunnitelmin ja poikkeusoloissa tapahtuvan toiminnan etukäteisvalmisteluun sekä muin toimenpitein varmistaa tehtäviensä mahdollisimman häiriötön hoitaminen myös poikkeusoloissa (valmiuslaki 40 §).

Kunnan tehtävänä on tulvariskilain nojalla huolehtia hulevesistä aiheutuvien **tulva-**

riskien arvioinnista ja hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelusta. Lisäksi kunta, maakunnan liitto ja alueen pelastustoimi osallistuvat vesistöalueen ja merenrannikon tulvariskien hallinnan suunnitteluun (tulvariskilain 5 §). Kunnan on lain mukaan tehtävä hulevesitulvariskien alustava arviointi, jossa tunnustetaan ja nimetään merkittävät tulvariskialueet.

Tulvariskien alustava arviointi perustuu tietoihin aiemmin esiintyneistä tulvista ja niiden aiheuttamista vahingoista. Lisäksi arvioinnissa otetaan huomioon ilmastomuutoksen ja vesiolojen kehityksestä saatavilla olevat asiantuntija-arviot. Tulvariskin merkittävyyttä arvioitaessa otetaan huomioon tulvan todennäköisyys, tulvasta mahdollisesti aiheutuvat yleiseltä kannalta katsoen vahingolliset seuraukset sekä alueelliset ja paikalliset olosuhteet. Alustavan arvioinnin perusteella kunta tekee päätöksen eli nimeää merkittävät hulevesitulvariskialueet tai katsoo, ettei niitä ole kunnan alueella. Kunnan on laadittava merkittävälle hulevesitulvariskialueilla tulvavaara- ja tulvariskikartat sekä tulvariskien hallintasuunnitelmat. Alustava arviointi, kartat ja tulvariskien hallintasuunnitelmat tarkistetaan tarpeellisin osin kuuden vuoden välein (tulvariskilaki 20 §).

Kuntien tuli nimetä merkittävät hulevesitulvariskialueet ensimmäistä suunnittelukautta varten 22.12.2011 mennessä. Yksikään kunta ei nimennyt tällaista aluetta. Sää- ja vesiolojen sekä maankäytön muutosten myötä riskit saattavat kuitenkin lisääntyä. Seuraava arviointi tehdään vuonna 2018. Pääasiallinen keino hulevesitulvien ja niistä aiheutuvien vahinkojen vähentämiseksi on silti jatkossakin hulevesien hallinnan hyvä suunnittelu ja toteutus osana normaalia alueiden käytön suunnittelua.

6.4.2 Järjestämistehtävät

Kunnalla on vesihuoltolain mukaan tietyin edellytyksin **vesihuollon järjestämisvelvollisuus**, joka koskee myös hulevesien pois johtamista käsittelyä. Kunnan alueella vesihuoltolaitosten toiminta-alueiden tulee kattaa alueet, joilla kiinteistöjen liittäminen vesihuoltolaitoksen vesijohtoon tai viemäriin on tarpeen asutuksen taikka vesihuollon kannalta asutukseen rinnastuvan elinkeino- ja vapaa-ajantoiminnan määrän tai laadun vuoksi (VHL 7 §). Käytännössä kunnissa on määritelty hulevesiviemä-

röinnille toiminta-alue silloin, kun vesihuoltolaitos huolehtii siitä.

Kunta **hyväksyy** alueellaan toimivalle **vesihuoltolaitokselle toiminta-alueen** ja tarvittaessa muuttaa hyväksytyä toiminta-alueen vesihuoltolaitoksen esityksestä tai jos laitos ei tällaista esitystä ole tehnyt, laitosta kuultuaan (VHL 8.1 §). Toiminta-alueen tulee olla sellainen, että vesihuoltolaitoksen voidaan katsoa kykenevän huolehtimaan vastuullaan olevasta vesihuollosta taloudellisesti ja asianmukaisesti (VHL 8.2 §).

Kunnan tehtävänä on **kadunpidon järjestäminen**, johon kuuluu kadun suunnittelu, rakentaminen ja sen kunnossa- ja puhtaanapito sekä muut toimenpiteet, jotka ovat tarpeen katualueen ja sen yläpuolisten ja alapuolisten johtojen, laitteiden ja rakenteiden yhtein sovittamiseksi (MRL 84 §). Kunta voi antaa sille kuuluvan kadunpidon kokonaan tai osittain muiden tehtäväksi (MRL 84.2 §).

6.4.3 Ohjaus- ja valvontatehtävät

Kunnalla tulee olla **rakennusjärjestys** (MRL 14 §). Rakennusjärjestyksen määräykset voivat koskea mm. rakennuspaikkaa tai vesihuollon järjestämistä, esimerkiksi sade- ja sulamisvesien johtamista ja imeyttämistä.

Rakennusvalvonnan viranomaistehtävistä huolehtii kunnan määräämä lautakunta tai muu monijäseninen toimielin, jona ei kuitenkaan voi toimia kunnanhallitus (MRL 21 §). Rakentamisen neuvontaa ja valvontaa varten kunnassa tulee olla **rakennustarkastaja** (MRL 21 §).

Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on yleisen edun kannalta valvoa rakentamista ja huolehtia osaltaan, että rakentamisessa noudatetaan maankäyttö- ja rakennuslain mukaista lainsäädäntöä. Rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on myös huolehtia kunnassa tarvittavasta rakentamisen yleisestä ohjauksesta ja neuvonnasta (MRL 124 §).

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on asian tuntijoidensa avulla huolehdittava, että rakennushankkeessa suunnitellaan ja rakennetaan rakentamisen säännösten ja määräysten mukaisesti (MRL 119 §). Rakennusluvan edellytyksenä on mm. että vedensaanti ja jätevedet voidaan hoitaa tyydyttävästi ja ilman haittaa ympäristölle (MRL 135.1 §:n 5 kohta ja 136.1 §:n 3 kohta).

Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on valvoa kaavojen noudattamista, huolehtia rakentamista ja muita toimenpiteitä koskevien lupien käsittelemisestä sekä osaltaan valvoa rakennetun ympäristön ja rakennusten kunnossapitoa ja hoitoa (MRA 4.1 §). Rakennusvalvontaviranomaiset voivat myös valvoa rakentamistapaohjeen noudattamista.

Rakennustarkastajille on kunnissa siirretty päätösvaltaa lupa-asioissa eri laajuudessa rakennusvalvontaviranomaisen alaisuudessa – siis riippumattomana muiden kunnan organisaatioiden puuttumisesta menettelyihinsä ja tulkintoihinsa. Rakennustarkastajalla on mahdollisuus antaa hulevesiä koskevia määräyksiä.

Kunnan määräämä viranomainen valvoo, että kadun ja yleisten alueiden kunnossapito- ja puhtaanapitovelvollisuus täytetään (MRL 167 §).

Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen ja terveydensuojeluviranomainen toimivat vesihuoltolain mukaisina valvontaviranomaisina toimialoillaan (VHL 4 §). Valvontaviranomainen voi sakon uhalla kieltää jatkamasta vesihuoltolain vastaista menettelyä tai määrätä täyttämään laissa säädetyn velvollisuuden (VHL 29 ja 30 §). Määräykset voivat koskea esim. vesihuoltolaitosta, joka ei täytä lakisääteisiä tehtäviä, tai kiinteistön omistajaa, joka ei noudata liittämiselvoitettaan. Kuntaan kohdistuvan kiellon tai määräyksen voi antaa vain ELY-keskus.

6.4.4 Rakentamis- ja ylläpitotehtävät

Katu rakennetaan kunnan hyväksymän suunnitelman mukaisesti, kun asemakaavan mukainen tarve sitä edellyttää (MRL 85 §). Kunnan on toteutettava taloudellisten edellytysten salliessa kunnan tarpeisiin osoitettu muu **yleinen alue** kuin katualue, kun asemakaavan mukainen maankäyttö edellyttää toteuttamista. Yleinen alue on suunniteltava ja toteutettava siten, että se sopeutuu asemakaavan mukaiseen ympäristöönsä. Yleisen alueen toteuttaminen käsittää alueen rakentamisen tai kunnostamisen ja sen kunnossapidon asemakaavan mukaisen käytön edellyttämällä tavalla (MRL 90 §). Kadun kunnossa- ja puhtaanapidon tehtäviä on kuvattu edellä kohdassa 6.1.7. Kunta voi antaa tarkempia kunnossa- ja puhtaanapitoa koskevia määräyksiä (Ka-tuL 14 §).

6.4.5 Ympäristönsuojelutehtävät

Kunnalle kuuluu paikallinen vastuu vesiensuojelun edistämisestä ja valvonnasta. Kunnan on alueellaan huolehdittava paikallisten olojen edellyttämästä tarpeellisesta ympäristön tilan seurannasta (YSL 25 §).

Kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen vesiensuojelutehtävistä säädetään sekä vesilaissa että ympäristönsuojelulain (pilaantumisasiat). Kunnalle kuuluvista ympäristönsuojelulain mukaisista lupa- ja valvontatehtävistä huolehtii kuntien ympäristönsuojelun hallinnosta annetun lain (64/1986) mukainen kunnan ympäristönsuojeluviranomainen, joka käyttää osaltaan ympäristönsuojelun yleisen edun puhevaltaa ympäristönsuojelulain mukaisessa päätöksenteossa (YSL 21 §). Hulevesiin sovellettavia tehtäviä ovat mm. huolehtiminen osaltaan ympäristönsuojelun suunnittelusta ja kehittämisestä, huolehtiminen ympäristön tilan seurannasta sekä siihen liittyvistä selvityksistä ja tutkimuksista sekä osallistuminen kunnassa tarvittavan ympäristönsuojelua koskevan ohjauksen ja neuvonnan järjestämiseen.

Kunnan ympäristönsuojeluviranomaisella on päätösvaltaa eräissä vesilain mukaisissa asioissa, esimerkiksi ojitusasioissa. Lisäksi kunnat käsittelevät pienten laitosten ympäristöluvut. Valvonta sisältää mm. vesilain nojalla annettujen päätösten ja määräysten toteuttamisen seuranta. Kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle kuuluvat ojitusasiat kuten maankuivatusvesien johtaminen toisen ojaan tai ojitusriitojen ratkaiseminen.

Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen voi myöntää hakemuksesta kiinteistölle vapautuksen VHL:n 10 §:ssä tarkoitetusta liittämiselvollisuudesta. Ennen vapautuksen myöntämistä vesihuoltolaitokselle, kiinteistön omistajalle tai haltijalle ja elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle on varattava tilaisuus tulla kuulluiksi. Lisäksi kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen on pyydettävä vapauttamisesta kunnan terveydensuojeluviranomaisen lausunto. Vapautus liittämiselvollisuudesta on myönnettävä jos:

- liittäminen verkostoon muodostuisi kiinteistön omistajalle tai haltijalle kohtuuttomaksi, kun otetaan huomioon liittämisestä aiheutuvat kustannukset, vesihuoltolaitoksen palvelujen vähäinen tarve tai muu vastaava erityinen syy

- vapauttaminen ei vaaranna vesihuollon taloudellista ja asianmukaista hoitamista vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella

- huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamista varten tarkoitettuun viemäriin liittämistä vapautettavan kiinteistön hulevesi ja perustusten kuivatusvesi voidaan poistaa muutoin asianmukaisesti (VHL 11 §).

6.5 Valtionhallinnon tehtävät

6.5.1 Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen tehtävät

ELY-keskus huolehtii sille elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskuksista annetun lain (897/2009) 3 §:n mukaan kuuluvista tehtävistä, joihin sisältyvät mm. liikennejärjestelmän toimivuus, liikenneturvallisuus, tie- ja liikenneolot, maanteiden pito sekä julkisen liikenteen järjestäminen, ympäristönsuojelu, alueiden käyttö, rakentamisen ohjaus, kulttuuriympäristön hoito, luonnon monimuotoisuuden suojelu ja kestävä käyttö sekä vesivarojen käyttö ja hoito. Lisäksi ELY-keskus edistää ja ohjaa kunnan alueiden käytön suunnittelun ja rakennustoimen järjestämistä. ELY-keskuksen on erityisesti valvottava, että kaavoituksessa otetaan huomioon valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet, muut alueiden käyttöä koskevat tavoitteet sekä kaavoitusasioiden hoitoa koskevat säännökset siten kuin maankäyttö- ja rakennuslaissa säädetään (MRL 18 §). ELY-keskus edistää ja ohjaa alueiden käytön ja rakennetun ympäristön tilan ja kehityksen seuranta sekä huolehtii osaltaan seurannasta (MRA 2.2 §).

Keskeisiä ELY-keskuksen kaavaohjauksen toteuttamiskeinoja ovat kuntien kanssa käytävät kehittämiskeskustelut (MRL 8 §) ja maakuntien liittojen kanssa käytävät viranomaisneuvottelut (MRL 66 §). ELY-keskuksella on mahdollisuus tehdä yleis- tai asemakaavan hyväksymispäätöksestä oikaisukehoitus kunnalle tai valitus hallinto-oikeudelle (MRL 191 ja 195 §). ELY-keskus voi myös velvoittaa uhkasakolla kunnan toteuttamaan kadunpitovelvollisuutensa (MRL 179 §).

ELY-keskus valvoo vesilain ja sen nojalta annettujen säännösten ja määräysten sekä ympäristönsuojelulain noudattamista alueellaan. ELY-keskus vastaa toimialueellaan vesienhoitolain mukaisista tehtävistä – mm. tulvien hallinnasta – sekä yhdessä kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen ja terveydensuojeluviranomaisen kanssa vesihuoltolain noudattamisen yleisestä valvonnasta (VHL 29 ja 30 §). Vain ELY-keskus voi antaa kuntaan kohdistuvan kiellon tai määräyksen. Määräys voisi koskea esimerkiksi kuntaa, joka ei ole ryhtynyt VHL 6 §:n 2 momentin mukaisesti toimenpiteisiin vesihuollon järjestämiseksi tai joka ei ole sisällyttänyt lain 7 §:ssä tarkoitettua aluetta vesihuoltolaitoksen toiminta-alueeseen.

ELY-keskukset ja Suomen ympäristökeskus ylläpitävät tietojärjestelmää, johon tallennetaan tiedot mm. tulvariskien alustavista arvioinneista, merkittävistä tulvariskialueista, tulvavaara- ja tulvariskikartoista sekä hulevesitulvariskien hallintasuunnitelmista (tulvariskilaki 26 §). ELY-keskukset ja Suomen ympäristökeskus ylläpitävät myös ympäristönsuojelun tietojärjestelmää (YSL 27 §). Vesistö- ja tulvien hallintaan liittyvien tehtäviensä lisäksi ELY-keskukset avustavat kuntia hulevesitulvariskien arvioinnissa.

6.5.2 Aluehallintoviraston tehtävät

Aluehallintovirastojen lakisääteisiin tehtäviin kuuluvat mm. ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaiset lupa- ja muut hakemusasiat (laki aluehallintovirastoista 896/2009,4 §). AVI ratkaisee ympäristölupahakemuksen mm. silloin, kun toiminnalla saattaa olla merkittäviä ympäristövaikutuksia tai asian ratkaiseminen aluehallintovirastossa muuten on perusteltua toiminnan laatu tai luonne huomioon ottaen (YSL 31 §). AVI myös tukee kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen toimintaa toimialaansa kuuluvissa asioissa (YSL 23 §).

AVI:n ratkaistavat ympäristönsuojelulain mukaiset lupa-asiat on lueteltu ympäristönsuojeluasetuksessa (YSA 5 §). AVI:n lupaa vaativia vesitaloushankkeita mukaan lukien ojitus on kuvattu kohdassa 6.1.3.

6.5.3 Valtioneuvoston ja ministeriöiden tehtävät

Valtioneuvosto päättää valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista (MRL 22 §) ja hyväksyy vesienhoitosuunnitelmat (VHJL 17 §). Valtioneuvosto voi asetuksella antaa tarpeellisia säännöksiä ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi (YSL 10 §, 11 §).

Maa- ja metsätalousministeriön pääasialliset hulevesien hallintaan liittyvät tehtävät ovat vesihuollon edistäminen ja vesihuoltolain kehittäminen. Ministeriö ohjaa ja seuraa tulvariskilain täytäntöönpanoa yhteistyössä sisäasiainministeriön, liikenne- ja viestintäministeriön ja ympäristöministeriön kanssa (tulvariskilaki 3 §). Maa- ja metsätalousministeriö nimeää vesistöalueen ja merenrannikon merkittävät tulvariskialueet elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen ehdotuksesta (tulvariskilaki 8 §).

Ympäristöministeriölle kuuluu mm. alueiden käytön suunnittelun ja rakennustoimen yleinen kehittäminen ja ohjaus. Ympäristöministeriö edistää, ohjaa ja valvoo maakuntakaavoitusta (MRL 17 §). Ympäristöministeriö huolehtii valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden valmistelusta yhteistyössä niiden muiden ministeriöiden, maakuntien liittojen ja muiden viranomaisten ja tahojen kanssa, joita asia koskee (MRL 23 §). Ympäristöministeriön on järjestettävä alueiden käytön ja rakennetun ympäristön tilan ja kehityksen seuranta ja sen kannalta tarpeellisten tietojärjestelmien ylläpito (MRA 2.1 §). Ympäristöministeriö antaa maankäyttö- ja rakennuslakia täydentäviä rakentamista koskevia teknisiä ja näitä vastavia yleisiä määräyksiä ja ohjeita, jotka julkaisetaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa (MRL 13 §).

Ympäristöministeriölle kuuluvat ympäristönsuojelulain mukaisen toiminnan yleinen ohjaus, seuranta ja kehittäminen (YSL 20 §) sekä luonnon- ja maisemansuojelun ylin ohjaus (luonnonsuojelulaki 6 §). Ympäristöministeriö ja maa- ja metsätalousministeriö ohjaavat ja seuraavat toimialoillaan vesienhoitolain täytäntöönpanoa (VHJL 4 §). Ympäristöministeriö voi antaa asetuksella tarkempia säännöksiä menettelyistä vesilain mukaisessa valvonnassa (VL 14 luku 1.2 §).

6.6 Muut toimijat

Valtion viranomaisten tulee toiminnassaan ottaa huomioon valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet, edistää niiden toteuttamista ja arvioida toimenpiteidensä vaikutuksia aluerakenteen ja alueiden käytön kannalta (MRL 24 §). Valtion ja kuntien on otettava valtioneuvoston hyväksymät vesienhoitosuunnitelmat toiminnassaan soveltuvin osin huomioon (VHJL 28 §). Valtion ja kuntien viranomaisten sekä aluekehitysviranomaisten on otettava soveltuvin osin toiminnassaan huomioon maa- ja metsätalousministeriön ja kunnan hyväksymät tulvariskien hallintasuunnitelmat (tulvariskilain 23 §).

Maakunnan liitto (kuntayhtymä), jossa alueen kuntien on oltava jäsenenä, huolehtii maakuntakaavan laatimisesta ja muusta maakunnan suunnittelusta (MRL 26 §). Maakunnan liiton tulee huolehtia maakunnan suunnittelun edellyttämästä alueiden käytön, alue- ja yhdyskuntarakenteen, rakennetun ympäristön sekä kulttuuri- ja luonnonympäristön tilan ja kehityksen seurannasta alueellaan (MRA 2.3 §). Maakunnan liitot osallistuvat myös vesistö- ja meritulvariskien hallinnan suunnitteluun (tulvariskilain 5 ja 15 §).

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tärkeimmät hulevesien hallintaan liittyvät tehtävät ovat toimiminen hallinnon asiantuntijana, alan kansainvälisen kehityksen seuranta sekä hulevesien hallintamenetelmien kehittäminen.

Alueellinen pelastuslaitos vastaa tulvatilanteisiin liittyvästä pelastustoiminnasta kuten rakennusten suojaamisesta tilapäisesti, veden pois pumppaamisesta ja väestön evakuoinnista (pelastuslaki 379/2011).



7. Viestintä hulevesiasioista

Kaikessa viestinnässä on tärkeää tavoittaa oikea kohderyhmä. Hulevesiasioissa keskeisiä kohderyhmiä ovat:

- kuntalaiset
- omakotiasukkaat
- rakentajat
- urakoitsijat ja suunnittelijat
- tiedotusvälineet ja toimittajat
- eri viranomaiset
- päätöksentekijät
- elinkeinoelämä.

Kohderyhmien tiedon taso ja tiedontarve ovat hyvin erilaiset, mikä on otettava huomioon viestintää ja vuorovaikutusta suunniteltaessa. Hulevesiasioista tiedotettaessa päähuomio kannattaakin suuren yleisön sijaan kiinnittää eri kohderyhmiin, jotka usein tarvitsevat tuekseen räätälöityä täsmäviestintää.

Viestinnän keinoina voidaan käyttää

- verkkosivut
- laskut
- tiedotteet
- asiakaslehdet
- tilaisuudet
- tekstiviestit

7.1 Jatkuva tiedottaminen

Viestinnän selkärangan muodostaa helposti löydettävä ja ajantasainen tieto hulevesiasioista. Tämä palvelee kaikkia kohderyhmiä.

Internet tarjoaa tähän parhaan ympäristön. Esimerkiksi kunnan verkkosivuille on helppo koota kattava tietopaketti siitä, miten hulevesien syntyminen on parhaiten estettävissä ja miten toimia mahdollisissa erityistilanteissa. Verkkosivuille voi myös koostaa kysymys-vastaus -osion usein kysytyistä kysymyksistä. Si-

vuilta on hyvä löytyä tietoa myös siitä, keneltä voi tarvittaessa saada lisätietoa hulevesiasioista.

Hulevesiasiat koskevat saman kunnan alueella monia eri viranomaisia, jolloin sivut on syytä linkittää eri virastojen ja tahojen omille sivuille. Hyödyllistä tietoa löytyy esimerkiksi Suomen ympäristökeskuksen ja ilmatieteen laitoksen sivuilta.

7.2 Tapauskohtainen tiedottaminen

Kohdennetussa viestinnässä esite tai tietolehminen tarjoaa hyvän keinon tiedon jakamiseen. Esimerkiksi omakotirakentajille on hyödyllistä jakaa tietoa siitä, miten hulevedet on syytä kunnan alueella ottaa huomioon. Leh-tisen tai esitteen voi liittää osaksi rakentajalle menevää tietopakettia.

Esite voi olla tehokkain keino jakaa tietoa hulevesien hallinnasta niille kiinteistöille, jotka sijaitsevat vesistöjen lähellä ja erillisviemäröin-in alueella. Esitteessä voidaan kertoa niistä toimenpiteistä, joilla voi estää veden tulvimis-ta kiinteistöjen sisälle. Suorajakelun lisäksi esi-te voi olla jaossa esimerkiksi kunnantalolla tai kirjastossa. Vastaavanlainen tietolehti tai esi-te voi olla tarpeen myös muille kohderyhmille, kuten esimerkiksi urakoitsijoille tai rakennus- ja pihasuunnittelijoille

Mikäli hulevesistä aiheutuu ongelmia säännöllisesti, myös tiedotuskampanjan toteuttami-nen voi tulla kysymykseen. Kampanjaa suunniteltaessa on kuitenkin tärkeää pohtia tarkoin sen tavoite ja kohderyhmä.

Kampanjan viestin täytyy olla selkeä ja kohderyhmää puhutteleva. Kampanjaa voi toteuttaa esimerkiksi alueilla, jossa hulevesistä aiheutuu säännöllistä haittaa autoilijoille, jal-lankulkijoille ja pyöräilijöille.

Mitä ovat hulevesi, hulevesiviemäri ja jätevesiviemäri?

Hulevesi on maan pinnalta, rakennuksen ka-tolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois joh-dettavaa sade- tai sulamisvettä. Myös ra-kennusten perustusten kuivatusvedet eli ns. salaojavedet ovat hulevettä.

Hulevesiviemärillä (hulevesiverkko, huleve-siverkosto) tarkoitetaan kadun alla kulkevaa erillistä viemäriverkostoa, joka on tarkoitettu hulevesien keräykseen. Tähän verkostoon tar-vitaan erillinen liittymä, samanlainen kuin täl-lä hetkellä tontillanne oleva jätevesiviemärin ja vesijohdon liittymä. Hulevesiviemäristä vesi lasketaan käsittelemättömänä vesistöihin.

Jätevesiviemärillä (jätevesiverkko, jäteve-siverkosto) tarkoitetaan kadun alla kulkevaa erillistä viemäriverkostoa, johon johdetaan kiinteistöiltä mm. tiskivedet, suihkuvedet, wc-huuhteluedet ja muut vastaavat ”likaiset” ve-det. Jätevesiviemäristä vesi johdetaan kä-siteltäväksi jätevedenpuhdistamolle ennen vesistöön laskemista.

Miksi hulevesiviemäriin pitää liittyä?

Vesihuoltolain mukaan kiinteistön on liityttävä yleisiin verkkoihin (vesi-, viemäri- tai huleve-siverkko), mikäli kiinteistö sijaitsee verkon toi-minta-alueella.

Sade- ja sulamisvedet ovat kylmiä ja hei-kentävät biologista jätevedenpuhdistusta, minkä vuoksi niiden pääsy viemäriverkoston on vähennettävä. Pahimmillaan viemäriverk-koon voi yhtäkkiä tulla niin runsaasti huleve-siä, etteivät jätevedenpumppaamot pysty vä-littämään niitä eteenpäin, vaan jäteveden ja huleveden sekoitusta joutuu sellaisenaan ve-sistöön.

Jätevesiviemäriverkostot voivat myös tul-via hulevesien vuoksi ja aiheuttaa kosteus- ja hygieniariskin kiinteistöillä. Tulvan riskiä lisää hulevesien mukana viemäriin kulkeutuva hiek-ka, joka haittaa viemärin normaalia toimintaa.

Voiko liittymisvelvollisuudesta saada vapautuksen ja miten lupaa anotaan?

Vähäisten salaoja- tai muiden kuivatusvesi-en johtaminen jätevesiviemäriin on hyväksytty joissain erityisissä tapauksissa; esimerkiksi silloin, kun kadulla sijaitsevan hulevesiviemä-rin korkeus edellyttäisi pumppausta. Mikä-li järjestelmä on esitetty ja hyväksytty suunni-telmissa, eikä rännivesiä joudu viemäriin, voi liittymisvelvollisuudesta saada vapautuksen.

Liittymisvelvollisuudesta voi saada vapau-tuksen myös siinä tapauksessa, että vedet pystytään asianmukaisesti käsittelemään ton-tilla tai ne voidaan johtaa vesistöön haittaa ai-heuttamatta. Rännivesien johtaminen vesityn-nyriin ei yksin riitä vapauttamisen perusteeksi.

Lupa sadeveden ojaan tai omalle tontille johtamiseen on aina erityistapaus. Vesihuol-tolain mukaan kiinteistön on liityttävä yleisiin verkkoihin (vesi-, viemäri- tai hulevesiverkko), mikäli kiinteistö sijaitsee verkon toiminta-alu-eella.

Miten vastuut ja velvollisuudet jakautuvat?

Kiinteistön pihalla olevat kaivot samoin kuin putket ja tonttijohdot kadulla oleviin runko-johtoihin saakka kuuluvat kiinteistöön ja ovat siksi kiinteistön vastuulla. Asiakkaan velvol-lisuuksiin kuuluu myös olla selvillä viemäriin johdetun jäteveden laadusta ja määrästä.

Vesilaitos vastaa kadulla sijaitsevista run-koviemäreistä ja myös vahingoista, mitä muil-le asiakkaille voi johtua viemäritulvista tai tukkeutumisista. Vesilaitos tutkii ja korjaa jat-kuvasti omalla vastuullaan olevia viemäreitä, jotta hulevesien määrä vähenisi. Vesilaitoksen toimenpiteistä ei ole hyötyä, jollei kiinteistöiltä tuleva hulevesimäärä vähene.

Hulevedet rakentamisjärjestyksessä

Kaupunkien ja kuntien rakennusjärjestyksissä voidaan korostaa hulevesien syntymisen eh-käisyä, imeyttämistä ja viivyttämistä ensisijai-sina hulevesien käsittelyn vaihtoehtoina. Ra-kennusjärjestyksessä on kuitenkin otettava huomioon vesihuoltolain mukaiset velvoitteet liittymisestä hulevesiviemäriin vesihuoltolai-toksen toiminta-alueella.

Laatikko 7-1 Esimerkkejä jatkuvan tiedottamisen sisällöstä.

Kohdennettu kampanja voidaan suunnata myös pientaloasukkaille siitä, miten tulvavahinkoja voidaan tehokkaasti torjua ja mitkä ovat eri tahojen omatoimiset ennaltaehkäisyvelvollisuudet hulevesiasioissa.

Kampanjat toimivat usein hyvin paikallisella tasolla, koska myös ongelmat ja niiden ratkaisut ovat paikallisia. Suppeammalle kohderyhmälle on myös mahdollista toteuttaa laaja, valtakunnallinen kampanja esimerkiksi muistuttamaan kiinteistöjen vastuusta vesihuoltolaitteiston kunnossapidosta, viemärien asianmukaisesta suojaamisesta ja sadevesiviemärien pitämisestä avoimena.

7.3 Vuorovaikutteinen viestintä

Perinteisten tiedotuskanavien ohella hulevesistä voi viestiä myös osallistuvan ja vuorovaikutteisen viestinnän kautta. Tällöin tulevat kyseeseen asukas- ja infotilaisuudet eri kohderyhmille. Tällaiset tilaisuudet ovat hyvä keino paitsi jakaa tietoa niin myös tarjota kohderyhmille mahdollisuus kysyä mieltä askarruttavista asioista ja osallistua keskusteluun.

Monissa kunnissa järjestetään esimerkiksi infotilaisuuksia omakotirakentajille. Näihin tilaisuuksiin kannattaa liittää tietoiskuja myös hulevesiasioista. Osallistava viestintä sopii hyvin osaksi myös kaavoitusprosessia. Vai: Maankäyttö- ja rakennuslaissa säädetään kaavoitukseen liittyvästä osallistumismenettelystä. Kaavoituksen yhteydessä järjestetään usein

Miksi vesilaitos perii korotettua jätevesimaksua jätevesiviemäriin johdetusta hulevedestä?

Hulevesien vuoksi kiinteistöistä johdetaan jätevesiviemäriin huomattavasti suurempia määriä vettä kuin vesimittarin perusteena oleva laskutus näyttää. Nykyisin jätevesiviemäriin joutuva hulevesi aiheuttaa noin kahden miljoonan euron käsittelykustannukset. Kustannuksista ovat tähän asti vastanneet kaikki asiakkaat yleisessä jätevesimaksussa

Miten hulevesi joutuu viemäriin?

Kiinteistöltänne voi päätyä hulevesiä jätevesiviemäriin esimerkiksi seuraavilla tavoilla:

- Kiinteistön pihalla on yksi tai useampia kivoja, joista päätyy sadevesiä jätevesiviemäriin. Esim. rännivedet voi olla johdettu tällaisiin kaivoihin, tai vedet johtuvat niistä salaojiin mm. tynnyrien ylivuodon kautta.
- Kiinteistön salaojat tai autotallin luiskan kuivatuskaivo on liitetty kiinteistön pihalla jätevesiviemäriin.
- Kiinteistöllä kulkeva tonttioviemäri vuotaa, ja hulevesiä päätyy viemäriin tätä kautta.

Miten tiedotetaan hulevesiä koskevista kaavamääräyksistä

Rakennusvalvonta toimii valvovana viranomaisena ja huolehtii, että kaavamääräys toteutuu. Kaavamääräykset voivat koskea esimerkiksi hulevesien viivytämistä. Mikäli kaavassa esitetään hulevesiin liittyviä määräyksiä, on rakennusluvan myöntämisen edellytyksenä kaavamääräykset täyttävän hulevesisuunnitelman laatiminen. Hulevesisuunnitelman laatijalla tulee olla tehtävään riittävä asiantuntemus.

Rakentajien tietopaketti

Niillä pientaloalueilla, missä hulevesien viivytystä on edellytetty, ovat rakentajat päätyneet ratkaisussaan usein perinteisiin hulevesikäivöihin, joiden avulla tarvittava viivytystilavuus saavutetaan. Koska viivytysratkaisuja voidaan toteuttaa monin eri tavoin esimerkiksi maanpäällisinä ratkaisuinä, on rakentajien tiedottaminen erilaisista vaihtoehdoista tärkeää. Rakentajille voidaan laatia esimerkiksi havainnollinen opas kiinteistökohtaisten hulevesien käsittelymenetelmien vaihtoehdoista rakentamistapaohjeiden yhteyteen.

yleisötilaisuuksia, joissa myös hulevesiin liittyvistä asioista voidaan tiedottaa ja keskustella.

Infotilaisuudet toimivat hyvin myös mahdolliseen erityistilanteeseen varautuessa. Mikäli on näköpiirissä, että hulevesistä voi aiheutua vahinkoa esimerkiksi kiinteistöille, yhteiset tilaisuudet tarjoavat nopean keinon saman tiedon jakamiselle mahdollisimman monelle. Tällöin osallisina voivat olla kaava-alueen maanomistajat, asukkaat ja muut ympäristön käyttäjät. Vahinkojen syntymiseen vaikuttaa merkittävästi se, että kiinteistöjen ja maa-alueiden omistajilla ei aina ole selvää käsitystä siitä, mihin heidän itse pitäisi vesivahinkojen torjunnassa kiinnittää erityistä huomiota.

Info- ja asukastilaisuuksissa on tarpeen olla paikalla mahdollisimman laaja eri toimialojen edustus. Jos ongelma vaikuttaa yli kuntarajojen, niin silloin paikalla on hyvä olla myös naapurikunnan tai maakunnan edustus.

7.4 Viestintä erityistilanteissa

7.4.1 Yleistä

Luonnonilmiöiden aiheuttamissa erityistilanteissa nopea viestintä on ensisijaisen tärkeää. Viestinnän on tällaisissa tilanteissa oltava ennakoivaa ja nopeaa, yhtenäistä, kattavaa ja sen tulee perustua tosiasioihin. Erityistilanteen viestintä jakautuu ennakoivaan viestintään, erityistilanteen aikaiseen viestintään ja jälkiviestintään.

Kunnalla on oltava erityistilanteiden viestintään valmiuslain määrittämä suunnitelma, on hyvä myös yhdenmukaistaa eri tahojen omien valmiussuunnitelmien kanssa. Sen tulisi sisältää eri toimijoiden roolit ja vastuut, viestinnän kanavat, toiminnan tiedotusvälineiden kanssa sekä sisäisen viestinnän. Suunnitelma on syytä laatia yhteistyössä eri viranomaisten kesken.

Suunnitelmassa on tärkeää olla kaikkien osapuolien ajantasaiset yhteystiedot. Lisäksi erityistilanteissa on olennaista määritellä se, miten toiminta saadaan käynnistettyä myös virka-ajan ulkopuolella ja mitä viestintävälineitä käytetään sisäisessä yhteydenpidossa (esim. Virve-verkko).

Kuten kaikissa erityistilanteissa, viestintäsuunnitelman laatiminen ja tilanteiden harjoittelu jo ennakkoon vaikuttavat keskeisesti erityistilanteiden onnistumiseen. Erityistilanteet vaativat aina tiivistä yhteistyötä eri viranomaisten kanssa.

Erityistilanteissa korostuu keskitetyn tiedottamisen tarve. Viestintä onkin syytä keskittää tilannetta varten perustettavaan johtoryhmään. Se koordinoi kaikkea viestintää tiedotteiden lähettämisestä ja mediakontakteista lähtien. Näin viesti välittyy ulospäin yhdenmukaisena ja samalla vähennetään väärinkäsitysten ja väärin huhujen riskiä.

7.4.2 Erityistilanteiden ennakoiva viestintä

Ennakoivassa viestinnässä pyritään kertomaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa sellaisista toimenpiteistä, joita eri osapuolet voivat tehdä ongelmien minimoimiseksi. Valtakunnallisesti tiedotusvastuu on valtiolla, alueellisesti alueellisilla ympäristökeskuksilla sekä kunnilla ja kaupungeilla.

Suurelle yleisölle on tärkeää saada oikeaa tietoa yleistilanteesta sekä mahdollisista toimintaohjeista ja varoituksista.

Ennakkovaroitukset eivät myöskään aina saavuta tehokkaasti kohdeyleisöään. Koska viesti pitää saada nopeasti vastaanottajille, paras keino ennakkovaroittamiseen on aina käyttää apuna tiedotusvälineitä. Mikäli tiedotustilaisuuden järjestämiseen ei ole aikaa, lehdistötiedote on syytä lähettää medialle mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Ajantasainen ennakkotieto toimenpideohjeineen on syytä laittaa myös oman organisaation verkkosivuille. Ennakkovaroituksia voidaan lähettää myös tekstiviesti- tai sähköpostipalveluna.

Riittävän ajoissa aloitettu viestintä antaa eri toimijoille paremmat edellytykset onnistua itse torjunta- ja muissa tehtävissä.

Hulevesistä aiheutuvan erityistilanteen vaikutukset vaativat kuitenkin aina monen eri alan asiantuntemusta. On syytä muistaa, että kaikilla toimijoilla on tiedotusvelvollisuus omaa toimialaa koskevissa asioissa. Esimerkiksi jätevesien ohjuoksutuksista sekä talousveden laatuun tai liikenteeseen liittyvistä kysymyksistä tiedottaminen kuuluu aina kyseisen viranomaisen vastuulle. Vesilaitokset tiedottavat jäteveden puhdistukseen liittyvistä kysymyksistä,

8. Maankäytön suunnittelu

kunnan ympäristöterveydenhuollon viranomaiset talousvesiasioista ja tiehallinnon edustajat liikennejärjestelyihin liittyvistä asioista.

Tiedonkulku on syytä taata myös kuntien suuntaan, sillä kunnat toimivat keskeisinä tiedonvälittäjinä poikkeustilanteen aikana. Asukkaat ottavat helposti yhteyttä suoraan alueensa kuntaan, jolloin kunnan edustajien tulee olla hyvin informoituja tilanteesta.

Mahdollisuuksien mukaan on hyvä järjestää erillisiä infotilaisuuksia asukkaille ja muille sidosryhmille. Kriisitilanteessa on tärkeää antaa asukkaille ja vahingonkärsineille tilaisuus kuulla viranomaisten näkemyksiä tilanteesta ja esittää kysymyksiä eri alan asiantuntijoille.

7.4.3 Tilanneviestintä

Alueen asukkaiden ja muiden sidosryhmien kysymyksiin vastaaminen on keskeinen osa erityistilanteen hoitamista.

Infotilaisuuksien lisäksi voidaan verkkosivuilla kertoa ajantasaista tietoa sekä avata puheliniä asukkaiden kysymyksiä varten. Puheluihin vastaavat henkilöt on syytä pitää

Tulva tai rankkasade, kiinteistön suojaaminen

Meriveden pinnan noususta voi tiedottaa ennakoon lehdistötiedotteella ja antaa samalla suojautumisohjeita riskikiinteistöille. Suojautuminen voi tarkoittaa esim. suojavallien rakentamista, herkästi tulvivien kaivojen tulp-paamista tai veden purkureittien avaamista. Ilmatieteenlaitoksen sääpalvelun perusteella voidaan antaa ennakkovaroitus tulvan aiheuttavan rankkasateen riskistä.

jatkuvasti tietoisina tilanteen kehittymisestä. Puhelinlinja on syytä pitää auki mahdollisimman pitkään itse tilanteen jälkeenkin mahdollisten korvauskysymysten vuoksi.

7.4.4 Viestinnän seuranta ja arviointi

Viestinnän tarve ei pääty erityistilanteeseen, vaan sen jatkuvuus on keskeinen osa jälkihoitoa. Jälkihoito vaatii kuitenkin erilaista viestintää ja viestintäkanavia kuin itse tilanne.

Kaikki erityisviestinnän toimenpiteet on hyvä dokumentoida toiminnan kehittämiseksi tulevaisuudessa. Viestinnän onnistumista voi arvioida esimerkiksi analysoimalla julkisuudessa aihetta käsittelevien juttujen määrää ja sävyjä. Myös kansalaispalautteen määrää ja sisältöä analysoimalla esimerkiksi verkkosivujen kautta voi arvioida viestinnän onnistumista eri kohderyhmissä.

Hyvin hoidettuna erityistilanne voi tuoda mukanaan hyvää julkisuutta.

Poikkeukselliset liikennejärjestelyt, esimerkki Tampereelta

Tampereen kaupungilla on sopimus Liikenneviraston tieliikennekeskuksen kanssa. Tieliikennekeskus lähettää liikenteen häiriötilanteista tiedotteita laajasti eri medioille. Myös hulevesien tulvimisesta johtuvista häiriötilanteista tiedotetaan.

Korvaukset

Korvauskysymyksistä voi tarvittaessa järjestää myös infotilaisuuden, jossa asukkaiden kysymyksiin voidaan vastata keskitetysti.

Lisätietoa erityistilanteiden viestinnästä

Kriisiviestintäopas

Viestinnässä hyödynnettävää ajantasaista sekä tilastotietoa löytyy esimerkiksi:

Ilmatieteenlaitoksen ilmastisivut
Syke hydrologia

8.1 Maankäytön suunnittelujärjestelmä

Maankäytön ohjaamisesta säädetään maankäyttö- ja rakennuslailla (MRL) ja maankäyttö- ja rakennusasetuksella (MRA). Maankäytön suuntaviivoja esitetään valtioneuvoston hyväksymissä valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa. Suomen kaavajärjestelmään kuuluvat maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava. Maakuntakaavan laatii maakunnan liitto ja sen vahvistaa ympäristöministeriö. Yleis- ja asemakaavan laatii kunta.

Kaikilla on tehtävä riittävä vaikutusten arviointi. Kaavamääräykset voivat koskea muun ohessa haitallisten ympäristövaikutusten esittämistä. Koska rakentaminen muuttaa paikan vesiolosuhteita, suunnitellun rakentamisen vaikutus valuma-alueen hydrologiaan on selvitettävä. Kaavoituksessa esitettävät maankäytön ratkaisut vaikuttavat ratkaisevasti huleveden määrään ja laatuun. Hulevesien huomioon ottaminen edellyttää kaikilla kaavatasoilla valuma-aluealuelähtöistä tarkastelua. Sen tulee ulottua kulloisenkin kaavan rajauksen ulkopuolelle siten, että sekä vaikutuksia ulkoa alueeseen että alueelta sen ulkopuolelle tarkastellaan riittävästi. Valuma-aluealuelähtöinen tarkastelu saattaa joskus edellyttää ylimaakunnallista suunnittelua sekä ELY-keskusten ja maakuntien liittojen yhteistyötä.

8.2 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat ohjausväline, jolla valtioneuvosto linjaa koko maan kannalta merkittäviä alueidenkäytön kysymyksiä. Tavoitteet koskevat alue- ja yhdyskuntarakennetta, elinympäristön laatua, yhteysverkostoja, energiahuoltoa, luonto- ja kulttuuriperintöä sekä luonnonvarojen käyttöä. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet tulee maankäyttö- ja rakennuslain mukaan ottaa huomioon ja niitä tulee edistää maakunnan suunnittelussa, kuntien kaavoituksessa ja valtion viranomaisten toiminnassa. Valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita tarkistettiin vuonna 2008 ja muutokset tulivat voimaan 2009. Tarkistuksen pääteemana on ilmastomuutoksen haasteisiin vastaaminen.

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet on jaettu yleis- ja erityistavoitteisiin sen perusteella, millaisia alueidenkäyttöä ja sen suunnittelua ohjaavia vaikutuksia niillä on. Yleistavoitteet tulee ottaa huomioon maakuntakaavoituksessa ja muussa maakunnan suunnittelussa, yleiskaavoituksessa sekä valtion viranomaisten toiminnassa. Erityistavoitteet koskevat kaikkea kaavoitusta, mikäli tavoitetta ei ole erityisesti kohdennettu koskemaan vain tiettyä kaavatasoa.

Valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa keskeisinä periaatteena ovat mm. yhdyskuntarakenteen eheyttäminen ja elinympäristön laadun parantaminen. Yleistavoitteena on mm., että olemassa olevia yhdyskuntarakenteita hyödynnetään sekä eheytetään kaupunkiseutuja ja taajamia. Yhdyskuntarakenteen eheyttämisellä tarkoitetaan hajautuneen yhdyskuntarakenteen tiivistämistä muun muassa liikennetarpeen vähentämiseksi ja yhdyskuntien huoltoa palvelevien rakenteiden tehok-

kaan käytön edistämiseksi. Taajamia eheydetäessä parannetaan elinympäristön laatua.

Alueidenkäytössä on otettava huomioon pohja- ja pintavesien suojeleminen ja käyttötarpeet. Pohjavesien pilaantumisen ja muuttamisriskejä aiheuttavat laitokset ja toiminnot on sijoitettava riittävän etäälle niistä pohjavesialueista, jotka ovat vedenhankinnan kannalta tärkeitä ja soveltuvat vedenhankintaan.

Vuoden 2008 valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa on uutena asiana mukana ilmastonmuutokseen sopeutuminen. Alueidenkäytössä on mm. otettava huomioon viranomaisien selvitysten mukaiset tulvavaara-alueet ja pyrittävä ehkäisemään tulviin liittyvät riskit. Alueidenkäytön suunnittelussa uutta rakentamista ei tule sijoittaa tulvavaara-alueille. Tästä voidaan poiketa vain, jos tarve ja vaikutusselvityksiin perustuen osoitetaan, että tulvariskit pystytään hallitsemaan ja että rakentaminen on kestävä kehitys mukaisesti. Yleis- ja asemakaavoituksessa on varauduttava lisääntyviin myrskyihin, rankkasateisiin ja taajamatulviin.

Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteuttaminen – ensisijaisesti yhdyskuntarakenteen tiivistäminen – voi johtaa osaltaan hulevesiä muodostavien pintojen lisääntymiseen. Taajamarakennetta tiivistettäessä läpäisemättömän pinnan suhteellisen osuuden kasvu vaikeuttaa poikkeuksellisista sääilmiöistä aiheutuvan tulvavaaran vähentämistä, ellei näitä vaikutuksia oteta suunnittelussa huomioon. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteutuminen kokonaisuutena edellyttää näin ollen hulevesien hallintatoimia sekä uuden että olemassa olevan rakentamisen yhteydessä.

8.3 Valuma-aluelähtöinen suunnittelu kaavoituksen yhteydessä

8.3.1 Maisema ja valuma-alue

Vesiolosuhteet voidaan ottaa kaavoituksessa parhaiten huomioon, kun maankäytön suunnittelun lähtökohtana on maasto ja maisemarakenne. Etenkin yleiskaavatyön yhteydessä on laadittu maisemaselvityksiä ja -suunnitelmia maankäytön ohjaamiseksi maisemarakenteen kannalta sopivimmille alueille. Kuntakaavoituksen pohjaksi on suositeltavaa laatia maisemaselvitys, jossa esitetään maaston korkeussuhteet, maaperäolosuhteet ja maisemarakenne, pohjavesien muodostumisalueet sekä valuma-alueiden rajautuminen riittävän laajalta alueelta. Lisäksi selvitetään asutuksen sijoittuminen maisemarakenteessa.

Korkeimmat vedenjakaja-alueet, jotka usein ovat pohjaveden muodostumisalueita, pyritään säilyttämään rakentamattomina tai sellaisessa käytössä, että pohjaveden imeyttäminen on mahdollista. Vastaavasti alavimmat laaksopainanteet ja vesistöjen varret pyritään suunnittelemaan osana rakentamatta jätettävää viheralueiden verkostoa. Rakentamiselle ovat perustamisolosuhteiden kannalta parhaita yleensä korkeimpien ja alavimpien alueiden välille jäävät rinnealueet, jotka ovat yleensä myös vanhimpia asutukseen otettuja alueita. Selännealueet voivat olla usein käyttökelpoista rakentamisaluetta ja joskus joudutaan rakentamista sijoittamaan rakentamiseen epäedullisille alaville alueille, tulva-alueet pois lukien. Silti tontin maastomuodot otetaan huomioon rakennusten sijoittamistavassa ja rakentamatta jäävien piha- ja viheralueiden käsittelyssä säilyttämällä tontin korkeimpia ja alavia kohtia rakentamatta.

Maisemasuunnitelmassa esitetään hoito- ja kehittämistavoitteet piha- ja puistoalueiden muodostamalle kokonaisuudelle. Maisemasuunnitelmassa määritellään periaatteet rakentamattomien alueiden käsittelylle ja viheralueiden tarkemmalle toteutussuunnittelulle sekä kortteli- että viheralueilla. Taajama-alueita koskeva maisemasuunnitelma on käyttökelpoinen tausta laajempaa aluetta koskevalle hulevesien hallintasuunnitelmille, koska sen

avulla yksittäiset hulevesien hallintatoimet voidaan kytkeä osaksi vesiaiheiden suunnittelua ja viheralueiden muuta käyttöä.

Hulevesien hallintamenetelmät painottuvat eri tavoin maisemarakenteen eri osissa. Vedenjakaja-alueilla, jotka ovat yleensä moreenia, soraa tai hiekkaa, pyritään hulevesien imeyttämiseen pohjavedeksi. Kallioalueilla voi tapahtua imeytymistä halkeamiin ja lisäksi hulevesiä voidaan suodattaa rakentamisen yhteydessä muodostuvissa rakennekerroksissa. Rinteissä hidastetaan huleveden virtausta suodatinrakenteissa, avopainanteissa ja uomissa. Alavilla savikkoalueilla, missä imeytyminen on vähäistä, voidaan likaisia hulevesiä suodattaa kuivatusputkistoilla varustetuissa läpäisevästä materiaalista tehdyissä painanteissa. Puhtaita ja suodatettuja vesiä voidaan viivyttaa pihojen ja puistoalueiden vesiaiheiksi suunniteltavissa lammissa ja kosteikoissa ennen niiden purkautumista vesistöihin. Asemakaavassa voidaan käsittelyvaihtoehdoista esittää yleisperiaatteita ja suosituksia, mutta toteutustapa voidaan jättää rakennuttajien ratkaistaviksi. Maisemasuunnitelmassa esitetyt periaatteet voidaan havainnollistaa asemakaavan havainnekuvis- sa. Maisemasuunnitelman tulisi olla perustana tonttikohtaiselle pihasuunnitelmalle, jossa rakennuttaja esittää hulevesien käsittelyn yksityiskohdat rakennusluvan yhteydessä.

Viheralueita koskevassa tarkemmassa maisemasuunnitelmassa esitetään erilaisten hulevesien käsittelymenetelmien toteutusperiaatteet ja liittyminen piha- ja viheralueiden käyttöön ja ilmeeseen. Maisemasuunnitelmassa voidaan antaa suosituksia sadepuutarhoina toteutettavien hulevesien imeytysalueiden pintamateriaaleista ja kasvillisuudesta. Korttelipihojen tai puistoalueiden vesiaiheista voidaan esittää muotoiluperaatteita ja rantojen käsittelytapoja. Kun maisemasuunnitelma laaditaan samanaikaisesti hulevesien hallintasuunnitelman kanssa, vesimäärien mitoitus kyetään parhaiten ottamaan huomioon arvioitaessa imeytysalueille ja vesiaiheille sopivia tilavaruuksia. Vähäisillä vesimäärillä tulevat parhaiten kysymykseen imeytys- ja viivytyspainanteet, joissa on vettä vain väliaikaisesti.

Painanteet ovat yleensä kivimateriaalilla päällystettyjä tai kasvillisuuspainanteita. Kuivatettuja loivamuotoisia painanteita voidaan hoitaa myös nurmialueina tai niittyinä, jolloin ne ovat ajoittain myös muussa toiminnallisessa käytössä. Avovesipintaisten lampien laajuut-

ta suunniteltaessa veden tulee riittää kuivina aikoina, joten tulevaan vesimäärään nähden laajoja pintoja on vältettävä haihdunnasta ja lämpiämisestä johtuvan kuivumisen tai mahdollisten leväongelmien takia. Vesimäärää turvaa purovesistöistä ja mahdollisista lähteistä tai rakennusten kuivatusvesistä tuleva perusvirtaama. Suuria virtaamia varten tulee ottaa huomioon vedenpinnan nousu- ja leviämismahdollisuus virtaamien tasaamiseksi. Virtaamia ja vedenpinnan vaihtelua ohjataan sopivan muotoisilla, esimerkiksi kapeilla patorakenteiden aukoilla.

8.3.2 Pohjavesialueet

Pohjavesialueiden suojelemiseksi on asemakaavaa laadittaessa tarpeen arvioida ja määrittellä sellaiset pinnat, joilta hulevedet on syytä johtaa pohjavesialueen ulkopuolelle, jotta ei rikota pohjaveden pilaamiskieltoa. Toisaalta pohjaveden muuttamiskielto edellyttää, että ei vähennetä muodostuvan pohjaveden määrää läpäisemättömin pinnoin ja johtamalla hulevedet muodostumisalueen ulkopuolelle. Yllä mainittuja kieltoja käsitellään tämän oppaan osiossa 6 (Hulevesien hallinnan järjestäminen, vastuut ja velvoitteet). Selvitysten ja suunnittelun perusteella on tehtävissä laskelmia siitä, kuinka paljon pohjaveden kertymä tulee rakentamisen myötä pieneneväksi.

Pohjaveden muodostumista parantaisi huomattavasti pysäköinnin järjestäminen rakennusten sisälle tai pysäköintialueiden kattaminen ja niiden kattovesien imeyttäminen. Vanhojen, jo rakennettujen alueiden kaavamuutoksissa on mahdollista palauttaa pohjavesien kertymää lähemmäksi luonnollista muodostumista esimerkiksi edellyttämällä kattovesien imeyttämistä.

8.4 Maakuntakaava

Maakuntakaavassa esitetään maakunnan kehittämisen kannalta tarpeelliset alueet ja sen laatii ja hyväksyy maakunnan liitto, hyväksyy sen korkein toimielin ja vahvistaa ympäristöministeriö. Maakuntakaavassa maakunnan

kehittämisstrategia voidaan konkretisoida kaavakartan ja kaavamääräysten avulla alueiden käytön kehittämisperiaatteiksi ja aluevarauksiksi. Maakuntakaavaa tarvitaan ratkaistaessa useamman kunnan alueelle vaikuttavia alueidenkäyttökysymyksiä, joiden käsittely pelkästään kuntakaavoituksessa ei ole mahdollista tai tarkoituksenmukaista.

Maakuntakaavan oikeusvaikutukset säädetään maankäyttö- ja rakennuslaissa. Ne koskevat kuntien kaavoitusta, muita viranomaisia ja tietyissä tapauksissa myös suoraan rakentamista ja muuta alueiden käyttöä. Maakuntakaava on ohjeena kuntien laatimille yleis- ja asemakaavoille. Maakuntakaavan alueiden käyttöä koskevat periaatteet ja siinä osoitetut alueidenkäyttöratkaisut ovat kunnan kaavoituksen perustana. Kunnan kaavoituksessa ei voida poiketa maakuntakaavassa osoitetusta kokonaisratkaisusta.

Maakuntakaavaa laadittaessa on kiinnitettävä huomiota mm. alueiden käytön ekologiseen kestävyteen, ympäristön ja talouden kannalta kestäviin liikenteen ja teknisen huollon järjestelyihin sekä vesi- ja maa-ainesvarojen kestävään käyttöön. Luonnonsuojelulain mukaisten ohjelmien ja päätösten tulee olla ohjeena maakuntakaavaa laadittaessa. Hulevesien kannalta huomionarvoisia ovat esimerkiksi toimintojen vaikutukset pohjaveteen ja Natura-alueisiin ja -vesistöihin, vedenhankintavesistöihin ja muihin vesiensuojelun kannalta tärkeisiin kohteisiin taajamaympäristöissä.

Valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa esiin tuotu tulvavaaran välttäminen voi toteutua maakuntakaavoissa hyödyntämällä rannikko- ja vesistötulvien vaara-alueista tehtyjä tulvakartoituksia sekä alimmista rakentamiskorkeuksista annettuja suosituksia. Samoin voidaan hyödyntää kunnissa tehtyjä hulevesitulvakarttoja. Rakentamisen tulvia ja vedenlaatuhaittoja lisäävä vaikutus ulottuu joskus myös muiden kuntien puolelle. Maakuntakaavoissa tai maakunnan osa-alueita koskevissa vaihemaakuntakaavoissa on syytä tehdä valuma-alueisiin perustuvia tarkasteluja, joissa kiinnitetään huomiota ylikunnallisten haittavaikeusten estämiseen.

Maakuntakaavoissa ohjataan logistiikka-alueiden sijoittumista. Sijoituksessa on otettava huomioon hulevesien muodostuminen ja niiden hallinta.

Laatikossa 8-1 on esimerkki maakuntakaavassa esitetyistä tavoitteista ja toisaalta maan-

käytöstä niille aiheutuvista ristiriidoista vuonna 2006 vahvistetusta Uudenmaan maakuntakaavasta.

Uudenmaan maakuntakaavassa on merkitty pohjavesialueet, jotka ovat ominaisuuksiltaan arvokkaita ja jotka voivat olla tai ovat yhdyskuntien vedenhankinnan kannalta tärkeitä. Kaavamääräyksen mukaan "aluetta koskevat toimenpiteet on suunniteltava siten, etteivät ne vähennä pysyvästi pohjaveden määrää tai heikennä sen laatua". Kaavassa annetaan tavoite pohjaveden tilasta, mutta osa toteutuneesta kehityksestä sekä ennen kyseistä kaavaa että sen jälkeen (päästöt, pohjaveden määrän vähentyminen) on ristiriidassa tavoitteen kanssa.

Pohjavesialueille on maakuntakaavassa osoitettu runsaasti taajamatoimintojen alueita; pääosa niistä on jo rakennettu, mutta laajeneminen jatkuu edelleen. Samalla myös pohjaveden muodostumiselle mahdollinen pinta-ala ja pohjaveden määrä on edelleen vähenemässä, koska rakennusjärjestyksissä on edellytetty yleensä katuvesien johtamista hulevesiviemäriin pois pohjavesialueelta.

Laatikko 8-1 Esimerkki pohjavesialueen suojelun ongelmista.

Laatikossa 8-2 on toinen esimerkki Uudenmaan maakuntakaavasta. Tästä esimerkistä käy ilmi hulevesien välillinen vaikutus vesistön veden laatuun.

Pintavesistä esimerkiksi Vantaanjoki on merkitty maakuntakaavassa vedenhankintavesistöksi, joka on ominaisuuksiltaan arvokas ja joka voi olla tai on yhdyskuntien vedenhankinnan kannalta tärkeä. Kaavamääräyksen mukaan "yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa on vesiensuojelunäkökohdat otettava huomioon siten, ettei vesialueen käyttöä vedenhankintaan vaaranneta".

Vantaanjoki on pääkaupunkiseudun vedenhankinnan varajärjestelmä ja sitä koskeva Natura-päätöksen käsittely on kesken. Joki on tärkeä myös kalastuksen ja muun virkistyskäytön kannalta. Jokeen on kuitenkin tapahtunut jatkuvasti hulevesistä välillisesti aiheutuneita jätevesipäästöjä pumppaamojen ja puhdistamojen ylivuotoina.

Laatikko 8-2 Esimerkki hulevesien vesistövaikutuksista.

Maakuntakaavoituksessa voidaan hyödyntää mahdollisia vesihuollon alueellisia yleissuunnitelmia (joita kutsutaan joskus kehittämissuunnitelmiksi). Joissakin maakunnallisissa hankkeissa koskevissa vaihemaakuntakaavoissa on arvioitu erikseen hulevesien vaikutuksia. Keski-Suomen 1. vaihemaakuntakaavassa, joka koskee Jyväskylän seudun jätteenkäsittelykeskusta, on tarkasteltu keskukselta Natura 2000-verkostoon kuuluvalla alueella virtaavien hulevesien vaikutusta ja esitetty käsittelyä tasausalilla.

8.5 Yleiskaava

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan kunnan tulee huolehtia tarpeellisesta yleiskaavan laatimisesta ja sen pitämisestä ajan tasalla. Yleiskaavan hyväksyy kunnanvaltuusto. Kunnat voivat laatia myös yhteisiä yleiskaavoja. Yhteisen yleiskaavan hyväksyy kuntien yhteinen toimielin ja vahvistaa ympäristömi-

nisteriö. Yleiskaava voi koskea myös kunnan osa-alueita, jolloin sitä kutsutaan osayleiskaavaksi.

Yleiskaava on kunnan yleispiirteinen maankäytön suunnitelma, jossa määritellään eri maankäyttömuotojen sijoittuminen kunnassa. Tavoitetta yhdyskuntarakenteen eheyttämisestä ja tiivistämisestä toteutetaan erityisesti yleiskaavoituksen avulla. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet, maakuntakaava sekä maankäyttö- ja rakennuslain 39 §:ssä asetetut yleiskaavan sisältövaatimukset on otettava huomioon yleiskaavoissa. Yleiskaavoituksella ratkaistaan tavoitellun kehityksen periaatteet, ja yleiskaava ohjaa alueen asemakaavojen laatimista.

Yleiskaavan sisältövaatimuksia ovat muun muassa:

- yhdyskuntarakenteen toimivuus, taloudellisuus ja ekologinen kestävyys
- mahdollisuudet vesi- ja jätehuollon tarkoituksenmukaiseen järjestämiseen ympäristön, luonnonvarojen ja talouden kannalta kestäväällä tavalla
- mahdollisuudet turvalliseen, terveelliseen ja eri väestöryhmien kannalta tasapainoiseen elinympäristöön
- ympäristöhaittojen vähentäminen.

Yleiskaavoituksessa on otettava huomioon myös odotettavissa oleva hulevesien määrän lisääntyminen ja tästä mahdollisesti aiheutuvat tulvimis- ja vedenlaatuhaat. Mahdollinen kunnan hulevesiohjelma tai -strategia tukee yleiskaavan laadintaa. Tämän oppaan osiossa 11 (Hydrologia ja hulevesien määrään vaikuttavat tekijät) käsitellään ilmastonmuutosta ja esitetään esimerkkejä sadannasta ja muista hulevesijärjestelmän mitoittamiseen vaikuttavista ilmasto- ja hydrologisista tekijöistä, jotka vaihtelevat paikkakunnittain. Varsinaista teknistä mitoittamista ja suunnittelua tarkastellaan tämän oppaan osiossa 14 (Hulevesien hallintamenetelmät ja niiden mitoitus) sekä 18 (Kiinteistökohtainen hulevesien hallinta).

Yleiskaavoituksen yhteydessä on tarpeen tehdä selvitys tai suunnitelma hulevesistä aiheutuvien vaikutusten arvioimiseksi ja hulevesien hallinnan tarpeiden ja keinojen selvittämiseksi esimerkiksi tulevaa rakentamista varten. Maakuntakaavan laatimisen yhteydessä tehtyjä selvityksiä täydennetään ja tarkennetaan, ja

jos maakuntakaavan tukena ei tällaisia selvityksiä tai suunnitelmia ole lainkaan, joudutaan ne tässä vaiheessa laatimaan valuma-alue-tarkastelun kannalta laajempina kuin muutoin.

Niissä tilanteissa, kun yleiskaavatasolla katsotaan tarpeellisesti selvittää hulevesikysymyksiä tarkemmin, on tärkeää olemissa olevan ja suunnitellun, uuden rakentamisen yhteensovittaminen siten, että vältetään hulevesistä aiheutuvilta laadullisilta ja määrällisiltä ongelmilta. Tätä varten tulee selvittää hulevesijärjestelmien tulvimisen sekä pohja- ja pintavesien sekä arvokkaiden luontokohteiden suojelun kannalta tärkeät kohteet ja määritellä niille tarvittaessa muuta suunnittelualueita tiukemmat hulevesien hallinnan tavoitteet. Kunnissa, joissa maankäytön kehitys on voimakasta, on suositeltavaa laatia koko kunnan alueelle erillinen hulevesisuunnitelma riskikohteiden kartoittamiseksi. Se voidaan toteuttaa luontevasti myös vesihuollon kehittämissuunnitelman yhteydessä.

Olemassa olevan hulevesiviemärijärjestelmän kapasiteetti ja tarvittavat tulvareitit on otettava huomioon, jotta vältetään hulevesitulvien lisääntymiseltä maankäyttöä tiivistettäessä. Tarvittaessa olisi hyvä kartoittaa hulevesitulvien vaara-alueita. Tiedot purovesistöjen, lampien ja järvien valuma-alueista, joihin tuleva rakentaminen vaikuttaa, ovat lähtökohtana arvioinnille.

Tulvien hallintaan kunnassa velvoittaa laki tulvariskien hallinnasta (620/2010). Tämän lain mukaan kunnan tehtävänä on mm. laatia nimetyille merkittävälle hulevesitulvariskialueille kartat, jotka kuvaavat erisuuruksilla todennäköisyyksillä esiintyvien tulvien leviämisiä (tulvavaarakartta), sekä kartat, joista ilmenevät tällaisista tulvista mahdollisesti aiheutuvat vahingolliset seuraukset (tulvariskikartta). Tällaiset kartat ovat luonnollisesti keskeistä aineistoa yleiskaavoja laadittaessa.

Selvitysten ja yleiskaavan maankäytön perusteella arvioidaan hulevesien lisääntyminen ja esitetään periaatteet hulevesien vähentämiselle ja käsittelylle tarkemmassa maankäytön ohjauksessa. Useimmiten hulevesien hallintaan varatut alueet yleiskaavatasolla ovat ohjeellisia ja alueen pääkäyttötarkoitus on jokin muu kuin hulevesien hallinta, esimerkiksi viheralue. Mikäli riittävä tila hulevesien hallinnalle halutaan varmistaa, voidaan käyttää suojaviheralue tai vastaavaa merkintää, muut toiminnot eivät kilpaile ko. alueiden tilankäytöstä.

Yleiskaavassa tai kunnan osaan laadittavassa osayleiskaavassa voidaan tarvittaessa antaa yleispiirteisiä määräyksiä hulevesien hallintaan käytettävien toimenpiteiden mitoituksista, esimerkiksi viivytystilavuudesta tiettyä määrää vettä läpäisemätöntä pintaneliömetriä kohden. Lisäksi yleiskaavaan tai osayleiskaavaan voidaan yleispiirteisesti osoittaa tilavaraukset ja paikat alueellisten hulevesien käsittelyä varten rakennettavien kosteikkojen, altaiden, lammioiden tai muiden vastaavien alueiden toteuttamista varten, vaikka rakenteiden suunnittelu, mitoitus ja tarkka sijoittuminen on yleensä tarkoituksenmukaista jättää myöhempiin suunnitteluvaiheisiin.

Laatikossa 8-3 on kuvattu esimerkkinä hulevesien vaikutusten huomioon ottamisesta Helsingin yleiskaava vuodelta 2002, jossa keskeisenä tavoitteena oli kaupunkirakenteen tiivistäminen.

Yleiskaavan vaikutuksia selvitetessä laskettiin uusien rakentamisalueiden vaikutus purojen virtaamien lisääntymiseen valuma-alueittain, mikäli rakentaminen tehtäisiin perinteiseen tapaan. Selvityksessä esitettiin virtaamia tasaavien vesialueiden muodostamista purojen yhteyteen kompensoimaan läpäisemättömien pintojen kasvua. Yleiskaavaselostuksessa suositellaan huomion kiinnittämistä vesisuhteiden säilyttämiseen. Yleiskaava edellyttää, että purojen valuma-alueilla maankäytön suunnitelmassa arvioidaan maankäytön muutosten vaikutukset vesiympäristöön, vältetään haitallisten muutosten syntyminen ja pyritään poistamaan aikaisemmin aiheutettuja haitallisia muutoksia.

Laatikko 8-3 Esimerkki hulevesistä Helsingin yleiskaavassa.

Osayleiskaavassa esitetään yleensä yleiskaavaa tarkemmin kunnan osa-alueen maankäytön periaatteet ja selvitetään vaihtoehtoisten rakentamistehokkuuksien ja viheralueiksi jätettävien alueiden suhteita. Mitä yksityiskohteisempi kaava, sitä paremmin voidaan tarkastella hulevesien käsittelytapoja rakennettavilla

tonttialueilla, liikennealueilla ja kunnan rakennettaviksi tulevilla yleisillä alueilla.

Tampereen ja Lempäälän kuntien yhteisen Vuoreksen osayleiskaavoituksen yhteydessä haluttiin estää lähinnä Tampereen puolelle suunnitellun rakentamisen haittavaikutukset herkkien järvien veden laatuun ja Lempäälän puolelle virtaavien purojen vesimääriin. Osayleiskaavan pohjaksi tehtiin selvitys Vuoreksen hulevesien laadullisesta ja määrällisestä hallinnasta. Tätä kuvataan tämän oppaan osiossa 9 (Hulevesien hallinnan suunnittelu). Osayleiskaavan liitteenä on hulevesien käsittelystä ohjeet, joita on tarkennettu alueen asemakaavoituksen yhteydessä. Osayleiskaavaselostuksen mukaan ympäristöhaittojen lieventämiseksi ja estämiseksi hulevesien laadullisessa ja määrällisessä hallinnassa käytetään ekologisia menetelmiä (pintavalutus, imeytys, lammikot ja laskeutusaltaat). Alueen asemakaavoitusvaiheen suunnittelussa tulee varata hulevesien imeyttämiseen ja käsittelyyn soveltuvia alueita.

Vantaalla hulevesiohjelma on vahvasti sidottu maankäytön suunnitteluun ja se on myös osa kaupungin maankäytön ja ympäristön toimialan ympäristöohjelman 2008 – 2013 toteuttamista. Ohjelman toteutuminen vaatii paitsi pitkäjänteistä työtä myös ehdottomasti kaikkien eri osapuolten yhteistä sitoutumista; kaupungin asiantuntijat, luottamusmiehet, yhteistyökumppanit sekä asukkaat ovat näistä tärkeimpiä. Suuremmissa kaupungeissa voikin olla tarpeellista osoittaa organisaatiosta jopa erikseen henkilö, joka koordinoi hulevesiasioiden hoitamista suunnittelun eri tasoilla.

Helsingin hulevesistrategia, jossa linjattiin tarkemmin hulevesien hallinnan periaatteita, vahvistettiin vuonna 2008. Hulevesistrategioita ja -ohjelmia on laadittu tai on tekeillä useissa muissakin kaupungeissa, ainakin Espoossa, Hämeenlinnassa, Jyväskylässä, Kuopiossa, Lahdessa, Lappeenrannassa, Oulussa, Turussa ja Vantaalla.

Vantaan hulevesiohjelma liittyy kiinteästi kaikkien kestävän ympäristön suunnitteluun ja toteutukseen. Vantaan hulevesiohjelman hyödyntämistä maankäytön suunnittelussa on kuvattu laatikossa 8-4.

Koko Vantaan kaupungin hulevesiohjelma hyväksyttiin kaupunginhallituksessa keväällä 2009. Työn käynnistyessä Vantaan yleiskaavan tarkistus oli valtuuston hyväksymistä vaille valmis. Koko kaupungin alueella on nyt voimassa yleis- ja osayleiskaavat, mikä helpottaa kokonaisvaltaisen ohjelman käyttöönottoa, vaikka ohjelman edellyttämät tilavaraukset ja maankäytölliset ratkaisut eivät vielä sisälly yleiskaavallisiin suunnitelmiin.

Hulevesiohjelman jatkotöistä ehkä merkittävimpiä toimenpiteitä on maankäytön suunnittelun eri vaiheiden kytkeminen hulevesien hallintaan sekä yleis- että asemakaavoituksessa. Yhteisen ohjeen laatiminen hulevesien hallinnan toimintamallista suunnittelua ja rakentamista varten Vantaalla on merkittävä työväline erityisesti paljon hulevesiä tuottaville kohteille (logistiikka-alueet, kaupan suuryksiköt, varikot, ym.). Tavoite on myös listata voimassa olevien kaavojen perusteella hulevesien hallinnan riskialueet.

Hulevesiohjelma tulee muuttamaan nykyisiä maankäytön suunnittelukäytäntöjä erityisesti logistiikka-alueilla, joita Vantaalla on runsaasti ja joita hakeutuu kaupunkiin edelleen. Laajat yhtenäiset asfalttipintaiset korttelit, joihin sisältyy myös pohjavesien suojelun kannalta haitallisten aineiden käsittelyä, ovat erityisen haasteellisia hulevesien imeyttämisen näkökulmasta.

Laatikko 8-4 Esimerkki hulevesiohjelman hyödyntämisestä maankäytön suunnittelussa.

8.6 Asemakaava

Asemakaavalla ohjataan alueiden käytön yksityiskohtaista järjestämistä. Asemakaavoissa esitetään toimenpiteitä haitallisten ympäristövaikutusten – myös hulevesihaittojen – estämiseksi. Vaikka yksittäinen asemakaava vaikuttaa yleensä vain pieneltä osalta valuma-alueen virtaamiin ja veden laatuun, kaavoitusperiaatteiden vaikutus kertautuu kunnan asemakaavoituksen edetessä vuosikymmenien kuluessa.

Asemakaavassa määritellään aluerajaukset yleiskaavassa esitetyille toiminnoille ja maankäyttömuodoille. Asemakaavassa esitetään rakentamisen tehokkuus, kerroskorkeudet ja rakennusten sijoittamiseen varattavat alueet sekä määräksi muiden tonttialueiden käsittelystä. Koska asemakaavassa määritellään rakennettavien ja rakentamatta jäävien tonttien osien ala ja sijoittuminen, sillä vaikutetaan keskeisesti myös vesiolosuhteiden muuttamiseen kaavoitettavalla alueella. Maaston korkeussuhteiden ja valumasuuntien huomioon ottaminen on tärkeää valumavesien johtamisessa.

Asemakaavamääräyksillä voidaan asettaa vaatimuksia hulevesien hallinnasta – esimerkiksi viivyttämisestä, imeyttämisestä tai käsittelystä niiden puhdistamiseksi – tontti-, liikenne- ja viheralueilla. Hulevesien hallinnasta voidaan esittää korttelia ja yleisiä alueita koskevia yleismääräyksiä ja kaavakartassa voidaan osoittaa ohjeellisia paikkoja esimerkiksi hulevesien käsittely- tai viivytyalueille. Rakentamistapaohjeissa usein tarkennetaan toteutusohjeita. Toteutusta voidaan kuvata myös kaava-alueita koskevassa maisemasuunnitelmassa, lähiympäristö- ja pihasuunnitelmissa ja hulevesien hallintasuunnitelmassa. Laatikossa 8-5 on esimerkki hulevesiohjelman tavoitteiden huomioon ottamisesta asemakaavoituksessa Vantaalla.

Vantaalla asemakaavojen yhteydessä laaditaan erillinen hulevesien hallintasuunnitelma, jossa selvitetään mm. huleveden määrä, valumareitit ja tulvareitit (vastuutahot kaupunkisuunnittelu, kuntatekniikka, ympäristökeskus). Asemakaavoissa annetaan kaavamääräyksiä hulevesien luonnontukaisesta ja avoimesta käsittelystä. Tonttien, katujen ja viheralueiden mitoituksissa otetaan huomioon hulevesien käsittelyn vaatimat tilavaraukset (vastuutahot kaupunkisuunnittelu, kuntatekniikka, ympäristökeskus). Hulevesien hallinta otetaan huomioon myös tonttien myynti- ja vuokraehdoissa sekä maankäyttösopimuksissa (yrityspalvelut).

Laatikko 8-5 Esimerkki Vantaan hulevesiohjelman tavoitteesta ottaa hulevedet huomioon asemakaavoituksessa.

Hulevesirakenteille tarvittavat tilavaraukset määritellään asemakaavoituksen yhteydessä tehtävän erillisen suunnitelman perusteella. Kaavassa on varattava riittävä tila menetelmien – esimerkiksi imeytyksen ja maaperäsuodatuksen – tarvitsemalle tilapäiselle lammikointumiselle. Teollisuus- ja liikealueiden hulevedet tulisi pääsääntöisesti käsitellä tonttialueilla ja yleisten katu- ja pysäköintialueiden vedet vastaavasti viherkaistoilla, jotta hulevesien hallinta olisi selkeästi aiheuttajan vastuulla. Hulevesien hallintarakenteita voidaan teollisuus- ja liikealueilla käyttää alueiden ilmeen parantamiseen samaan tapaan kuin asuinalueilla, vaikka myös maanalainen imeytys ja viivytytys ovat mahdollisia varsinkin jos tilaa on rajoitetusti. Kunta voi tekemällä yleisille alueille imeytystä, viivytytystä ja johtamista koskevan kaavamerkinnän sitoutua hulevesien käsittelyalueiden toteutukseen osana hulevesijärjestelmää ja rakennettavia puistoalueita.

Asuinalueiden läheisyydessä hulevesien hallintaan tarvittavat pysyvät tai tilapäiset vesialueet tulee säilyttää melko matalina ja loivaluiskaisina turvallisuuden takaamiseksi. Turvallisuuden näkökulmasta hulevesien käsittelyalueet eivät kuitenkaan eroa ratkaisevasti luonnonvesistöistä tai tilapäisistä tulva-alueista, joiden muodostumiseen runsailla sateilla on

aina varauduttava.

Pohjavesialueille sijoittuvissa asemakaavoissa voidaan esittää määräyksiä kattovesien imeyttämisestä tontilla. Likaisempien – kuten piha- ja liikennealueiden – hulevesien käsittelyä koskevat vaatimukset tulisi sisällyttää kaavamääräyksiin erityisesti pohjavesialueilla ja herkkien vesistöjen yhteydessä. Lisäksi asiaa on syytä käsitellä kaavaselostuksessa.

Katualueet ja yleisten teiden alueet tulee mitoittaa asemakaavoissa siten, että alueen hulevesien epäpuhtauksien suodattamiseen on tilaa. Jos laajempi hulevesien käsittelyalue on tarpeen, voidaan käyttää esimerkiksi suojaviheralueen merkintää. Hulevesien johtamisen ja käsittelemisen yksityiskohtainen suunnitelma kuuluu katusuunnitelman ja tiesuunnitelman laatimiseen. Pohjavesialueilla tulee olla määräykset pohjaveden suojaamisesta.

Teitä alittavien rumpujen mitoitus voi rajoittaa mahdollisuuksia uoman virtaamien lisääntymiseen. Tämä voi edellyttää, että läpäisemättömien pintojen lisääntymisen vaikutus kompensoidaan kaavamääräyksissä vaadittavilla – esimerkiksi viivyttävillä tai imeyttävillä toimenpiteillä.

Helsingin kaupungin tulvastrategiassa on linkitetty kaavoitus ja tulviin – myös muihin kuin hulevesitulviin – varautuminen. Laatikossa 8-6 on kuvattu strategiassa mainitut maankäyttöön liittyvät tutkimukset ja selvitykset, joita edellytetään uusilla kaava-alueilla.

Kunta voi tehdä yksityisten maanomistajien ja rakennuttajien kanssa kaavoitukseen ja kaavojen toteuttamiseen liittyviä maankäyttösopimuksia. Maankäyttösopimuksista säädetään maankäyttö- ja rakennuslaissa. Maankäyttösopimuksissa ei voida sopia sitovasti kaavojen sisällöstä. Sopimus voidaan tehdä osapuolia sitovasti vasta sen jälkeen, kun kaavaluonnos tai – ehdotus on ollut julkisesti nähtävillä. Maankäyttösopimukseen voi sisältyä maanomistajan ja/tai rakennuttajan velvollisuus osallistua kunnallistekniikan kustannuksiin. Myös hulevesien käsittelyn järjestämistä koskevat ratkaisut ja niiden toteuttaminen voidaan sisällyttää sopimukseen.

Kaavoitusprosessiin liittyen kaava-alueilla tehdään useita tutkimuksia ja selvityksiä, jotka palvelevat myös tulvasuojelua. Pohjatutkimusten ja rakennettavuusselvityksen avulla määritellään maaperän laatu, esirakentamistarve sekä rakennusten ja rakenteiden alustavat perustamistavat. Ranta-alueilla selvitetään stabiliteettilaskelmin rakentamiskelpoisuus tulviern sekä sortuma- ja vyörymäherkkyyden varalta. Maaperän pilaantuneisuustutkimusten perusteella tehdään arviot maaperän kunnostusmenetelmistä ottamalla huomioon myös tulvariski.

Asemakaavoituksen yhteydessä esitetään katujen alustava tasaus, hulevesiviemäreiden sekä avo-ojien sijainti ja tulvareitit. Tulvareitit ja tarvittaessa myös avo-ojat merkitään asemakaavakarttaan. Tulvareitien varmistaminen asemakaavassa on erityisen tärkeää, koska niitä pitkin hoidetaan mitoitusadetta suuremmista sateista aiheutuvien vesimäärien poisjohtaminen hallitusti katupintoja, painanteita ja muita tulvareittejä pitkin vesistöihin tai paikkoihin, joissa niistä ei aiheudu vahinkoa liikenteelle eikä kiinteistöille.

Laatikko 8-6 Maankäyttöön liittyvät tutkimukset ja selvitykset.

8.7 Asemakaavojen ja rakennusjärjestysten muuttamistarve

Tarve parantaa hulevesien hallintaa voi olla syy asemakaavamuutoksiin esimerkiksi todetuilla tulvavaara-alueilla ja niihin vaikuttavilla yläpuolisilla alueilla. Hulevesien imeytys- ja käsittelyvaatimuksia voi olla tarpeen tiukentaa myös pohjavesialueilla. Hulevesien hallintaa voidaan edistää esimerkiksi edellyttämällä hulevesien hallintaa ja samalla muita taajamaekologiaa palvelevia toimenpiteitä raken-

nusoikeuden kasvattamiselle kuten esimerkiksi Malmössä ja Seattlessa.

Kaavoituksessa ja kuntien rakennusjärjestyksessä esitettävät periaatteet tulisi uudistaa sellaisiksi, että esimerkiksi liikennealueiden hulevesien käsittely olisi ensisijainen tarkasteltava vaihtoehto hulevesiviemäriin johtamisen sijaan.

Vanhoilla asemakaava-alueilla voi olla moninaisia tarpeita kaavamuutoksiin, esimerkiksi tiivistäminen, kosteushaitat tai kasvanut tai kasvava tulvariski. Laatikossa 8-7 on esimerkki järjestelmällisestä vanhojen kaavojen ajantasaistamistarpeen arvioinnista tulvariskin näkökulmasta Helsingin kaupungin tulvastrategiasa määrittelyillä rakennetuilla alueilla.

Tulvavaara-alueilla on runsaasti vanhoja asemakaavoja, joissa ei ole kaavamääräyksiä tai -merkintöjä tulvariskin varalta, kuten maanpinnan ja rakennusten lattioiden korkeustasoja. Maankäytön suunnittelun kannalta on tärkeää, että tulvavaara-alueiden asemakaavat inventoidaan ja säännöllisin välein arvioidaan kaavojen ajanmukaisuus tulvariskin kannalta. Tämän perusteella voidaan päättää onko kaava vanhentunut ja onko tarvetta ryhtyä toimenpiteisiin kaavan uudistamiseksi. Tavoitteena on suojata ainakin uudet rakennukset tulvilta vastaavin kriteerein kuin uusissa asemakaavoissa sekä pyrkiä maankäytön keinoin vähentämään tulvien aiheuttamia vahinkoja olemassa oleville rakenteille.

Laatikko 8-7 Tulvasuojelu

Rakennusjärjestyksiä voitaisiin uudistaa sellaisiksi, että ne tukevat hulevesijärjestelmien saneerausta ilman tarvetta kaavamuutoksiin. Rakennusjärjestyksiä tarkastellaan lähemmin tämän oppaan osiossa 10 (Rakennusvalvonta).

8.8 Esimerkkejä kaavamääräyksistä, -merkinnöistä ja rakentamistapaohjeista kaavoissa

8.8.1 Hulevesimerkinnät kaavoissa

Hulevesiä koskevista kaavamerkinnöistä ei ole ollut Suomessa yhtenäistä ohjeistoa, vaan kunnat ovat määritelleet itsenäisesti merkintöjään. Seuraavassa esitellään käytössä olleita merkintätapoja. Jatkossa tulee harkittavaksi, tarvitaanko merkintätavan yhtenäistämistä uusissa kaavoissa.

Varhaisimmissa kaavoissa hulevesien käsittelyyn tarkoitetuille kosteikoille on käytetty viheralueelle ohjeellisesti rajattua merkintää wk. Joissakin uusissakin kaavoissa tai kaavaluonnoksissa on käytetty vesialuemerkinnästä W johdettua hulevesimerkintää. Uudessa Marja-Vantaan asemakaavaluonnoksessa on käytetty ohjeellisesta hulevesialueesta merkintää wh ja ohjeellisesta hulevesireitistä merkintää wr. Hulevesien johtamista varten on käytetty perinteistä oja -merkintää tarkoittamaan sekä avo-ojaa että hulevesiä johtavaa painannetta. Hulevesien käsittelyalueita varten on useissa kunnissa alkanut vakiintua käyttöön hule -merkintä, jolle on annettu numeron mukainen lisäselitys kaavamääräyksissä sekä mahdollinen ohjeellinen aluevaraus. Hulevesien käsittelyalueelle on käytetty myös erityisaluemerkintää E ja asutukseen liittyville sadepuutarhoille merkintää sp.

Hule -merkintä on ollut käytössä kaiken tyyppisten maankäyttömuotojen yhteydessä: asuinkortteli-, pysäköinti-, teollisuus-, ja yleisten rakennusten, viher- ja suojaviheralueilla sekä toimisto- ja liikekorteileissa. Korttelialueilla on käytetty tonttia koskevaa yleismääräystä, joka edellyttää hulevedet imeytettäväksi tai määräystä, että rakennuslupa-asiakirjoihin tulee sisältyä hulevesien hallintasuunnitelma. Uusia kaavoja laadittaessa kuntien kaavamääräyksiä on monipuolistettu kaavoituksen edetessä sen mukaan, onko kaavoitettavilla alueilla pohjavesialuetta tai tuleeko alueelle teollisuutta, liikealueita tai esimerkiksi likaisia

hulevesiä tuottava jätealue tai muu erityisalue.

Kaavamääräyksissä on täsmennetty hulevesien käsittelyrakenteille vaadittavia mitoituksia esittämällä varastotilavuus tai käsittelylle varattavan alueen prosentuaalinen pinta-ala päällystettyä alaa kohti. Mitoitusvaatimuksena on edellytetty esimerkiksi, että hulevesien käsittelyyn tehtävien painanteiden, altaiden tai säiliöiden mitoitustilavuuden tulee olla 1 m³ jokaista sataa päällystettyä neliometriä kohti ja että rakenteiden vesitilavuuden tulee tyhjentyä 12 tunnin aikana. Hulevesien viivyttämiseen on vaadittu varattavaksi vettä läpäiseviä pintoja vähintään 5, 10 tai 15 % tontin pinta-alasta. Käsittelyalueen mitoitusperusteena on joissakin tapauksissa vaadittu mitoitus vähintään 10 mm 10 minuutin sateelle. Useampaa korttelia koskevan keskitetyn imeytysalueen mitoituksena on edellytetty tarkka imeytysaltaan tai -kentän vähimmäistilavuus. Likaisille hulevesille on esitetty vaatimus öljyn, hiekan ja roskien erottamisesta ja että hulevedet saa laskea purkuoihin vain näytteenoton kautta.

Käsittelyalueiden mitoitus koskevilla kaavamääräyksillä varmistetaan vesiensuojelu ja vaadittavien toimenpiteiden riittävyys eri sadantatilanteissa erityyppisillä alueilla, esimerkiksi kun pohjavesialueen tai herkän vesistön suojelu on tärkeää. Vaihtoehtona täsmällisille kaavamääräyksille on yleismerkintä tai ohjeellinen aluevaraus ja kaavamääräyksissä esitetty vaatimus menetelmien mitoituksen ja rakenteiden tarkentamisesta rakennuslupavaiheessa hulevesien hallintasuunnitelman perusteella. Asemakaavan tulee joka tapauksessa sisältää vaatimukset hulevesien käsittelystä sellaisessa muodossa, että asianmukaisesta toteutuksesta voidaan varmistua.

Kaavamääräysten ei kuitenkaan pidä olla sillä tavalla sitovia, että mitoitusvaatimukset, esimerkiksi vaatimus 12 tunnin aikana tyhjentymisestä, pakottaisi vain tietyn tyyppisen menetelmän käyttöön. Tyhjentymisvaatimusta voidaan täsmentää siten, että se koskee säännöstelytilavuuteen laskettavaa vesitilavuutta, jolloin osa tilavuudesta voi jäädä pysyväksi vesipinnaksi esimerkiksi pihalammikossa. Jos kunta sitoutuu hulevesien käsittelyrakenteiden toteutukseen osana hulevesijärjestelmien, viheralueiden ja katujen rakentamista, on sovitava toteutusperiaatteista kaavoituksen yhteydessä kunnan eri organisaatioiden kesken.

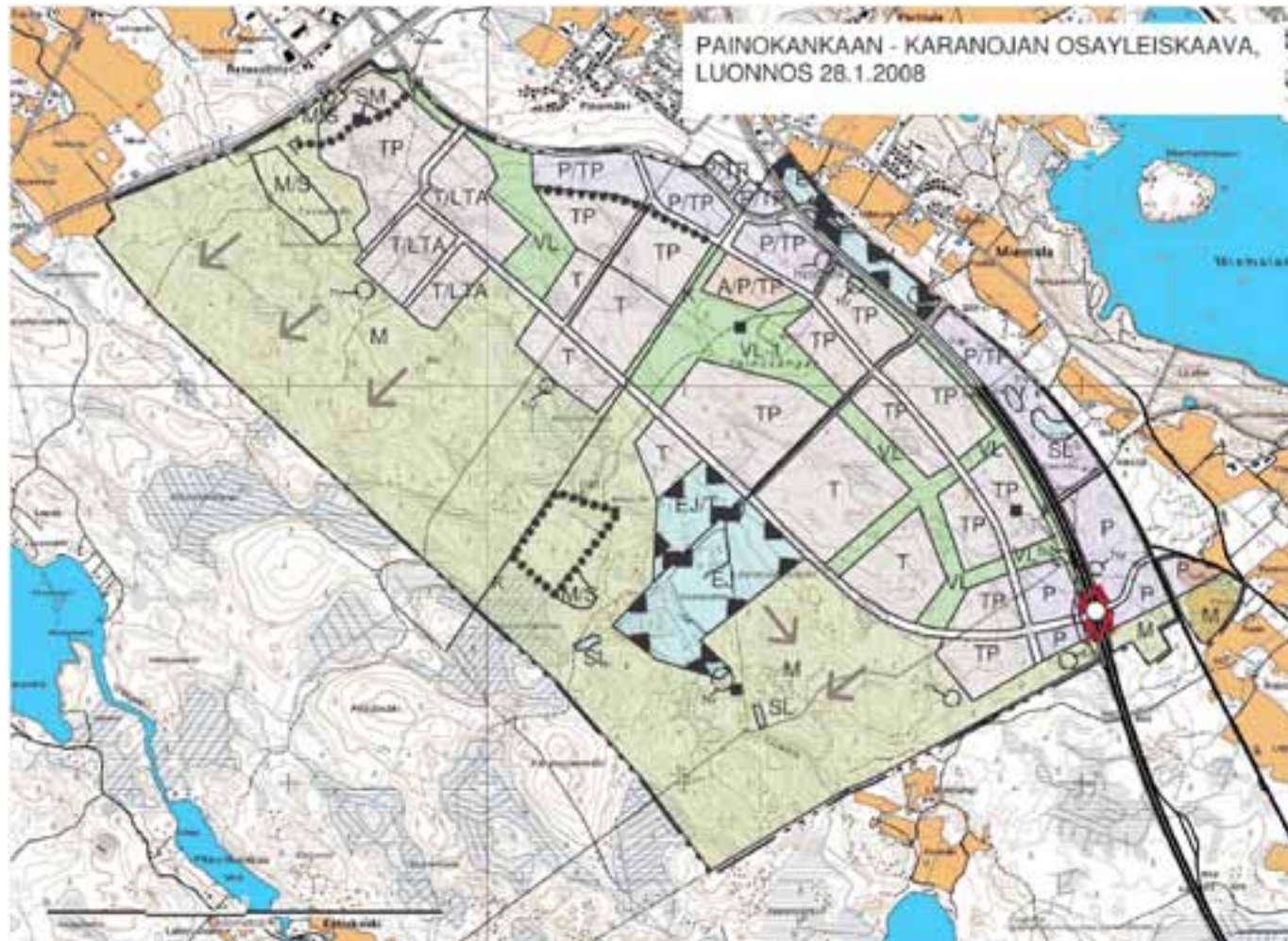
8.8.2 Karanojan-Painokankaan osayleiskaava, Hämeenlinna

Karanojan-Painokankaan yleiskaavasuunnittelun yhteydessä on tehty valuma-aluearvioita ja suunniteltu imeyttämispaiikkoja. Imeytyspaikat on osayleiskaavassa merkitty merkinnällä hv. Osayleiskaavan laatiminen on kulkenut asemakaavoituksen jäljessä ja Moreenin laajalla logistiikka-alueella muodotuvia vesiä on johdettu lähimetsiin ja -ojiin. Osayleiskaavaluonnoksessa imeytyspaikaksi suunniteltu alue on asemakaavassa osoitettu osin rakennettavaksi ja vain osaa kosteikosta voidaan käyttää hulevesien viivyttämiseen. Kuvasta 8-1 ilmenee kaavassa esitetty hulevesien hallinta (seuraavalla sivulla).

Jos hulevesiä aiotaan jatkossa hallita avoimen maastoon johtamisen periaatteella, tulevissa asemakaavoissa tulee varata riittävät alueet imeytykseen ja viivytykseen joko tonteilla tai yleiseksi alueeksi jäävällä alueella.

8.8.3 Gerbyn asemakaava, Vaasa

Suomessa varhaisimpia asemakaavoja, joissa hulevesien imeyttäminen ja käsittely oli jo alusta alkaen mukana, oli vuonna 1983 valmistunut Gerbyn asemakaava Vaasassa. Kaava perustui osayleiskaavoituksen yhteydessä laadittuun maisemanhoitosuunnitelmaan ja siihen liittyneeseen maisemalliseen maankäyttösuunnitelmaan. Suunnittelussa rakentaminen pyrittiin sijoittamaan maaston kannalta parhaille paikoille niin että kaupunkirakenne sopeutuisi luontorakenteeseen. Suunnittelussa tavoitteena oli luontaisten hydrologisten olosuhteiden säilyttäminen siten, että tonteista vähintään 50 % säilyy maaperältään läpäisevänä. Hulevedet esitettiin imeytettäväksi tonteilla ja yli valuva vesi johdettavaksi asuinalueen keskelle maastopainanteisiin toteutettuihin lampi- ja kosteikkoketjuihin. Pääosa hulevesistä virtaa alueelta avouomia pitkin mereen. Alueelle lisäksi tehty hulevesiviemäri toteutettiin kevenetyn kunnallistekniikan periaatteella siten, että putkimitoitus voitiin pienentää tavanomaisesta hulevesiä imeyttämällä ja viivyttämällä. Puistoalueille toteutettu hulevesien viivytyjärjestelmä on esitetty puistoalueille sijoittavana kaavamerkintänä ja hulevesien imeyttämi-



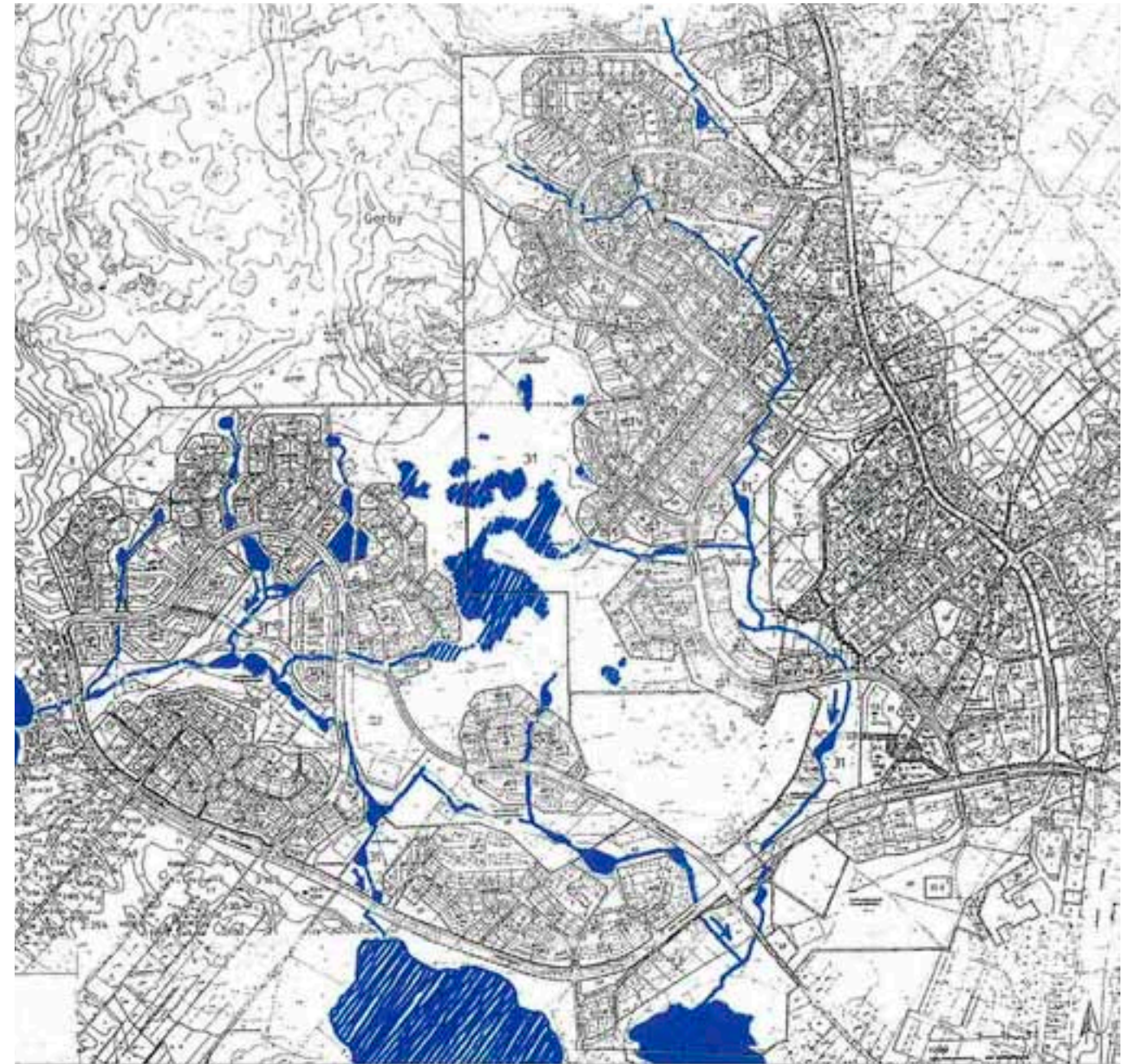
Kuva 8-1 Painokankaan purot, ojat ja hulevesien laskeutus- ja viivytysalueet.

nen ja johtaminen on esitetty asukkaita varten tehdyssä ohjevihkossa. Siinä annetaan suosituksia tontin kasvillisuuden kehittämisestä ja sadeveden imeyttämistä sorasaartojen ja kivikaivojen ja niistä vettä eteenpäin johtavien salaojaputkien avulla.

Alueesta muodostui hyvä esimerkki hulevesien käsittelyyn tarkoitettun lampi- ja painannejärjestelmän toimimisesta asemakaavan keskeisenä suunnitteluideana. Kuvassa 8-2 on esitetty alueen pintavesien pidätysjärjestelmä.

8.8.4 Viikin ekorakentamisalue, Helsinki

Viikin Latokartanon alueelle Helsingissä toteutettiin 1990-luvun lopulla ekorakentamisalue, jonka yhteydessä kokeiltiin myös huleveden imeyttämistä ja hyötykäyttöä viljelypalstoilla. Aiemmin suoristettu Viikinoja siirrettiin ja toteutettiin luonnonmukaisena puroumana, johon liittyy tulva-alue. Ekorakentamisalueeseen kuuluivat keskeisesti ns. vihersormet eli viljelypalsta-alueet ja kortteleiden rajana olevat painanteet, jotka toimivat myös hulevesien pintavaluntareitteinä. Kortteleiden hulevedet johdetaan katoilta imeytykseen, umpinaiisiin kasteluvesikaivoihin ja pintakourujen kautta painanteeseen ja edelleen Viikinojaan. Varsinainen imeytys pohjaveteen ei pohjan savisuuden takia ole mahdollista, mutta suotautumista tapahtuu pinnan rakennekerroksiin. Alueelle on



Kuva 8-2 Gerbyn pintavesien pidätysjärjestelmä (Jorma Panu).

toteutettu hulevesiviemäri lähinnä maaperän kuivatusvesille. Yhdessä korttelissa hulevesiä johdetaan kouruja pitkin sateisena aikana avovesipintana, muulloin kivikkona näkyvään pihalampeen. Alue on toiminut esimerkkipohjana hulevesien käsittelymenetelmistä pääkaupunkiseudulla.

Periaatteita on sovellettu alueeseen pohjoisessa rajautuvalla Latokartano 3-alueella. Alue-

een kaavakartassa ei ole varsinaisia hulevesiä koskevia kaavamääräyksiä tai aluevarauksia mutta kaavaan liittyvissä rakentamistapaohjeissa on puistoalueeseen rajautuvia kortteleita koskeva määräys hulevesien johtamisesta viereiselle viheralueelle. Vettä läpäisemättömiä pintoja on vältettävä. Kuivatusvedet suositellaan johdettaviksi hajautetusti pintarakenteina, pitkien virtausreittien avulla. Lisäksi

kuivatusvedet tulisi varastoida vesiaiheisiin ja kasteluun. Kosteudelle arat rakenteet – kuten sokkelien vierustat – suojataan maan pinnan kallistuksilla, kosteussuluilla ja salaojituksella, joka johdetaan hulevesiviemäriin. Kahta korttelia koskee myös vaatimus tulvareiteistä, joille ei saa sijoittaa vesien virtausta estäviä rakenteita.

Kortteleiden toteutuksen yhteydessä ainoastaan julkisten rakennusten eli päiväkodin ja korttelitalon hulevesiä johdetaan muotoiltuja pintauomia pitkin viheralueelle. Tämä osoittaa, että pelkästään rakennustapaohjeet eivät ole riittävän vahva keino hulevesirakenteiden toteutukseen, jos vastaavia vaatimuksia ei ole esitetty kaavamääräyksissä.

8.8.5 Kalkunvuoren asemakaava, Tampere

Kalkunvuoren asemakaava vuosilta 2003–2004 sijoittuu vaihtelevaan maastoon ja uusi rakentaminen on pyritty sijoittamaan maaston piirteitä noudattaen. Osa alueesta sijaitsee pohjaveden muodostumisalueella. Hulevesien käsittelyn yleistavoitteena on hulevesien imeyttäminen ja lisäksi alueen lähellä virtaavan, Natura-alueeksi määritellyn purolaakson suojelu. Kiinteästi kaavoitukseen liittyen on laadittu hulevesien hallintasuunnitelma, jossa on esitetty puistoalueilla sijaitsevat imeytys- ja viivytysalueet ja likaisimpien katuvesien johtaminen pohjavesialueen ulkopuolelle. Asemakaavaan liittyvässä rakennustapaohjeessa on tonttien käsittelystä seuraavia vaatimuksia: ”Rakentamisessa on kunnioitettava luonnontilaisena säilyvää ympäristöä. Tonttien pintavedet on ohjattava alueelta hallitusti laaditun hulevesisuunnitelman ja vesihuolto- ja ympäristöviranomaisen edellyttämällä tavalla, jotta pintavedet saadaan suodatettua niin puhtaiksi, ettei haitallisia aineita pääse Myllypuroon tai eteläpuolella olevan alueen pohjaveteen.”

Kuvassa 8-3 on ote kaavakartasta ja havainnepiirroksista. Hulevesien käsittelystä on kaavamerkintöjä ja -määräyksiä. Viheralueille, suojaviheralueelle ja joillekin tonteille on merkitty aluevaraus:

hule-1 Alueen osa, jolle tulee tehdä allas tai suodatin hulevesien imeyttämistä ja sakeuttamista varten.

Lisäksi hulevesien johtamista varten esiintyy kaavamerkintä, jolla on osoitettu hulevesien johtamista painanteessa pohjavesialueen ulkopuolelle käsiteltäviksi:

oja-1 Avo-ojaa varten varattu alueen osa.

Asemakaavaan liittyvässä hulevesien hallintasuunnitelmassa on esitetty neljä erilaista hulevesien käsittelyaluetyyppiä:

- Viherpainanne** Katujen varsissa olevia avopainanteita, joilla johdetaan hulevesiä eteenpäin.
- Imeytysoja ja -kaivanto** Pääkadun viherkaista, joka toteutetaan katuvesiä käsittelevänä suodatusrakenteena. Viherkaistalle sijoitetaan myös puurivi.
- Biopidätysalue** Katujen yhteyteen tehtävä laajempi imeytys- ja suodatusalue, jonka tarkoituksena on käsitellä likaisia katuvesiä.
- Viivytys-lammikko** Asuinalueiden yhteyteen viheralueelle tehtävä lampi tai kosteikko, joka on eri hallintaketjujen viimeinen vaihe. Lammi-kosta hulevesi voi imeytyä läpäisevään maaperään.

Näistä alueista biopidätysalue ja viivytyslammikko on merkitty asemakaavassa merkinnällä **hule-1** ja viherpainanne merkinnällä **oja-1**. Imeytysoja ja -kaivanto-merkintää vastaa kaavassa pääkadun puurivi, jonka toteutustavasta ei kuitenkaan ole erillistä kaavamääräystä.

Alueen ensimmäisten vaiheiden toteutuksessa on rakennettu viivytyslammikoita ja biopidätysalueita. Katujen rakentamisen yhteydessä viherpainanteita ja pääkadun imeytyskaivantoa ei kuitenkaan ole toteutettu. Toteutustapana on ollut perinteinen korotettujen reunakivien välissä oleva puurivi ja katuvesien johtaminen hulevesiviemäriin, joka tässä tapauksessa on kuitenkin johdettu edelleen biopidätysalueille. Vaikka katuvedet saadaan siten käsitteilyyn ja imeytykseen, kadunrakennuksessa käytettävien viherkaistojen rakennepiirteitä on tarpeen kehittää vastaamaan asemakaavassa vahvistettuja tavoitteita hulevesien hallinnasta.



Kuva 8-3 Kalkunvuoren asemakaava, ote kaavakartasta ja havainnepiirroksista. Hule-merkintöjä vastaavat havainnepiirroksessa pilkuttetut alueet



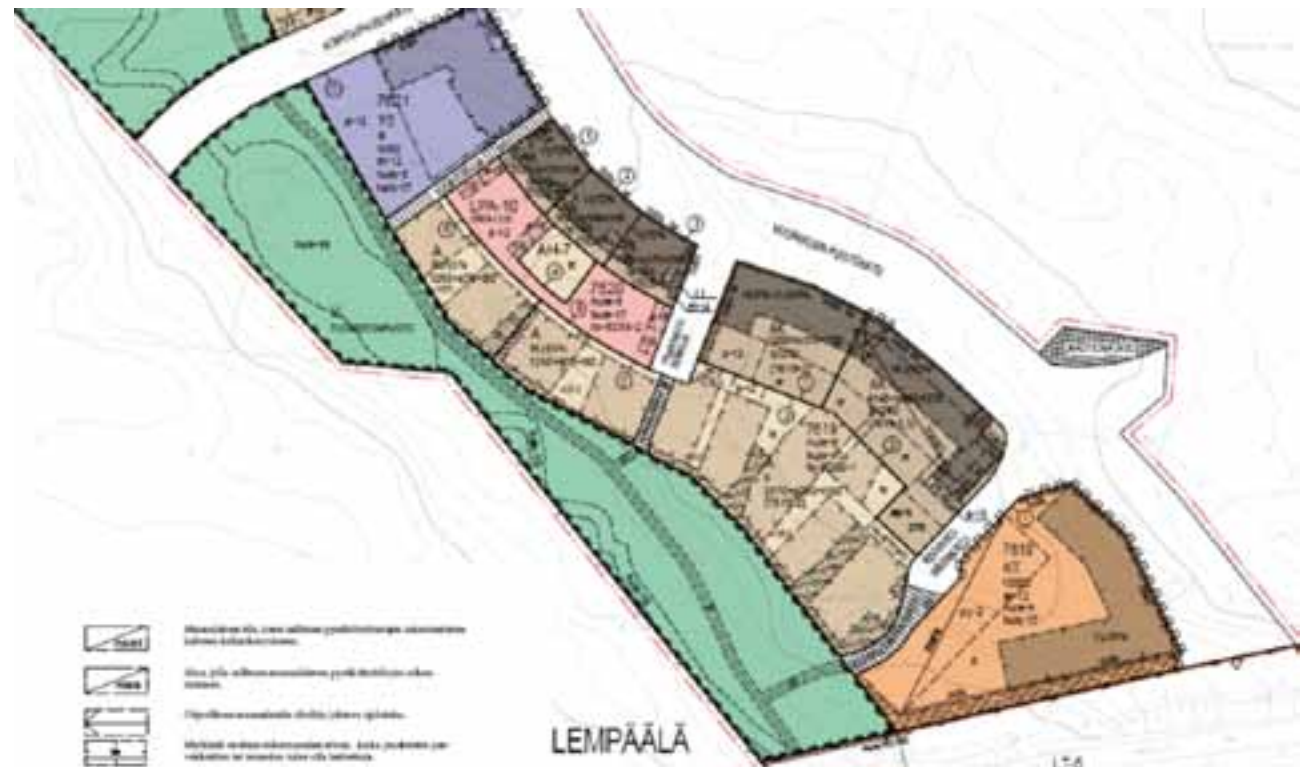
8.8.6 Vuoreskeskuksen länsiosan asemakaava, Tampere

Vuoreksen ensimmäisessä, läntisen alueen asemakaavassa edellytetään osayleiskaavan mukaisesti hulevesien käsittelyä kortteli- ja viheralueilla. Kunta toteuttaa viheralueilla alueellisen hulevesijärjestelmän, joka koostuu kosteikkometsästä, viivytysslammesta ja purosta, johon tehdään tulvatasanteita. Alueelle on laadittu erillinen hulevesien hallintasuunnitelma. Kuvassa 8-4 on havainnollistettu kaavassa käytettyjä hulevesiä koskevat kaavamerkintöjä, joihin on kaavaselostuksessa tehty seuraavat huomautukset:

- hule-9** Vettä läpäisemättömiltä pinnoilta tulevia hulevesiä tulee viivyttää alueella siten, että viivytyspainanteiden, -altaiden tai -säiliöiden mitoitustilavuuden tulee olla yksi kuutiometri jokaista sataa vettä läpäisemätöntä pintaneliometriä kohden. Viivytyspainanteiden, -altaiden tai -säiliöiden tulee tyhjentyä 12 tunnin kuluessa täyttymisestään ja niissä tulee olla suunniteltu ylivuoto. (Merkintä koskee kaikkia rakennettavia korttelialueita.)
- hule-17** Kortteli tulee liittää alueelliseen hulevesijärjestelmään. (Merkintä koskee kaikkia rakennettavia korttelialueita. Merkintä tarkoittaa käytännössä sitä, että alueelliset hulevesijärjestelmät on toteutettava ennen korttelien rakentamista.)
- hule-8** Ohjeellinen alueelliselle hulevesijärjestelmälle varattu alueen osa, jonka kautta johdetaan korttelien hulevesiä ja viivytetään katualueiden hulevesiä alas- ja ojarakentein.



Kuva 8-4 Vuoreskeskuksen länsiosan asemakaava, ote kaavakartasta ja havainnepiirroksista hule 18-merkintää vastaa puro ja lampi, hule 9-merkinnän toteutus vihreillä tonttien osilla.

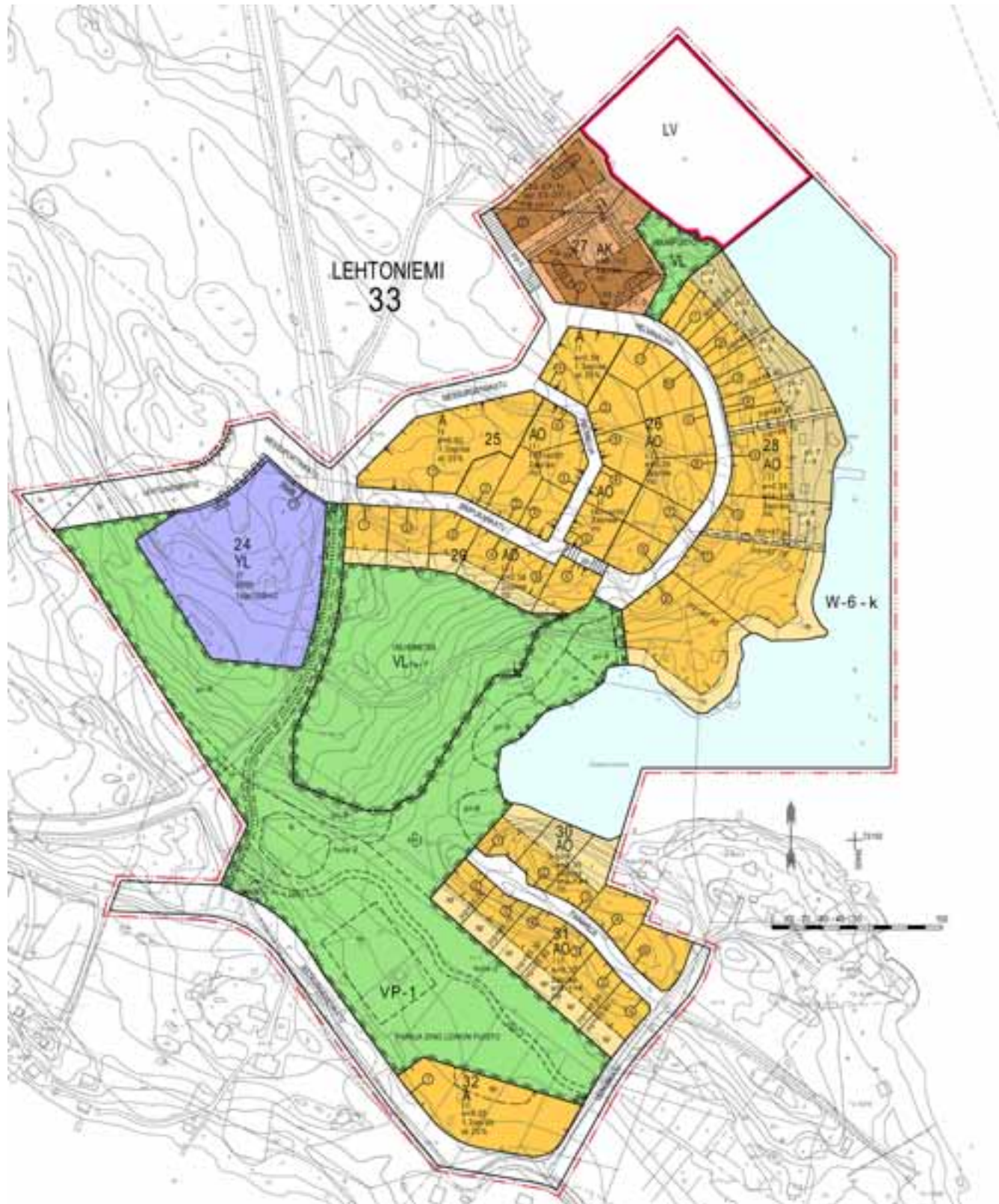


8.8.7 Saaristokaupungin asemakaavat, Kuopio

Kuopion saaristokaupungin rakentamisessa halutaan estää Kallaveden ranta-alueelle nousevan kaupunginosan haitat vesistöön ja hyödyntää hulevettä näkyvänä ilmiönä kaupunkirakenteessa. Alueelle on laadittu hulevesien hallintasuunnitelma. Asuntomessualue – Lehtoniemen Helmi -asemakaava-alueella hulevedet johdetaan viivyttämällä ja imeyttämällä pitkin keskuspuistoa alas Niittylahteen. Tontteilla suositellaan sadevesien imeyttämistä ja mahdollisimman vähän pintoja, jotka estävät sadevesien imeytymisen. Poikkeuksellisia sateita varten varataan rakennetun alueen sisälle tulvareitit, jota pitkin hulevedet voidaan hallitusti johtaa alueen ulkopuolelle. Kuvassa 8-5 esitetyssä kaavassa on käytetty seuraavia merkintöjä:

- VP-1** **Puisto.** Alueelle saa rakentaa yhdyskuntateknisiä laitteita sadevesihuoltoon varten ja alueella suorittaa maisemaa muuttavia toimenpiteitä.
- tr** **Tulvareitti.**
- hule-2** **Alueen osa, jonka kautta johdetaan ja viivytetään kortteli- ja katualueiden hulevesiä.**
- sp** **Sadeputarhaksi varattu alueenosa, jolle voidaan rakentaa sadeveden imeyttämistä ja viivyttämistä palvelevia rakenteita.**

Hule-2-merkintä on toteutettu viheralueen kosteikkoketjuna. Ohjeellisena esitetyistä tonttien sp-merkinnästä oli asuntomessuilla toteutettu pienialaisia esimerkkejä. Kuvassa 8-6 on esimerkki asuntoalueen kosteikkopuistosta.



Kuva 8-5 Esimerkki Saaristokaupungin asemakaavasta ja rakentamistapaohjeesta.



Kuva 8-6 Saaristokaupungin Eino Leinon puistossa (asuntomessualueella) oleva kosteikkopuisto.

8.8.8 Matkuksen yritysalue, Kuopio

Matkusjärven läheisyydessä sijaitseva alue kaavoitetaan liike- ja teollisuusrakennusten alueeksi. Koko Matkuksen hulevesien viivytys tapahtuu tonttikohtaisesti kiinteistöjen omis- sa viivytysjärjestelmissä, joista hulevedet johdetaan alueella sijaitseviin kosteikoihin. Lisäksi alueella käytetään mahdollisesti läpäiseviä pintarakenteita. Pysäköinti- ja piha-alueita elävöittävät kasvipeitteiset pinnat toimivat samalla imeytysalueina. Alueen kortteleihin on liitetty määräys, joka vaatii hulevesien käsittelysuunnitelman laatimisen. Kuvassa 8-7 on alueen asemakaava ja havainnekuva. Hulevesimerkintä koskee liikealueita:

hu	Ohjeellinen hulevesien käsittelyalue.
hule-4	Rakennuslupa-asiakirjoihin tulee sisältyä hulevesien (mukaan lukien kattovedet). käsittelysuunnitelma, jonka sopeutumisesta alueelle tulee pyytää tarvittavat viranomaislausunnot.
hule-6	Alueen hulevedet on pääosin imeytettävä. Rakennuslupa-asiakirjoihin tulee sisältyä hulevesien (mukaan lukien kattovedet) käsittelysuunnitelma, josta tulee pyytää tarvittavat viranomaislausunnot.



Kuva 8-7 A Matkuksen yritysalueen asemakaava (ja havainnekuva seuraavalla sivulla), jossa sinivihreät alueet voidaan toteuttaa imeyttävinä; lisäksi varsinaisen kaava-alueen ulkopuolelle kuvan yläreunaan on esitetty kosteikkolampi.

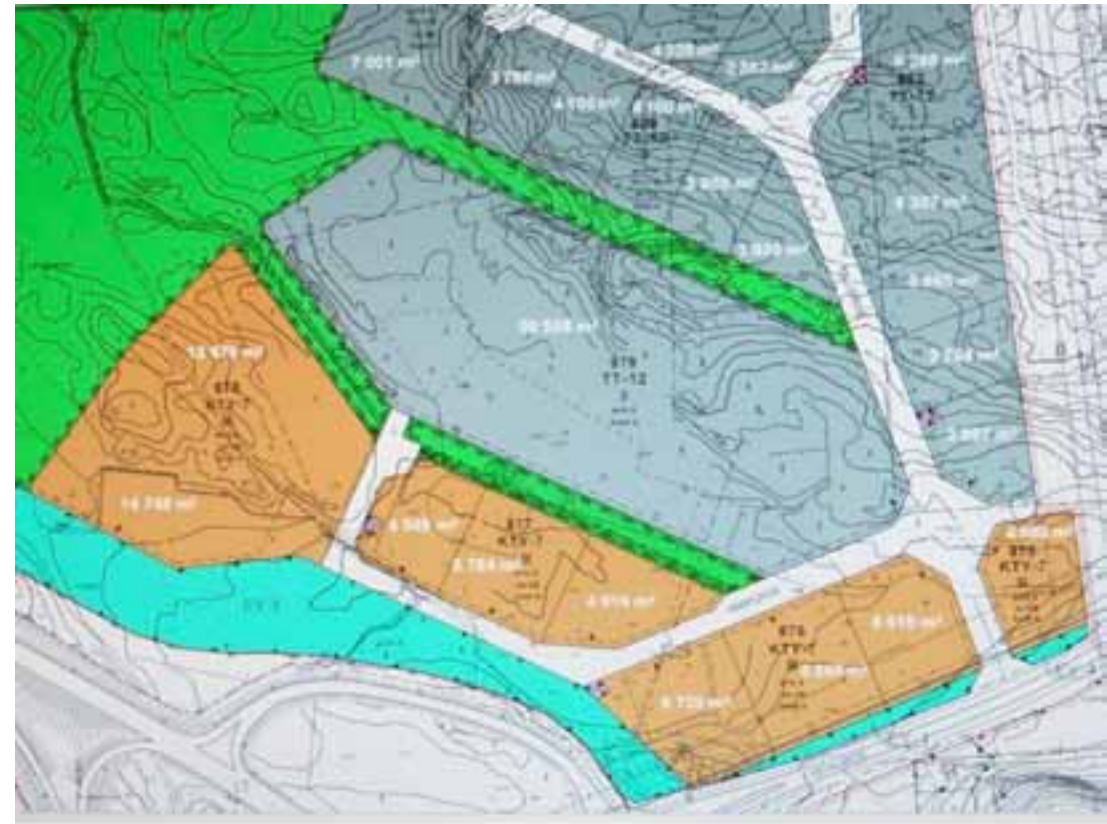


Kuva 8-7 B Matkuksen yritysalueen havainnekuva.

8.8.9 Kallion yritysalue, Kangasala

Kallion alueelle Kangasalla kaavoitetaan tekno- kemian tehdasta varten toimitilarakennusten korttelialue ja teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue, jolla on vaarallisia kemikaaleja valmistava tai varastoiva laitos. Hulevesistä on laadittu erillinen suunnitelma. Tiehallinnon lausunnon mukaan hulevedet eivät saa kasvattaa maanteiden lasku- ja sivuojen eikä rumpujen

vesimääriä, joten alueelta kertyviä hulevesiä on viivytettävä. Alueellinen ympäristökeskus on korostanut toiminnan riskien hoitamista tonttialueella. (Alueellinen tie- ja ympäristöhallinto ovat vuoden 2010 alusta olleet samaa organisaatiota, alueen ELY-keskusta.) Rakennustapaohjeissa todetaan, että kalliopohjan vuoksi alueelta kertyy erittäin paljon hulevesiä, minkä



Kuva 8-8 Kallion yritysalueen asema-kaava, jossa on tontteja ja viheralueita koskevat hule-merkinnät; rakennustapaohjeissa on kuvattu vaalean vihreällä tonttien osat, joilla imeytysvaatimus voidaan toteuttaa ja lisäksi hulevesien johtaminen viheralueella.

vuoksi tontilla tulee säilyttää mahdollisimman paljon vettä imeviä alueita ja istutuksia. Lähiympäristöohjeessa neuvotaan hulevesien käsittelystä. Lämpisemättömiä pinnoitteita tulee välttää, jos se on mahdollista. Alueen kaava ja rakennustapaohje on esitetty kuvassa 8-8. Hulevesiä koskevat seuraavat merkinnät ja kaavamääräykset:

- hule-4** Alueen osa, joka on tarkoitettu hulevesien viivyttämiseen
- hule-5** Hulevesien imeyttämiseksi tontin pinta-alasta vähintään 15 % tulee olla istutettua tai muuten veden kulkua hidastavaa. Tonttiin liittymään tulee rakentaa rumpu, joka on vähintään 430 mm. Hulevesien käsittelyjärjestelmä tulee toteuttaa erillisen suunnitelman mukaisesti. Alueelta länteen johtavan vesilain mukaisen uoman heikentäminen on kielletty.

8.8.10 Poltinahon asemakaava, Hämeenlinna

Hämeenlinnassa vedenhankinnan kannalta tärkeälle Ahveniston pohjavesialueelle sijoituvalla Poltinaholla haluttiin, että hulevesiä voitaisiin imeyttää, jotta pohjaveden pinnan taso ei laskisi ja jotta toisaalta jo täysiä hulevesiputkia ei tarvitsisi suurentaa. Koska hulevesiproblematiikka nousi esiin maankäytön suunnitteluprosessin ollessa jo käynnissä, asemakaavassa päädyttiin osoittamaan kattovesien imeyttämisen rakenteet vain ohjeellisina. Tähän vaikuttivat jo aiemmin tehdyt tontinluovutus sopimukset, joihin asiaa ei ollut kirjattu. Kuivatussuunnitelmassa oli esitetty kolme erilaista vaihtoehtoa kiinteistökohtaisista koottuihin hulevesien imeyttämiskäytöihin. Pilaantuneista maa-alueista ei saa aiheuttaa haittaa pohjavedelle. Kuvassa 8-9 on osa Poltinahon asemakaava-alueita, jolla näkyy hulevesiin ja pohjaveteen sekä maaperän pilaantuneisuuteen liittyvänä merkintänä ew ja pohjavettä koskevia kaavamääräyksiä.



Kuva 8-9 Ote Poltinahon asemakaavasta.

EW KÄYTTÖ- JA OLENNOLLAISEN VAIKUTUS ALUEEN OSA

ETUUTETTAVIA ALUEEN OSA

HULEVESIEN VIIVYTTÄMISEN VAIKUTUS ALUEEN OSA

SÄILYTETTÄVÄ ISTEUTETTAVIA PUUNNA

TÄRKEÄ TAI UUDEN HAKUSTAMAAN SOVELTUVIA POHJAVESIALUE

POHJAVEDEN MUODOSTUMISALUE

Pohjavesialueella suositellaan ympäristösuojaksi pohjaveden pilaantumista (YSL 1 luku 10) ja veden pohjavesiin vuotamista (YL 1 luku 100).

Rakennuksen tai muun tontin ei saa aiheuttaa haittaa pohjaveden pinnan tasoon tai veden pohjavesiin kulkua tai määriä.

MAAPERÄN SAASTUNEISUUS

Rakennuksen tai muun tontin ei saa aiheuttaa haittaa pohjaveden pinnan tasoon tai veden pohjavesiin kulkua tai määriä.

TÄMÄN ASEMAKAAVAKARTTAAN LIITTYVÄ ERIKSEN LAADITTAVAT LÄHIYMPÄRISTÖN SUUNNITTELUOHJEET.

8.8.11 Keimolanmäki, Marja-Vantaa -projekti, Vantaa

Marja-Vantaa -projektin ensimmäinen laaja asemakaavatyö, Keimolanmäen uusi asuin- ja työpaikka-alue, käynnistyi vuoden 2008 alussa ja asemakaava hyväksyttiin kaupunginvaltuustossa tammikuussa 2009. Valitusprosessin kautta asemakaava on tullut voimaan helmikuussa 2011. Toteuttaminen käynnistyy kunnallistekniikan osalta vuoden 2011 loppuvuodella.

Suunnittelualaue on entisen Keimolan moottoriradan alue lähiympäristöineen Isosuon Natura-alueen ja Helsinki-Hämeenlinna -moottoriväylän välissä. Suunnittelun alkaessa ei vielä ollut käytettävissä kaupungin hulevesiohjelmaa eikä koko osayleiskaava-alueen kattavaa hulevesien hallinnan yleissuunnitelmaa. Asemakaava mahdollistaa noin 2500 asukkaan muuttamisen alueelle, omien koulu-päiväkotija lähipalveluiden äärelle. Työpaikkoja voi sijoittaa toiminnan luonteesta riippuen noin 500.

Suunnittelun keskeisin tavoite hulevesien tulevien virtausten osalta oli viereisen Isosuon hydrologisen tasapainon turvaaminen: rakentaminen ei saa vaarantaa suon olosuhteita. Alueella olevaa avo-ojaa hyödynnettiin hulevesien virtausten ohjaamisessa suolle. Maaperän täyttöjen ja maastonmuotojen vuoksi päädyttiin maisemasuunnittelussa pitäytymään ensisijaisesti hulevesien imeyttämiseen korttelialueilla, jonka osalta asemakaavaan annettiin erillisiä määräyksiä (materiaalivalinnoin tulee edistää hulevesien imeytymistä).

Asemakaavatyön jälkeen laadittiin lähiympäristösuunnitelma, rakennusohje sekä taideohje. Tässä vaiheessa nousi esille vielä hulevesien osalta laajemman tilavarauksen tarve Valtatie 3:n läheisyydessä. Kaupungin ja yksityisen maanomistajan kesken laaditun toteutus sopimuksen vuoksi kaupunki tulee saamaan mm. julkiset kadut, aukiot ja puistot. Näin ollen kaupunki pystyy jatkosuunnittelussa osoittamaan tilaa kosteikkoalueelle yleisiltä alueilta.

8.8.12 Keskustan asuinalue, Marja-Vantaa -projekti, Vantaa

Keskusta tulee olemaan koko Marja-Vantaan imagolle merkittävien. Projekti järjesti syksyllä 2007 kansainvälisen kutsukilpailun kuudelle arkkitehtityöryhmälle. Kilpailun tavoitteena oli erityisesti löytää keskustalle 2000 -lukua kuvaava urbaani kaupunkirakenne. Arkkitehtikonsulttien loppuraportti valmistui syksyllä 2009. Raportissa esitettiin laajamittaisesti asuntotyyppologian ja maiseman kokonaisratkaisuja, mutta esim. hulevesien reitistö ja mitoitus edellytti jatkosuunnittelua.

Projekti käynnisti keskusta-alueen tarkennetun hulevesisuunnittelun syksyllä 2009 ja työ valmistui tammikuussa 2010. Merkittävää tässä työvaiheessa oli tarkentaa arkkitehtikonsulttien loppuraportin tietoja maaperästä ja maaston muodoista sekä tarkistaa tilavaraukset hulevesien näkökulmasta. Tarkennetussa hulevesisuunnitelmassa keskityttiin erityisesti asemakaava-alueen itäosaan varatun laajan viivytyksalueen sekä radan eteläpuolisen viivytyksalueen mitoitukseen. Tähän liittyen keskustasta johdettavien valumareittien ja pienempien viivytyksalueiden tarkempi suunnittelu oli merkittävä osakokonaisuus. Toinen merkittävä osa työtä liittyi korttelikohtaisten hallintamien suunnitteluun; alueelta määriteltiin viisi eriluonteista korttelityyppiä, joille esitettiin esimerkkisuunnitelmat:

- kohde 1: tiivis keskusta-alue;
- kohde 2: keskustan lähialue;
- kohde 3: tiivis asuinalue;
- kohde 4: rakennettuun viheralueeseen tukeutuva alue; ja
- kohde 5: luontoon tukeutuva alue.

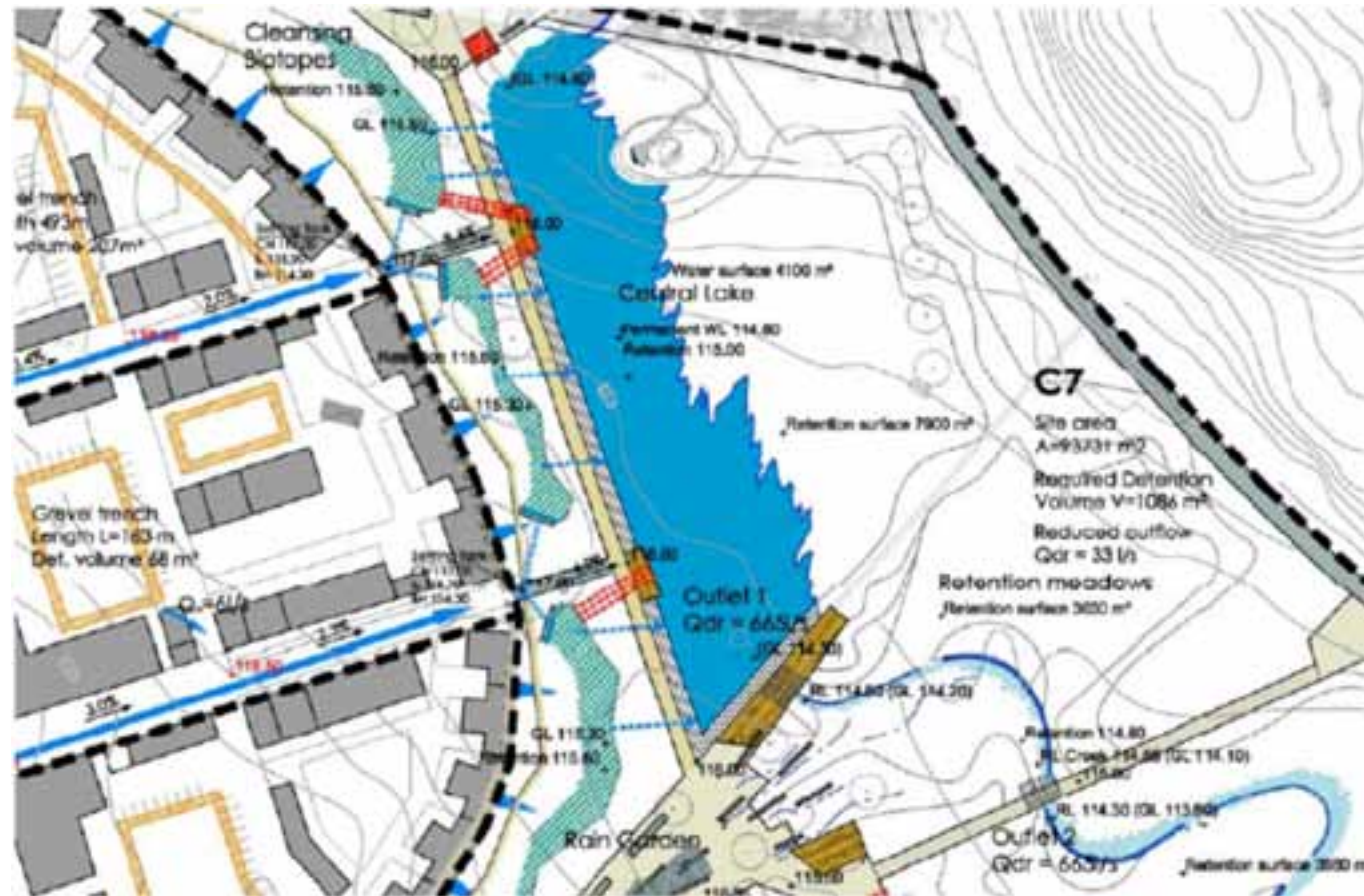
Esimerkiksi kohde 1 sijoittuu tulevan Kehäradan Kivistön asemalle suunniteltuun ns. Colosseumin kortteliin. Siinä hulevesien määrää vähennetään katto- ja kansikasvillisuudella (viherkatot, kattopuutarhat, istutuslaatikot). Hulevesien viivytykseen käytetään korkeatasoisia allasratkaisuja sekä biopidätysalueita. Alueen sisällä johtamiseen suositellaan pintaratkaisuja, kuten kivettyjä painanteita sekä linja-kuivatusta. Hulevedet johdetaan korttelialueilta eteenpäin hulevesiviemäriin.

8.9 Muita esimerkkejä

8.9.1 Vuoreksen keskuspuiston maisemasuunnitelma, Tampere

Vuoreksen keskuspuiston maisemasuunnitelmassa yhdistyy uuden kaupunginosan keskeisen puistoalueen yleisilmeen suunnittelu ja tarve Lempäälän puolelle virtaavan puron vir-

taamien säilyttämiseen alkuperäisellä tasolla voimakkaasta lisärakentamisesta huolimatta. Suunnitelman yhteydessä on laskettu tarkasti tulevat ja alueelta lähtevät vesimäärät siten, että huippuvirtaamat alueen alapuolelle eivät kasva, mikä ilmenee myös kuvassa 8-10. Suunnitelmassa esitetään rakennusalueilta tulevien hulevesien imeytykseen ja viivytykseen tarkoitetut painanteet ja keskeiseen purolaaksoon suunnitellut uudet pysyvät vesipinnat ja lisäksi patorakenteilla jaksotetut puron tulva-alueet, joita hoidetaan niittyinä. Keskuspuiston suunnittelussa on otettu huomioon myös rakennusaikaisten valumien estäminen vesistöön.



Kuva 8-10 Virtaamalisäysten kompensoiminen Vuoreksen keskuspuiston suunnitelmassa.

8.9.2 Leinelän hulevesi-suunnitelma, Vantaa

Vantaan Leinelä on uuden kehäradan yhteyteen rakennettava asuinalue, jonka suunnitteluideana on urbaani metsäkaupunki. Asemakaavassa ei ole hulevesiä koskevia erityismerkintöjä tai määräyksiä, mutta yleisenä kaavamääräyksenä on, että toteuttamisessa on noudatettava lähiympäristösuunnitelmaa ja rakentamishjetta, joissa hulevesien hyödyntäminen ja käsittely on mukana. Kuvassa 8-11 esitetyn lähiympäristösuunnitelman mukaan luonnonympäristö hyödynnetään viheralueiden lähtökohtana ja hulevedet pyritään imeyttämään alueelle, josta osa on pohjavesialuetta. Haital-

iset vaikutukset kalastollisesti arvokkaaseen Kylmäojaan pyritään estämään. Hulevesipainanteita ja -kouruja käytetään suunnittelualueena korttelipihoilla, puistoissa ja aukioilla. Lähiympäristösuunnitelman kartalla on esitetty merkinnät:

Uoma tai lammikko, jossa pysyvä vesipinta

Hulevesipainanne tai -kouru

Imeytysalue



Kuva 8-11 Leinelän lähiympäristösuunnitelma (lähiympäristösuunnitelma-asemapiirros) ja rakennusohje.

8.10 Viitteitä

Panu Jorma, Maisemarakenteen ja taajamarakenteen yhteensovittaminen, Helsinki, Ympäristöministeriö, 1998, Suomen ympäristö ; 264

Tampereen hulevesiä koskevat kaavamääräykset

Tampereen Kalkunvuoren kaavat, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
<http://www.tampere.fi/cgi-bin/kaava/kaavadoc?7934>
<http://www.tampere.fi/cgi-bin/kaava/kaavadoc?7984>

Tampereen Vuoreksen kaava, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
<http://www.tampere.fi/cgi-bin/kaava/kaavadoc?8036>

Kuopion käytössä olevat asemakaavamerkinnot 2.10.2008. Hulevesiä koskevat merkinnät s. 95/108, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
<http://ncs.kuopio.fi/tevi/kaava/asekaavat/ajantasa/merkinnat.pdf>

Kuopion saaristokaupungin rakentamistapaohjeet, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
http://www.saaristokaupunki.fi/uploads/files/rakentamistapaohjeet_2.pdf

Kuopio, Matkuksen yritysalueen asemakaava, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
[http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/150409130058567/\\$File/Asemakaavaehdotus.pdf?OpenElement](http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/150409130058567/$File/Asemakaavaehdotus.pdf?OpenElement)
[http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/150409130602495/\\$File/Asemakaavaselustus.pdf?OpenElement](http://www.kuopio.fi/attachments.nsf/Files/150409130602495/$File/Asemakaavaselustus.pdf?OpenElement)

Tuusulan Hyrylän pohjavesialueen suojelusuunnitelma 2005, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
http://www.keskiuudenmaanymparistokeskus.fi/keskiuudenmaanymparistokeskus/sivu.tmp?siivu_id=2498

Helsingin yleiskaava 2002, selostus, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
http://www.hel.fi/wps/wcm/connect/c0b164804a17a4d4b4eafc3d8d1d4668/yk2002_ehdotus_Selostus_Kslk17_6_2003_Osa1.pdf?MOD=AJPERES

Helsingin yleiskaava 2002, vaikutukset pintavesiin, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
<http://www.hel.fi/static/ksv/www/yk2002/Vaiikutukset%20pintavesiin%20ja%20maapern%20Arvio8.pdf>

Tampereen Vuoreksen osayleiskaavoitus, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
<http://www.tampere.fi/vuores/yleiskaava/index.html>

Kallion yritysalue, Kangasala, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
http://www.kangasala.fi/kallion_yritysalue/etusivu/yleisesittely/

Tampereen Vuoreksen asemakaavoitus, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
<http://www.tampere.fi/vuores/kaavoitus/vuoreskeskus.html>

Vantaa, Leinelä. Lähiympäristösuunnitelma ja rakentamisohje, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
http://www.vantaa.fi/i_perusdokumentti.asp?path=1;135;137;222;2394;2966;2977;17613

Juttila Heli 2009: Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategia.
– Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 1. 45 s. + 7 liitettä. Ladattavissa internetistä (25.3.2011):
http://www.hameenlinna.fi/pages/215561/Hulevesistrategia_liitteineen.pdf
<http://www.hameenlinna.fi/pages/21158/Hulevesistrategia.pdf>

Hämeenlinna, Pltinaho. Ladattavissa internetistä (24.11.2011):
<http://www.hameenlinna.fi/Kaavat-ja-rakentaminen/Tontit/Omakotitontit/Kanta-Hameenlinna/Poltinaho/>

Marja-Vantaan projekti, Vantaa, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
<http://www.vantaa.fi/marja-vantaa> (23.3.2011)

Vantaan hulevesiohjelma, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
http://www.vantaa.fi/i_aletusivu.asp?path=1;135;137;221;1761

Helsingin kaupungin tulvastrategia, ladattavissa internetistä (25.3.2011):
http://www.hel2.fi/ksv/julkaisut/yos_2010-1.pdf (23.3.2011)

9. Hulevesien hallinnan suunnittelu

9.1 Suunnittelun lähtökohdat ja tavoitteet

Hulevesien hallinnan yleisenä tavoitteena on taajamien kuivatus ja taajamatulvien torjunta, pohja- ja pintavesien suojelu sekä myötävaikuttaminen vesien hyvän tilan saavuttamiseksi. Rakennetuilla alueilla hydrologia muuttuu aina luonnontilaisesta, sillä rakentaminen lisää väistämättä vettä läpäisemättömiä pintoja. Taajamarakentaminen saattaa lisätä ylivirtaamia ja tulvia ja toisaalta pienentää alivirtaamia. Hulevesien hallinnalla voidaan luoda edellytykset taajamavesien virtaamien taasoittamiselle mm. hulevesiä imeyttämällä ja viivytämällä. Tämä tulee entistä tärkeämmäksi, sillä ilmastonmuutoksen myötä on varauduttava toisaalta lisääntyviin rankkasateisiin ja toisaalta pitkittyviin kuiviin kausiin. Ilmastonmuutoksen vaikutusta sään ääri-ilmiöihin tarkastellaan tämän oppaan osiossa 11 (Hydrologia ja hulevesien määrään vaikuttavat tekijät).

Vesienhoitosuunnitelmissa sekä kuntien hulevesistrategioissa ja -ohjelmissa voidaan tarkentaa seudullisia ja paikallisia tavoitteita vesien kunnostamiseksi. Hulevesien hallinnan suunnittelussa sovitetaan yhteen toisaalta hulevesien hallinnan tavoitteet virtaamien taasoimisesta ja hulevesien ympäristöhaittojen vähentämisestä (hulevesiä käsittely) sekä toisaalta hulevesien hallintaan tarkoitettujen kosteikko- ja vesialueiden soveltuvuus viheralueiden vesiaiheiksi. Uudet vesi- ja kosteikkoalueet voivat hyvin suunniteltuina lisätä piha- ja puistoalueiden arvoa ja vetovoimaisuutta sekä monipuolistaa taajamaluontoa.

9.2 Kunnan hulevesiohjelma tai -strategia

Hulevesien hallintaa voidaan parhaiten ohjata kunnan laatimalla ja vahvistamalla hulevesiohjelmalla tai -strategialla. Näissä voidaan määritellä kunnan toimintaperiaatteet ja visiot hulevesien hallinnalle; ohjelmassa voidaan esittää lisäksi strategiaa tarkemmin toimenpiteiden vastuut ja aikataulut. Kunnan eri hallintokuntien yhteisesti laatima ohjelma sitoo kaikki tahot yhteisiin tavoitteisiin, ja kunnan hallituksen tai -valtuuston päätös turvaa toteutukselle pitkäjännitteisen pohjan.

Hulevesiohjelman lähtökohtana ovat kunnan omat tarpeet hulevesiohjelman laatimiselle, esimerkiksi kunnan ympäristöpoliittiset tavoitteet tai lainsäädännöstä tulevat vaatimukset. Nämä tarpeet voivat vaihdella huomattavasti riippuen alueen topografiasta, vesistöjen läheisyydestä, vesiensuojelunäkökohdista, pohjavesiolosuhteista, nykyisestä ja suunnitellusta maankäytöstä jne. Tulvien ehkäiseminen ja hallinta sekä pinta- ja pohjavesien suojelu ja niiden tilan parantaminen ovat yleisiä perusteita hulevesien hallinnan ohjaukselle. Kunnissa tehtyjä tulvariskien alustavia arvioita kannattaa hyödyntää hulevesiohjelmissa. Tähdättäessä vesien tilan parantamiseen hulevesiohjelman tueksi tarvitaan usein esimerkiksi pienvesiselvitys. Hulevesiohjelmassa on tarkoituksenmukaista esittää hulevesien hallinnan periaatteet ja prioriteetit, joita voivat olla:

- hulevesien muodostumisen estäminen
- hulevesien määrän vähentäminen eli käsittely ja hyödyntäminen syntypaikalla
- johtaminen suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä
- johtaminen yleisillä alueilla oleville hidastus- ja viivytysalueille, esimerkiksi kosteikkoihin

- johtaminen purkuvesiin tai pois alueelta.

Hulevesiohjelmassa esitetään toimenpiteet ja niiden toteutuksesta vastuussa olevat kunnan hallintokunnat – kaupunkisuunnittelu, kunnallistekniikka, rakennusvalvonta, ympäristöviranomaisen ja vesihuoltolaitos. Hulevesien hallinnan tavoitteet ja toimenpiteet voivat painottua kunnan tarpeiden mukaan; tavoitteita voivat olla esimerkiksi:

- hulevesien hallinnan parantaminen ja hulevesitulvien vähentäminen (erilliset tavoitteet kaavoitukselle, tonteille ja julkisille alueille)
- hulevesien laadun parantaminen ennen niiden purkamista (vastaanottavien vesien herkkyys huomioon ottaen)
- kaupunkiluonnon monimuotoisuuden lisääminen (ottamalla erityisesti huomioon pienvesiin liittyvät arvot sekä viherkäytävät ja -verkostot)
- pohjaveden laadun parantaminen ja pohjaveden pinnankorkeuden säilyttäminen
- vesialueiden arvostuksen kohottaminen (hulevettä hyödyntämällä)
- kunnan oman toimintamallin kehittäminen hulevesien hallinnalle (mahdollisesti yhteistyössä naapurikuntien kanssa).

Lisäksi voidaan määritellä toimenpiteiden aikataulu ja ohjelman päivittäminen sekä arvioida taloudellisia vaikutuksia, lisäselvitystarpeita ja ohjelman seuranta.

9.3 Hulevesien hallinnan valuma-aluekohtainen suunnittelu

Valuma-aluekohtaista hulevesien hallinnan suunnittelua on tarkoituksenmukaista kohdistaa alueilla, joihin kohdistuu uudis- tai täydennysrakentamista tai joilla halutaan saneerata olemassa olevaa hulevesijärjestelmää. Tällaisella suunnittelulla esitetään toimenpiteet vesiolosuhteiden tasapainottamiseksi sekä pinta- ja pohjaveden laadun turvaamiseksi. Suunnitelmissa selvitetään hulevesien määrä ja valumareitit sekä ehdotetaan toimenpiteitä hulevesien hallinnan toteuttamiseksi. Niis-

sä on myös syytä määritellä, kuinka harvoin toistuvat sadetapahtumat saadaan hallintaan ja osoittaa tulvareitit sellaisille tilanteille, joita varten hulevesijärjestelmän mitoittaminen ei ole tarkoituksenmukaista.

Suunnitelmissa arvioidaan hulevesien vaikutuksia valuma-alueiden hydrologiaan ja esitetään hulevesien hallintatoimenpiteet ja mitoitusperusteet hulevesitulvien ja hulevesistä ympäristölle ja rakenteille aiheutuvien haittojen estämiseksi. Suunnitelman sisältö määräytyy paikallisten tarpeiden ja ongelmien perusteella. Suunnitelmien tarkkuustaso riippuu suunnittelualueen laajuudesta: laajoilla alueilla suunnittelu painottuu pinta- ja pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten arviointiin ja yleissuunnitteluun, pienialaisissa kohteissa konkreettisiin hulevesien hallinnan toimenpiteisiin. Hyvän hulevesien hallintasuunnitelman taustalla on toimiva yhteistyö.

Viime vuosiin saakka hulevedet on Suomessa johdettu rakennetuilla alueilla alaviin kohtiin sijoitettuihin hulevesikaivoihin ja niistä hulevesiviemäriin – vanhoilla alueilla myös seka- viemäriin. Tällöin hulevesien pidättyminen maastoon ja maaperään on jäänyt vähäiseksi. Pyrittäessä virtaamien luonnonmukaistamiseen hulevedet johdetaan vettä läpäisemättömiltä pinnoilta luonnonmukaisiin avoimiin rakenteisiin ja maaperä- ja pohjavesiolosuhteiden salliessa imeytymiskykyiseen maastoon. Kun tässä onnistutaan, vain perustusten ja suodatusrakenteiden kuivatusvedet johdetaan varsinaiseen hulevesiviemäriin (putkijärjestelmään). Maan pinnassa olevat avoimet hulevesijärjestelmät kykenevät vastaanottamaan suuriakin virtaamia, ja veden virtausta on mahdollista viivyttaa painanteissa, avoumissa ja uomien laajennuksina toimivissa lamikoissa ja kosteikoissa.

Mahdollisten olemassa olevien hulevesiviemäreiden kapasiteetti ja sen mahdollinen laajennustarve on otettava huomioon esimerkiksi lisääntyvien kuivatusvesien johtamiseksi, vaikka hulevesien hallinta uuden rakentamisen yhteydessä perustuisikin suureksi osaksi avoimeen järjestelmään.

9.4 Hulevesien hallinnan suunnittelu kaavoituksen yhteydessä

9.4.1 Kytkeytyminen maankäytön suunnitteluun

Hulevesien hallinnan huomioon ottamista maankäytön suunnittelussa käsitellään laajasti tämän oppaan osiossa 8 (Maankäytön suunnittelu). Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti hulevesiä koskevien suunnitelmien suhdetta kaavoituksen eri vaiheisiin sekä kaavoituksen yhteydessä tehtävien hulevesien hallinnan selvitysten ja suunnitelmien sisältöä. Hulevesiselvitysten ja -suunnitelmien kytkeytymistä kunnan maankäytön suunnitteluun on havainnollistettu kuvassa 9-1.

Suunnittelutehtävä voi koskea yhden tai joskus myös useamman kunnan alueella tapahtuvan rakentamisen vaikutuksia pohjavesialueiden tai pintavesien virtaussuhteisiin ja veden laatuun sekä muita vaikutuksia, tai se voi koskea yksittäistä asemakaavaa tai hanketta. Toimenpiteiden suunnittelussa esitetään erilaisten hulevesien hallintamenetelmien hyödyt ja vaikutukset haittojen estämiseksi. Ehdotettavia toimenpiteitä voidaan soveltaa kaavoja ja niihin liittyviä kaavamääräyksiä laadittaessa.

Maankäytön suunnittelua palvelevan hulevesien suunnittelun tulee antaa kokonaiskuva suunnittelualan nykyisestä ja tulevasta hydrologiasta. Suunnittelun lähtötiedoiksi tarvitaan:

- kartat, ilmakuvat ja maaperätiedot valuma-alueesta
- kartat ja tiedot olemassa olevasta hulevesijärjestelmästä
- virtaama- vedenkorkeus- ja laatutiedot, tulvavaara-alueet, vesiensuojelun ongelmakohteet, aluetta koskevat vesienhoito- ja kunnostussuunnitelmat ja määräykset, suoje-lukohteet, jne.
- pohjavesialueet ja niitä koskevat suoje-lusuunnitelmat, tiedot pohjaveden laadusta ja pohjaveden pinnankorkeudesta sekä sen vaikutuksista rakenteisiin, vedenottamoiden suo- ja-aluepäätökset, jne.

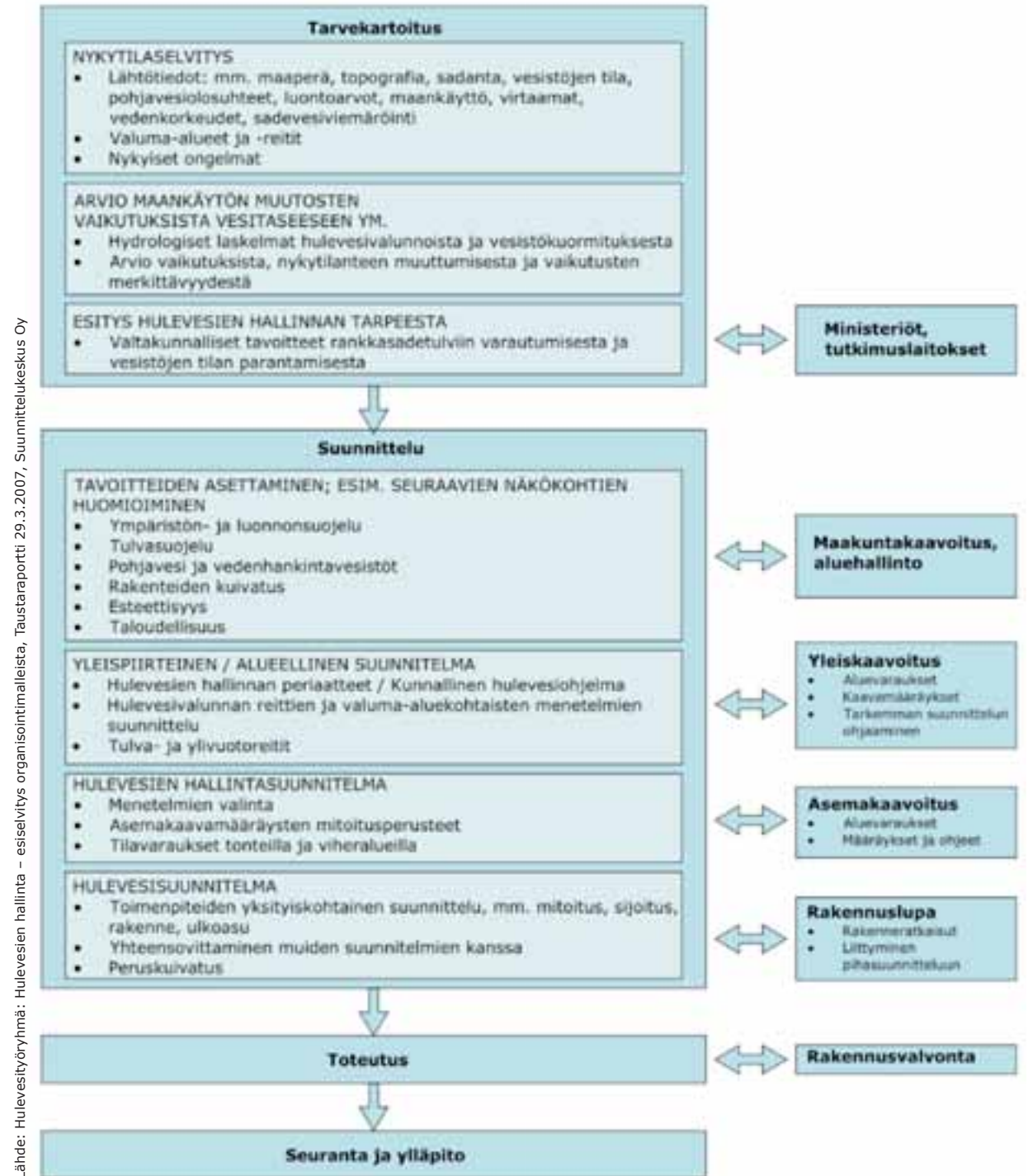
- paikallisilmasto, sadanta- ja lämpötilatiedot, käytettävät mitoitussateet
- tiedot olemassa olevasta ja suunnitellusta maankäytöstä ja läpäisemättömien pintojen alasta sekä suunnittelualueella jo olevien toimintojen lupahakemusasiakirjat ja päätökset
- tiedot olemassa olevista ja suunnitelluista maanalaisista tiloista.

Maaperätietojen perusteella voidaan selvittää suunnittelualan alkuperäistä hydrologiaa ja esittää tavoitteita hulevesien hallinnalle tulevassa tilanteessa. Suunniteltu rakentaminen lisää läpäisemättömää pintaa ja sateesta suoraan pintavesiin virtaavaa osuutta. Tätä kuvataan valumakertoimilla. Kertoimien muutoksia arvioidaan eri osavaluma-alueilla suunniteltujen maankäyttöluokkien ja rakentamistiheyden mukaisesti. Valumakertoimien ja seudun sadantatietojen perusteella arvioidaan virtaamisen lisääntymistä alueelta virtaavissa uomissa ja hulevesiviemärijärjestelmissä. Käytettävissä olevien selvitysten ja alueelle suunniteltujen maankäyttömuotojen pinta-alojen perusteella arvioidaan uuden rakentamisen aiheuttamaa vesien kuormituksen lisääntymistä rakentamisen aikana ja sen jälkeen ilman hulevesien hallintatoimenpiteitä.

Edellisen perusteella esitetään paikallisten ja alueellisten hulevesien hallintatoimenpiteiden tarve. Virtaamamuutosten lisäksi tulee tarkastella rakentamisen vaikutuksia veden laatuun. Rakentamisvaiheessa kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet voivat kasvaa merkittävästi, mikä voi aiheuttaa herkissä purkuvissa haittaa mm. niiden lajistolle. Siksi suunnitelmassa tulee tarkastella hulevesien hallintatoimenpiteiden toteutusta jo rakentamisen alkuvaiheessa.

Maakuntakaavoituksen yhteydessä voidaan tarvittaessa tehdä yleispiirteinen hulevesien merkityksen arviointi osana tulvien hallintaa ja pinta- ja pohjavesien tilan turvaamista. Selvitys voi liittyä vesienhoitosuunnitelmassa mukana olevien vesi- ja pohjavesialueiden suojeeluun, hoitoon ja maankäytön haittavaikutusten estämiseen.

Yleiskaava- ja etenkin **osayleiskaavata-**solla on parhaat edellytykset laatia hulevesien hallinnan selvityksiä ja suunnitelmia. Yleiskaavoitukseen liittyvät hulevesiselvitykset ja -suunnitelmat voivat kuulua osana kunnan hulevesi- ja pienvesiohjelman tai -strategian laatimiseen. Samalla voi olla tarpeen tehdä sel-



Lähde: Hulevesityöryhmä: Hulevesien hallinta - esiselvitys organisoitimilleista, Taustaraportti 29.3.2007, Suunnittelukeskus Oy

Kuva 9-1 Hulevesien hallinnan suunnittelun tavoitteellinen kytkeytyminen kaavoitukseen ja toteutukseen.

vitys hulevesitulvien riskialueista ja hulevesien vaikutukselle alttiiden pienvesien kunnostustarpeesta.

Uusia rakentamiseen otettavia alueita suunniteltaessa tulee yleiskaavatasolla tehdä tarkastelu valuma-alueista ja niihin kuuluvista pohjaveden muodostumisalueista ja vesistöistä. Rakentamisen aiheuttamien virtaamien lisääntymisen estämiseksi tehdään suunnitelma hulevesien hallinnasta sekä varaudutaan alueellisten menetelmien toteuttamiseen. Yleiskaavatasoisessa suunnittelussa se merkitsee ennen kaikkea sitä, että hulevesien käsittelyyn soveltuvat alueet jätetään rakentamisen ulkopuolelle ja niille varataan riittävän laajat alueet osana viheralueita. Lisäksi esitetään tarkempiasteista kaavoitusta ohjaavia hulevesien

hallinnan tavoitteita tulevissa rakennuskortteleissa. Osayleiskaavassa täsmennetään yleiskaavan tavoitteita asemakaavoituksen pohjaksi. Luontevina tarkastelualueina ovat usein purojen valuma-alueet. Kuvassa 9-2 on esimerkki osayleiskaavaan liittyvästä hulevesien hallinnan suunnitelmakartasta.

Asemakaavavaiheessa tarkennetaan aiemmassa vaiheessa tehtyjä selvityksiä. Suunnittelualueelle – ja tarvittaessa valuma-alueelle – esitetään hulevesien hallintatoimet mm. maaperän laadun ja rakentamisen määrän perusteella. Suunnitelma tulisi tehdä asemakaavoituksen alkuvaiheessa, jolloin sillä voidaan vaikuttaa kaavan periaatteisiin. Suunnitelmassa arvioidaan mahdollisuudet huleve-

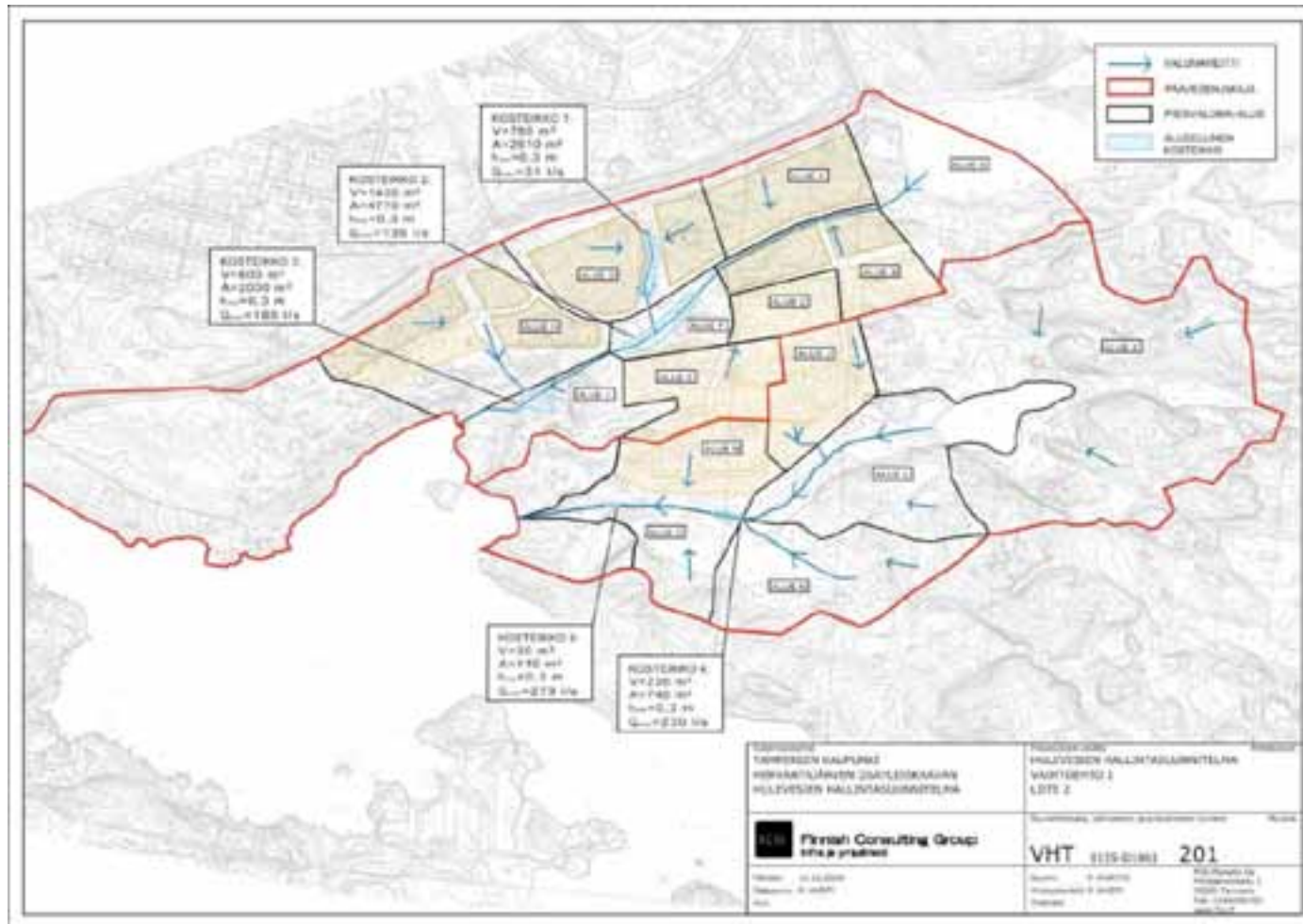
sien muodostumisen ehkäisemiseen, paikalliseen hallintaan ja tarvittaessa viivyttämiseen. Suunnitelman tulee antaa lähtökohdat kaavamääräyksille, rakentamistapaohjeille ja alustavalle hulevesien hallintajärjestelmän mitoitukselle tilavarausten arviointia varten. Tällainen suunnitelma on tärkeä osa kaavoitukseen liittyvää tiedottamista vaikutusalueen asukkaille, sillä sen perusteella voidaan arvioida asemakaavan ympäristövaikutuksia ja haittavaikutusten estämistä alapuolisissa vesissä kaava-alueen ulkopuolella.

Vanhoilla asemakaava-alueilla voi olla erilaisia tarpeita kaavamuutoksiin, esimerkiksi tiivistäminen, kosteushaitat taikka kasvanut tai kasvava tulvariski. Silloinkin kun varsinaista syytä kaavamuutokseen ei ole, tulisi säännöllisin välein inventoida asemakaavat ja arvioida kaavojen ajanmukaisuus mm. hulevesien hallinnan ja tulvariskin kannalta.

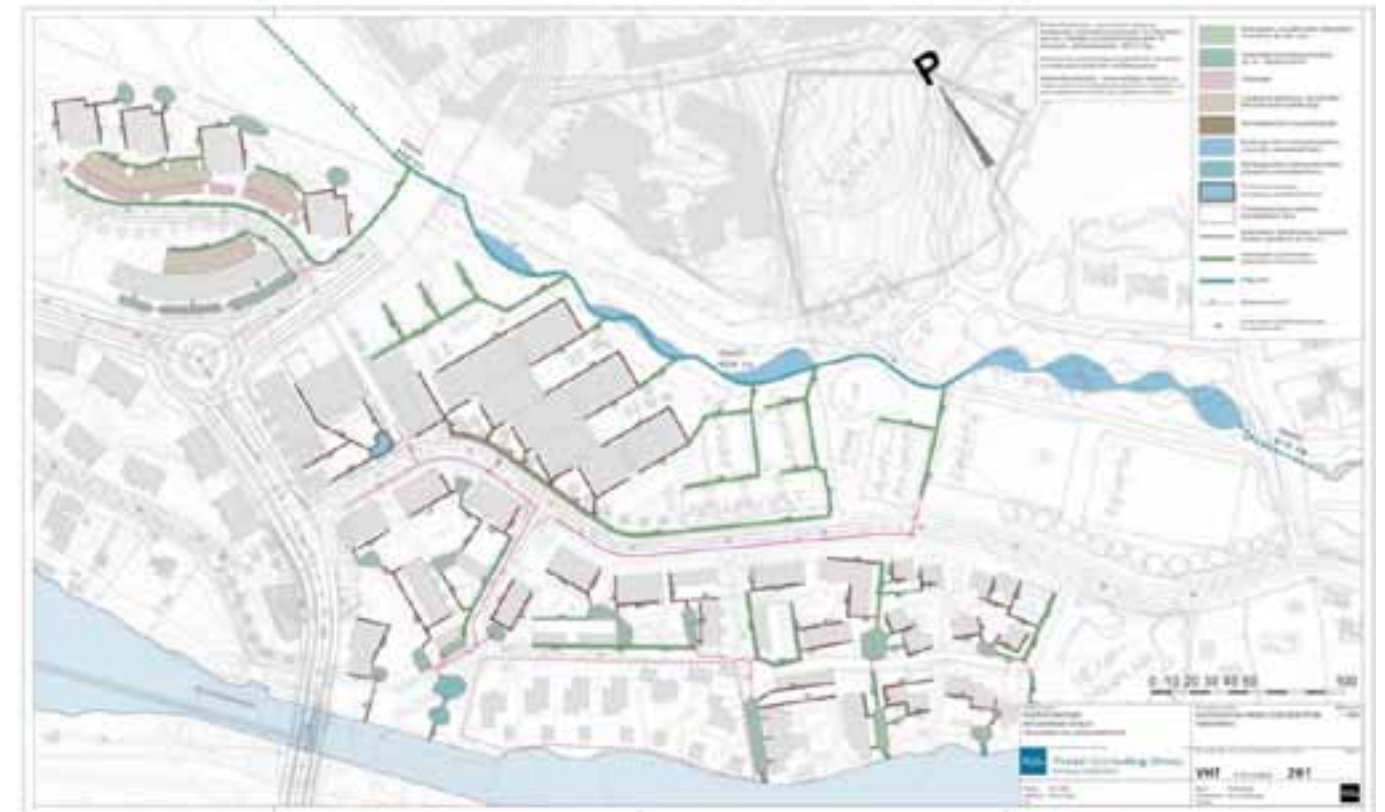
Suuria hulevesivirtaamia voi muodostua teollisuus- ja työpaikka-alueilla, liike- ja logistiikkakeskuksissa sekä halleissa, joissa on laajoja kattopintoja tai päällystettyjä kenttiä. Tällaisten kohteiden hulevesien hallinta vaatii erityistä huomiota, ja suunnittelussa on otettava huomioon imeytys- ja viivytysjärjestelmien riittävä mitoitus. Tällaisissa kohteissa voidaan jaotella hulevedet jakeisiin: puhtaammat kattovedet voidaan useammin imeyttää kun taas pysäköintialueiden ja logistiikkapihojen hulevedet joudutaan todennäköisesti käsittelemään ennen imeytystä tai johtamaan hulevesijärjestelmään viivytettyinä.

Maankäytön vaikutusta hulevesien laatuun ja käsittelytarpeeseen tarkastellaan tämän oppaan osiossa 13 (Hulevesien laatu, taajamavesien kuormitus ja ympäristövaikutukset).

Kuvissa 9-3 ja 9-4 on esimerkkejä asemakaavoihin liittyvistä suunnitelmista.



Kuva 9-2 Esimerkki osayleiskaavan liittyvästä suunnitelmakartasta, Hervantajärvi, Tampere.



Kuva 9-3 Esimerkki asemakaavaan liittyvästä suunnitelmakartasta, Keilankannas, Kuopio.



Kuva 9-4 Esimerkki asemakaavaan liittyvän yksityiskohtaisen suunnitelman suunnitelmakartasta, Kuninkaan- tammi, Helsinki.

9.4.2 Liittyminen maisema-, ja kaupunkikuvan suunnitteluun

Hulevesien hallintaa voidaan suunnitella osana maisemaselvitystä ja viheralueiden tai kaupunkiympäristön suunnittelua hyödyntämällä vesiolosuhteita kaupunkiluonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi. Hulevesien hallintasuunnitelma voi muodostaa hydrologiaa käsittelevän osan kunnan maisemasuunnitelmasta, aluetta koskevasta maisemallisesta maankäyttösuunnitelmasta tai viheraluesuunnitelmasta. Kaavoituksen pohjaksi tehtävässä maisemaselvityksessä pyritään ohjaamaan rakentamista sopiville alueille ottaen huomioon rakentamisen vaikutukset vesiolosuhteisiin. Viheralueiden yleissuunnittelussa sekä puistojen, pihojen ja rakennetun kaupunkikuvan yksityiskohtai-

sessä suunnittelussa voidaan arvioida ja ottaa huomioon hulevesien hallintajärjestelmän ja sen mitoituksen vaikutuksia.

9.5 Pohja- ja pintavesien tilan parantaminen

9.5.1. Pohjavesien suojelu

Hulevesien hallinta voidaan kytkeä pohjavesialueiden suojelun ja kunnostuksen suunnitteluun kaavoitetuilla alueilla, missä ei ole erityisiä hulevesiä koskevia kaavamääräyksiä ja missä ei kaavoja olla muuttamassa. Pilaantuneilla pohjavesialueilla tarvitaan usein erillinen

puhdistussuunnitelma haitta-aineiden poistamiseksi maaperästä ja pohjavedestä. Pohjavesiin ja niiden suojeluun liittyviä kysymyksiä käsitellään kappaleessa 12 (Hydrogeologiset vaatimukset) ja 13 (Hulevesien laatu, taajamavesien kuormitus ja ympäristövaikutukset)

9.5.2. Pienvesien tilan parantaminen

Taajamissa hulevesien merkitys pienvesien – purojen, lampien ja pienten järvien sekä merenlahtien tilaan on kasvanut samalla kun jätevesien käsittely on tehostunut. Hulevesien hallinnan suunnittelulla voidaan selvittää ja esittää keinoit pienvesien tilan parantamiseen tiiviisti rakennetulla valuma-alueella. Hulevesien hallinnassa tavoitteena voi olla luonnontilaisten uomien suojelu ja aikaisemmin muutettujen uomien tilan ja arvostuksen parantaminen.

Vaikka purovesien keskimääräinen laatu olisi kohtuullinen, voimakkaat hulevesien kuormitushuiput tai yllättävät viemäri-vesipäästöt voivat olla tuhoisia. Lämpimänä kesäaikana ja talvella korostuu veden laadun tärkeys ja riittävän alivirtaaman säilyminen. Tämä edellyttää yleensä pohjavedestä, perustusten kuivatusvesistä tai hulevesien suodatusrakenteista tulevaa perusvirtaamaa puroihin ja lampiin. Riittävällä pohjaveden muodostumisella on siten keskeinen merkitys vedenhankinnan lisäksi taajamavesien laadulle ja ekologiaalle.

Pienvesien tilan parantamisessa pääpaino on hulevesien mukanaan kuljettamien aineiden pidättämisessä ja puhdistamisessa. Hulevedet ovat saattaneet lisätä tulvimista ja aiheuttaa eroosiota heikentäen uomien ja rantojen rakennetta ja ekologista tilaa. Tilannetta voi-

daan korjata virtaamia tasaamalla. Virtaamien tasaamisella voidaan myös turvata eliöstöille riittävät alivirtaamat esimerkiksi hulevesiä imeyttämällä ja viivyttämällä sekä kunnostamalla uomia ja rantoja. Pienvesistöjen tilaa parannettaessa arvioidaan keskeiset ongelmat ja kuormitusta aiheuttavat kohteet, joita voivat olla:

- laajoilta kattopinnoilta hulevesiviemäriin syöksyvät vedet, joita suhteellisen puhtaina voitaisiin hyödyntää paikallisesti
- haitallisia aineita ja paljon hulevesiä aiheuttavat kohteet ja niiden hulevesien saaminen käsittelyyn
- hulevesistä aiheutuvat jätevedenpumppaamoiden ja -puhdistamoiden ylivuodot, joita voidaan ehkäistä mm. estämällä hulevesien pääsy jätevesiviemäriin (erillisviemäroinnin kehittäminen ja verkostojen saneeraus) keventämällä hulevesiverkostoa johtamalla hulevesiä hulevesikaivojen ohi imeytykseen ja viivytykseen valuma-alueella
- hulevesitulvien esiintymisalueet, joita poistetaan johtamalla hulevesiä viivytykseen ennen niiden joutumista tulvavaara-alueille
- liikennealueet, joiden viherkaistoja voidaan muotoilla hulevesiä imeyttäviksi, suodattavaksi ja johtaviksi biopidätysalueiksi.

Erityisesti liikenne- ja teollisuusalueilla muodostuvien hulevesien hallinnan suunnittelu edellyttää pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten huomioon ottamista.

Hulevesien johtamista suoraan putkiviemäriin voidaan ehkäistä esimerkiksi muuttamalla hulevesien johtamista liikennealueilta. Näiden usein likaisten hulevesien saaminen käsittelyyn ja viivytykseen on keskeisimpiä hulevesijärjestelmien saneeraustoimenpiteitä. Käytännön ratkaisuja on esitetty laatikossa 9-1. Kuvassa 9-5 on esimerkki kadun kuivatusvesiille kehitetystä hulevesipainanteesta.



Kuva 9-5 Hulevesijärjestelmän yhteyteen tehty painanne, johon hulevesi pääsee purkautumaan ritiläkaivon kautta, Portland, Oregon, USA (Jukka Jormola)

Liikenneväylien varsilla, pysäköintialueiden välissä ja -kenttien ympärillä olevia viherkaistoja voidaan muotoilla siten, että vesi pääsee esteettä imeytymään luiskiin ja tiepainanteisiin samaan tapaan kuin pääteillä keskusta-alueiden ulkopuolella. Korotettujen reunakiveysten yhteyteen voidaan tehdä aukkoja, joista vesi pääsee väylää matalammaksi muotoillulle viherkaistalle. Aukot sijoitetaan siten, että vesi virtaa viherkaistalle ennen purkautumista väylän reunassa sijaitsevaan hulevesikaivoon.

Laajoilla kentillä voidaan tarvita kallistusten muuttamista siten, että vesi virtaa kentän laidoille hulevesikaivojen sijaan. Kaltevasa maastossa painanteisiin tehdään matalia patoja, jotka viivyttävät virtausta ja lisäävät imeyttävää pinta-alaa sadetilanteessa.

Painanteiden pohjalla olevia hulevesikaivon kansia kohotetaan siten, että kaivot toimivat ylivuotokaivoina rankkasateilla. Tiiviissä maaperässä painanteiden pohjalle asennettava salaoja lisää oleellisesti painanteen toimivuutta suodattimena, kun maaperä pääsee kuivumaan sadetapahtumien välillä. Sopivan maaperän seossuhteen ja kasvillisuuden avulla tiepainanteista voidaan kehittää tehokkaasti toimivia biopidätysalueita.

Olemassa olevan hulevesiputken yhteyteen voidaan kaivaa painanne, joka toimii laajentumistilana suurilla virtaamilla. Hulevesiputki voidaan joko katkaista siten, että järjestelmä muutetaan avoimeksi painanteen kohdalla tai putkeen tehdään ritaläkaivo, joka päästää veden purkautumaan painanteeseen putken täytyessä.

Laatikko 9-1 Tulvasuojelu

9.6 Hulevesien hallintamenetelmiä ja -ratkaisuja

9.6.1. Yleistä

Hulevesiasiat järjestetään ensisijaisesti kiinteistöllä maankäyttö- ja rakennuslakia soveltamalla rakennustoimenpiteeseen ryhtyvän toimesta ja ylläpitämänä. Toisin sanoen sillä, joka aiheuttaa häiriötä veden luontaiseen hydrologiseen kulkuun, on vastuu muutoksesta.

Jos hulevesien johtamista ei voida ratkaista kiinteistökohtaisesti, asia ratkaistaan joko liittymällä sopimusperusteisesti yhteiseen laitosmaiseen hulevesijärjestelmään (soveltaan vesihuoltolakia) tai tuleamalla osakkaaksi yhteiseen ojaan (soveltaan vesilain ojitussääntöjä). On huomattava, että kunta on myös yhteisten alueiden omistajana/haltijana merkittävä kiinteistöjen haltija erityisesti keskusta-alueilla.

Vesihuoltolaitoksen tehtävänä on huolehtia tarvetta vastaavan yhteisen hulevesijärjestelmän rakentamisesta ja ylläpidosta vesihuoltolaitoksen toiminta-aluepäättökseen mukaisesti päätöksen mukaisella toiminta-alueella. Järjestelmän toiminnalliset ja rakenteelliset vaatimukset esitetään laitoksen teettämässä suunnitelmissa ja niiden toteuttamisesta vastaa rakentaja eli joko laitos itse tai sopimusperusteisesti urakoitsija. Laitos laskuttaa toimintansa kulut palveluiden käyttäjiltä.

Jäljempänä tässä osiossa esitellään lyhyesti tärkeimmät hulevesien hallintamenetelmät ja ratkaisut. Niitä käsitellään tarkemmin tämän oppaan osioissa 14 (Hulevesien hallintamenetelmät ja niiden mitoitus) ja 18 (Paikallisten ratkaisujen ratkaisujen suunnittelu ja mitoitus). Edellä mainituista osioista jälkimmäinen käsittelee kiinteistökohtaisia rakenteita ja ensimmäinen näitä suurempia yksiköitä.

9.6.2. Imeyttäminen pohjavedeksi

Luontaista sadeveden imeytymistä pohjaveen voidaan turvata jättämällä rakentamattomia luonnonalueita etenkin selännealueille, joilla maalajit ovat läpäiseviä. Puhtaita kattovesiä voidaan läpäisevässä maaperässä imeyttää painanteissa ja imeytyskaivannoissa ilman käsittelytarvetta. Imeyttäminen luonnonmaas-

toon on yleensä mahdollista ilman erityisiä rakenteita, mutta maan vedenläpäisykyvystä sekä veden tilapäisestä noususta sateella ja sulannan yhteydessä tarvitaan arvio. Suunnitelmiin tulee sisältyä esitys ylivuotoreiteistä avouomiin tai hulevesijärjestelmään.

Pohjavesialueilla tarvitaan aina arviointi imeytettävien hulevesien laadusta ja pintamaan ja rakenteen puhdistuskyvystä ellei kyse ole pelkistä kattovesistä. Lievästi likaantuneet pihoilta ja vähän liikennöidyiltä katu- ja pysäköintialueilta valuvat hulevedet voidaan johtaa I ja II luokan pohjavesialueilla biopidätysalueille, joissa puhdistusvaikutusta tehostetaan humuspitoisella pintamaalla, kasvillisuudella ja tarvittaessa eristämällä muovikalvolla tai savisuojauksella. Kiintoaine pyritään laskeuttamaan ja suodattamaan rakenteen pintaan, mistä se on tarvittaessa helposti poistettavissa. Liukoiset haitta-aineet pyritään pidättämään biologisesti aktiiviseen pintamaahan ja juuristoon. Osa liukoista aineista voi lisäksi pidettyä kemiallisesti aktiivisen saviainekseen. Läpäiseviä pinnoitteita, joista toimivimpia ovat erilaiset laatoitukset, voidaan käyttää imeytykseen vähän liikennöidyillä alueilla.

Likaisten, esimerkiksi pääkatujen hulevesien käsittely edellyttää tehokkaampia ja laajempia biopidätysalueita. Pohjavesialueilla likaisten hulevesien imeyttäminen edellyttää esikäsitteilyä hiekan- ja öljynerotuskaivoissa ennen varsinaista käsittelyä esimerkiksi biopidätysalueilla. Suolan ja onnettomuusriskin takia pääteiden vesille tarvitaan biosuodatuksen lisäksi pohjavesisuojaus, jolloin biosuodatuskerrosten läpi suotautuva vesi johdetaan puhdistettuna pohjavesialueen ulkopuolelle suojaoksen yläpuolelle asennettavaa salaojaa pitkin. Jatkotutkimuksilla on syytä selvittää biosuodatuksen toimivuutta erilaisilla hulevesillä Suomen olosuhteissa, jotta voidaan tarkentaa imeyttämisen edellytyksiä pohjavesialueilla.

9.6.3. Suodattaminen maaperässä

Sekä pohjavesialueilla että heikosti vettä läpäisevässä maaperässä voidaan kaiken tyyppisiä hulevesiä johtaa suodatukseen maa-ainesten läpi, koska maaperä puhdistaa tehokkaasti hulevesiä ja koska samalla voidaan viivyttää hulevesien virtausta eteenpäin. Etenkin sateen ja sulamisen alkuvaiheen alkuhuuhouma on tärkeää saada suodatetuksi. Teollisuusalueiden, vilkkaasti liikennöityjen katujen ja py-

säköintialueiden yhteyteen tehtyjen biopidätyskaistojen on todettu tasaavan virtaamia ja pidättävän lähes 100 % raskasmetalleista. Vertaillaessa eri käsittelymenetelmien toimivuutta kylmissä olosuhteissa on todettu, että maasuodatuksen perustuvat, huokostilavuutta sisältävät rakenteet toimivat myös talvisateiden yhteydessä lähes yhtä hyvin kuin kesällä huolimatta 15-25 cm paksuisesta routaantuneesta pintakerroksesta.

Suodatinrakenteet voivat ulkoisesti muistuttaa imeytysrakenteita, ja ne voidaan suunnitella ilmeeltään ja kasvillisuudeltaan vaihteleviksi.

Suodattimen pohjalle asennetaan salaoja varmistamaan suodattimen kuivumista ja suodattuneen veden pois, jolloin rakenne toimii myös talvella. Suodatinrakenteesta voi tapahtua myös puhdistuneen huleveden osittaista imeytymistä pohjaveteen. Lievästi ja voimakkaasti likaantuneille hulevesille suodatusalue tehdään aina biopidätysalueena, jossa on kasvillisuutta, biologisesti aktiivinen kate- tai humuskerros ja syvemmillä hiekkakerros, johon on sekoitettu savea. Tarvittaessa suodatus tai biopidätysrakenne voidaan eristää ympäröivästä maaperästä esimerkiksi pohjavesisuojaukseen käytetyillä materiaaleilla.

9.6.4 Suodattaminen ja johtaminen maan pinnassa

Imeytys- ja suodatusalueilta yli vuotava hulevesi suositellaan johdettavaksi eteenpäin avopainanteissa tai tasaisena pintavalutukseksi maan pinnalla ja vasta toissijaisesti putkitetuissa hulevesiviemäriin. Painanteissa kasvillisuus suodattaa kiintoainetta ja hidastaa huleveden virtausta. Osa vedestä voi etenkin sateen alussa imeytyä pintamaahan ja valua pintakerrosvaluntana, mikä puhdistaa alkuhuuhouma. Rinteessä avopainanteeseen on hyödyllistä tehdä kynnyksiä, jolloin painanteeseen muodostuu perättäisiä imeytys- tai suodatuspainanteita. Rakennetussa ympäristössä hulevesiä voidaan johtaa myös muuratuissa tai kivityissä kouruissa.

9.6.5 Johtaminen ja viivyttäminen avouomissa

Suurehkoja hulevesivirtaamia voidaan johtaa avouomissa, esimerkiksi avo-ojissa, jotka ny-

kyisinkin ovat yleisesti osa hulevesiverkostoa. Hulevesien johtamiseen soveltuvat suoria ojia paremmin luonnontilaisia uomia muistuttavat ojat, joissa mutkittelu ja kynnykset hidastavat virtausta. Vaikka ojat voivat olla pitkiä aikoja kuivina, ajoittain suurten virtaamien takia uomien reunojen ja kynnyksen eroosiosuojaukseen tarvitaan yleensä kiviainesta. Ojien ja avopainanteiden suunnittelu voidaan yhdistää monimuotoisten sadevesiaiheiden suunnitteluun.

9.6.6 Viivyttäminen ja pidättäminen lammikoissa ja kosteikoissa

Avouomien yhteyteen voidaan tehdä uoma-laajennuksia, lammikoita ja kosteikkoja, joissa virtausnopeus hidastuu ja huleveden mukana kulkeutuvaa kiintoainetta laskeutuu. Suunnittelualueella voi esiintyä myös luonnonlampia tai pikkujärviä, joiden vaikutus otetaan huomioon. Kun veden pinta sateen tai sulamisen alkuvaiheessa nousee ja vesitilavuus kasvaa, lammesta tai kosteikosta lähtevä virtaama on pienempi kuin sinne tuleva, jolloin virtaama tasaantuu. Lämpimään aikaan veden pinnasta haihtuu vettä ja osa vedestä voi imeytyä maaperään.

On kuitenkin muistettava, että ojan käyttö ja kunnossapito vaativat luvan samoilla perusteilla kuin varsinainen ojitus eli uuden ojan tekeminen. Aluehallintoviraston (AVI) myöntämä lupa tarvitaan, jos toimenpide aiheuttaa pilaantumista, esimerkiksi ravinnekuormituksen lisääntymistä vastaanottavalla vesialueella. Vesistöä vähäisempien vesien osalta on lisäksi otettava huomioon esimerkiksi hulevesien johtamiseen käytettävän noron luonnontilaisuus ja sen vaarantuminen sekä tähän liittyvä poikkeusluvan tarve. Aikaisemman perkauksen jälkeinen luonnontilaisen kaltaiseksi muuttuneen uoman kunnossapito vaatii ilmoituksen ELY-keskukseen.

9.6.7 Viivyttäminen purojen tulva-alueilla ja purojen kunnostus

Taajamapuroissa hulevedet lisäävät purojen ylivirtaamia, jolloin purojen tulva-alueet laajenevat alavissa purolaaksoissa. Kasvaneet virtaamat kuitenkin yleensä samalla kuluttavat ja avartavat uomia. Jos hulevesiä ei voida viivyttää ennen niiden joutumista puroihin

ja tulvimisesta ei ole haittaa, tulva-alueet säilytetään ja uoman syöpymistä hillitään eroosiosuojauksella. Tähän voidaan käyttää kiviainesta, vesikasvillisuutta ja pajuista tehtyjä rakenteita.

Jos tulvimista on rajoitettava, purojen varteen voidaan kaivaa tulvatasanteita, joihin vesi pääsee virtaamaan. Tällöin uoman poikkileikkausala kasvaa, virtaus uomassa hidastuu, ja uomaan kohdistuva syöpyminen vähenee. Uomassa kulkeutuva kiintoaine alkaa vähitellen laskeutua tulvakasvillisuuden sekaan.

Jotta uomien vesisyvyys säilyisi riittävässä kaluilla vähällä virtaamalla, alivirtausuoma tulisi toteuttaa kapeana erityisiä uomalaajennuksia lukuun ottamatta. Kivien ja soran lisääminen on kaupunkipuroissa usein hyödyllistä sekä eroosiosuojauksen että kalaston olojen kannalta.

Puron uomaa tai virtaamia muuttavat toimenpiteet edellyttävät yleensä vesilain mukaista lupaa. Lisäksi vesilain mukainen lupa vaaditaan toimenpiteeseen, joka voi vaarantaa puroa vähäisemmän vesiuoman eli noron säilymisen luonnontilaisena.

9.6.8 Huleveden virtauksen hidastaminen ranta-alueella

Viimeinen mahdollisuus huleveden mukana kulkeutuvan kiintoaineen ottamiseksi talteen ennen sen joutumista purkuvesiin on hidastaa virtausta uoman suistossa ranta-alueella. Pie-nestä taajamapurosta, hulevesiviemäristä tai -ojasta purkautuvaa vettä voidaan johtaa rantavyöhykkeelle tai vesikasvillisuuden sekaan kaivettaviin ojastoihin, joissa virtaus jakaantuu ja tasaantuu, ja kiintoaine voi suodattua kasvillisuuteen.

Hulevesiä tuovan uoman suistoon voidaan kaivaa laskeutusallas tai kosteikko. Uoma voidaan erottaa maapenkereellä järven tai meren matalasta ranta-alueesta esimerkiksi lahdenpoukamassa. Rakenne muistuttaa tällöin keinotekoista laguunia, fladaa tai kluuvijärveä. Alavalla ranta-alueella vesitilavuus saadaan helposti suureksi.

Vesialueen kaivaminen ja pengertäminen edellyttää yleensä ilmoitusta elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (ELY-keskukselle) ja voi edellyttää myös vesilain mukaista lupaa, koska alkuperäiselle vesialueelle ja eliöstölle voi aiheutua haittaa. Toisaalta eliöstön olosuhteita voidaan myös monipuolistaa.

9.6.9 Hulevesiviemäröinti

Hulevesiviemäröinnin ensisijaisena tehtävänä on koota ja johtaa pois katu-, tie- ja piha-alueilla sekä rakennusten katoilla muodostuvat hulevedet. Hulevesiviemäröinnillä on tavoiteltu nopeaa pintojen kuivatusta ja vesien pois johtamista esteettisistä ja alueiden käyttöön liittyvistä syistä. Maankäytön tiivistyessä vanhoja avo-ojiin perustuneita kuivatusratkaisuja on korvattu yhä suuremmissa määrin maanalaisilla hulevesiviemäreillä, millä on pyritty katu-tilan siistimiseen ja hyötypinta-alan kasvattamiseen. Monin paikoin hulevesiviemäröinti on ainoa vaihtoehto hulevesien hallitulle johtamiselle etenkin tiiviisti rakennetussa kaupunkiympäristössä.

Hulevesiviemärit on tavallisesti mitoitettu kerran kahdessa tai kolmessa vuodessa esiintyvälle sadannalle ja ne ovat verrattain alttiita tulvimiselle. Hulevesitulvia syntyy kun viemäreiden mitoitus ylittyy. Pintarakenteiden tulee tällöin pystyä johtamaan ylimääräinen vesi tulvareittejä pitkin. Kun hulevesiviemärit täyttyvät tai kaivojen kannet tukkeutuvat, vesi virtaa ja lammikoituu alaville alueille, missä hulevettä voi nousta maan pinnalle myös hulevesikaivojen kautta. Hulevesipumppaamoiden kapasiteetti voi ylittyä esimerkiksi alikulkutunneleissa. Hulevesiviemäriin liitettävä uusi rakentaminen lisää riskiä mitoituksen ylittymisestä. Herkästi tulvivien hulevesiviemäreiden kapasiteettia voidaan lisätä joko vähentämällä tai viivyttämällä hulevesikaivoihin joutuvaa virtaamaa laajemmalla alueella tai tekemällä hulevesijärjestelmään varastoaltaita.

Hulevesiviemäröintiä osana hulevesien hallintaa tarkastellaan lähemmin tämän oppaan osiossa 14 (Hulevesien hallintamenetelmät ja niiden mitoitus) sekä osiossa 15 (Hulevesiviemäreiden mitoitus)

9.7 Viitteitä

Ahponen H. Kohti luonnonmukaisempaa taajamahydrologiaa. Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto, Espoo, ladattavissa internetistä (31.3.2011) www.water.tkk.fi/wr/tutkimus/thesis/Ahponen2003.pdf

Davis, A. P., Shokouhian, M., Sharma, H., Minami, C., Winogradoff, D. 2003. Water Quality Improvement through Bioretention: Lead,

Copper, and Zinc Removal. Water Environment Res. 75, p. 73-82. ladattavissa internetistä (25.1.2012) http://psparchives.com/publications/our_work/stormwater/lid/bio_docs/Metal%20Removal%20in%20Bioretention-Davis%20etal%202003.pdf

Geiger W. & Dreiseitl H. 2001. Neue Wege für das Regenwasser. Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten. Oldenbourg, München

Hunt, W. F., Jarrett, A. R. Smith, J. T. & Sharkey, L. J. 2006. Evaluating Bioretention Hydrology and Nutrient Removal at Three Field Sites in North Carolina. Journal of irrigation and drainage engineering. 12(6) p. 600-608. ladattavissa internetistä (25.1.2012) http://www.psparchives.com/publications/our_work/stormwater/lid/bio_docs/NCSU%20Bioretention%20Study.pdf

Rosen, R.M., Ballester, T.P., Houle, J.J. Avelaneda, P., Briggs, J., Fowler, G. & Wildey R. 2009. Seasonal performance variations for storm-water management systems in cold climate conditions. Journal of Environmental Engineering. 135(3) p. 128-137. ladattavissa internetistä (25.1.2012) http://www.unh.edu/unhsc/sites/unh.edu/unhsc/files/pubs_specs_info/jee_3_09_unhsc_cold_climate.pdf

Simola Anniina & Jutila Heli 2006: Valumavesien käsittelymenetelmät Kanta-Hämeen järvet kestäväan kehitykseen -hankkeessa. - Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen julkaisuja 9. Hämeenlinnan seudullinen ympäristötoimi, JÄRKI-hanke 259 s. ja 8 liitettä, ladattavissa internetistä (31.3.2011) <http://www.hameenlinna.fi/pages/67512/julkaisu9.pdf>

Trowsdale, S.A. & Simcock, R. 2011. Urban Stormwater treatment using bioretention. Journal of Hydrology. Vol 397 (3-4). p. 167-174. ladattavissa internetistä (25.1.2012) <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169410007195>

Valtanen, M, Sillanpää, N.& Setälä M. 2011. Tutkimustietoa keskustojen hulevesistä ja biosuodatuksesta. Vesitalous 6/2011. ss.6-10.

10. Rakennusvalvonta

10.1 Rakentamisen säännökset

10.1.1 Keskeiset säännökset

Keskeisimmät rakentamista ohjaavat säännökset ovat:

- maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL)
- maankäyttö- ja rakennusasetus (MRA)
- vesihuoltolaki
- vesilaki
- muut osittain rakentamiseen liittyvät lait ja asetukset
- Suomen rakentamismääräyskokoelma (RakMK)
- kunnan rakennusjärjestys.

Kunnissa hulevesien hallintaa koskevia ja maankäyttöön vaikuttavia ohjeita voivat olla myös lisäksi:

- kunnan hulevesistrategia
- kunnan vesistöselvitykset.

Lainsäädäntöä sekä valtakunnallisia määräyksiä ja ohjeita tarkastellaan laajasti tämän oppaan osiossa 6 (Hulevesien hallinnan järjestäminen, vastuut ja velvoitteet). Rakennusvalvonnan tehtävänä on osaltaan valvoa, että rakentaminen suunnitellaan ja toteutetaan voimassa olevien kaavojen ja rakentamisen säännösten mukaisesti. Rakennusvalvonnan tulee edellyttää hankkeelta riittävän pätevät suunnittelijat ja työnjohto, joilla katsotaan olevan hyvät edellytykset suunnitella ja toteuttaa rakennushanke maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteiden mukaisesti.

10.1.2 Kunnan rakennusjärjestys

Jokaisessa kunnassa on rakennusjärjestys, jossa annetaan määräyksiä ja ohjeita alueit-

tain paikallisten olosuhteiden mukaisesti. Rakennusjärjestyksessä on hyvä olla määräykset hulevesien sallituista hallintaperiaatteista. Määräys voi olla kunnan alueilla erilainen rakennuspaikan suuruuden ja alueen olosuhteiden mukaan. Lattiapinnan alin korkeusasema verrattuna vesistön pintaan tai ympäröivään maanpintaan voidaan määrittellä rakennusjärjestyksessä.

Rakennusjärjestyksessä on usein tarpeen vaatia alueittain pintavesien imeyttämistä maaperään tontilla ja yleisillä alueilla edellyttämällä pihaille tai kadulle vettä läpäiseviä pintamateriaaleja. Tällöin rakentamisella ei aiheuteta pohjaveden haitallista alenemista muun muassa vanhojen kaupunkikeskustojen puuprustuksille ja alueen kasvustolle.

Rakentamisen aikana avoimilta pinnoilta huuhtoutuu helposti maa-ainesta hulevesiin, mikä heikentää huleveden ja vastaanottavien vesistöjen veden laatua, kerää uomiin ja putkiin lietettä ja voi lisätä hulevesipuron tai viemärin kunnossapitotarvetta. Rakennusjärjestyksessä, ympäristönsuojelujärjestyksessä ja lupamenettelyissä tulisi antaa määräyksiä ja tarkempia ohjeita riittävästä suojaustoimenpiteistä huuhtoutumisen estämiseksi. Tämän oppaan osiossa 18 (Kiinteistökohtainen hulevesien hallinta) on yleisiä ohjeita rakennustyömaiden hulevesien hallinnasta.

Rakennusmateriaalien valinnoillakin vaikuttaa huleveden laatuun. Rakennusten ja päällysteiden materiaaleiksi tulisi valita testattuja vähän raskasmetalleja sisältäviä materiaaleja etenkin pintojen ja saumojen käsittelyissä, jotta hulevesiin huuhtoutuisi mahdollisimman vähän ympäristölle haitallisia aineita. Periaatteena on estää haitallisten aineiden pääsy hulevesiin, jotta niitä ei jouduttaisi puhdistamaan erikseen. Tällaiset määräykset on luontevaa sisällyttää kunnan rakennusjärjestykseen.

Laatikossa 10-1 on kuvattu Hämeenlinnan rakennusjärjestyksen hulevesiä koskevia määräyksiä. Laatikossa 10-2 on otteita Helsingin rakennusjärjestyksen hulevesiä koskevista määräyksistä.

Hämeenlinnan kaupungin rakennusjärjestyksessä todetaan sade- ja pintavesien johtamisesta (30 §), että vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella (sadevesiverkosto) sijaitseva kiinteistö on liitettävä laitoksen sadevesiverkostoon vesihuoltolain, vesihuoltolaitoksen ja viranomaisen määräysten mukaisesti, mikäli sade- ja pintavesille on oma verkostonsa. Mikäli kiinteistö ei ole vesihuoltolaitoksen sadevesiverkoston toiminta-alueella, on sade- ja pintavedet sekä salaojiin kertyvä vesi imeytettävä omalla kiinteistöllä tai mahdollisuuksien mukaan johdettava ne avo-ojajärjestelmään. Mikäli sade- ja pintavedet johdetaan tien kuivatusjärjestelmään, on rakennuslupahakemukseen liitettävä järjestelmän haltijan suostumus. Sade- ja pintavesien poisjohtaminen on suoritettava siten, ettei siitä aiheudu huomattavaa haittaa naapureille tai kadun käyttäjille. Sade- ja pintavesiä ei saa johtaa vesihuoltolaitoksen jätevesiviemäriverkostoon. Rakennuslautakunta voi määrätä useampia kiinteistöjä suunnittelemaan ja toteuttamaan yhteisen sade- ja pintavesijärjestelyn, mikäli se alueen vesiolosuhteiden johdosta on välttämätöntä.

Lumen varastoinnista on Hämeenlinnan kaupungin rakennusjärjestyksessä 31 §, jonka mukaan lumi on varastoitava tontille siten, ettei siitä aiheudu vaaraa tai haittaa naapureille tai kadun käyttäjille. Lumen sulamisvesien osalta on voimassa, mitä edellä 30 §:ssä on määrätty. Tontille tai jalkakäytävälle taikka sen vierelle kertyneet lumivallit on tarvittaessa poistettava. Lumenkaato on sallittu vain kaupungin osoittamille paikoille.

Laatikko 10-1 Hämeenlinnan rakennusjärjestyksen hulevesiä koskevia määräyksiä (Jutila 2009).

Rakennuksen rakentamisen ja sen laajentamisen yhteydessä pihamaa on suunniteltava ja toteutettava niin, ettei rakentamisella lisätä hulevesien valumista tontin rajan yli naapurin puolelle

Pengertäminen ja tukimuurin rakentaminen on toteutettava niin, etteivät maa-ainekset eivätkä hulevedet valu naapurin puolelle.

Tontille on rakennettava hulevesi- ja perustusten kuivatusvesijärjestelmä, josta vedet on imeytettävä kokonaan tai osittain omalla tontilla, jos maaperäolosuhteet sen sallivat, jollei siitä aiheudu alueen rakennuksille kosteusvauriovaaraa ja jollei vesihuoltolaista muuta johdu. Imeyttäminen tontilla edellyttää pohjatutkimusta ja sen perusteella tehtyä pohjarakennesuunnitelmaa.

Ne hulevedet ja perustusten kuivatusvedet, joita ei imeydetä tontilla, on johdettava kiinteistöjen yhteiseen hulevesi- ja perustusten kuivatusvesijärjestelmään, tai jos tämä ei ole mahdollista, rakennusviraston tai vesihuoltolaitoksen luvalla yleiseen hulevesijärjestelmään.

Hulevesien ja perustusten kuivatusvesien johtaminen on toteutettava siten, ettei luonnollisen vedenjuoksun muuttamisesta aiheudu huomattavaa haittaa naapurille. Hulevesiä ja perustusten kuivatusvesiä ei saa johtaa ajoradalle, pyörätielle, jalkakäytävälle eikä katuojaan.

Rakennuksen rakentamista ja peruskorjaamista koskevaan rakennuslupahakemukseen on liitettävä selvitys hulevesi- ja perustusten kuivatusvesijärjestelmän rakentamisesta tai olemassa olevasta järjestelmästä, sen riittävydestä, toimivuudesta ja kunnossapidosta.

Rakennuslautakunta voi tarvittaessa määrätä alueen kiinteistöjen omistajat tai haltijat yhteisesti suunnittelemaan ja toteuttamaan kiinteistöjen yhteisen hulevesi- ja perustusten kuivatusvesijärjestelmän, jos se alueen vesiolosuhteiden perusteella on välttämätöntä.

Työmaalta ei saa laskea suoraan vesistöön tai ojaan runsaasti kiintoainetta tai lietettä tai haitallisia aineita sisältäviä hule- tai kuivatusvesiä.

Laatikko 10-2 Helsingin rakennusjärjestyksen hulevesiä koskevia määräyksiä.

10.1.3 Kunnan hulevesistrategia ja vesistöselvitykset

Kunnissa voidaan hulevesiasioita ohjata myös hulevesistrategian ja vesistöselvitysten perusteella. Esimerkiksi Vantaalla laaditaan hulevesiohjelman jatkotyönä hulevesien hallinnan toimintamallia, joka sisältää muun muassa hulevesien hallinnan käsittely- ja mitoitusohjeita.

10.1.4 Muut ohjeet

Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry on julkaissut ohjeen RIL 126-2009 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus, jossa annetaan yksityiskohtaisia teknisiä ohjeita rakennustyön suunnitteluun ja toteutukseen.

10.2 Rakentamisen luvat

10.2.1 Rakennuslupa

Rakennus- ja toimenpidelupakäsittelyssä rakennusvalvontaviranomainen edellyttää, että kaavan vaatimukset toteutuvat ja rakentamisen säännöksiä noudatetaan.

Rakennuksen rakentamiseen on oltava rakennuslupa (MRL 125 §). Rakennuslupa tarvitaan myös sellaiseen korjaus- ja muutostyöhön, joka on verrattavissa rakennuksen rakentamiseen, sekä rakennuksen laajentamiseen tai sen kerrosalaan laskettavan tilan lisäämiseen. Rakennuslupa voidaan asettaa määräaika jos rakennuksen on tarkoitus olla paikallaan vain määräajan. Muuta kuin edellä säädettyä rakennuksen korjaus- ja muutostyötä varten tarvitaan rakennuslupa, jos työllä ilmeisesti voi olla vaikutusta rakennuksen käyttäjien turvallisuuteen tai terveydellisiin oloihin. Rakennuslupa-asiakirjat ja lupaan tarvittavat suunnitelmat ja selvitykset on selostettu yksityiskohtaisesti RakMK:n osan 2 luvussa 5.

Jos suoritetaan toimenpiteitä, jotka muuttavat luonnollista vedenjuoksua kiinteistöllä, kiinteistön omistaja tai haltija on velvollinen huolehtimaan siitä, ettei toimenpiteistä aiheudu huomattavaa haittaa naapurille. Tarvittaessa kunnan rakennusvalvontaviranomaisen on

hakemuksesta määrättävä haitan korjaamisesta tai poistamisesta (MRL 165 §).

Asemapiirros tai vastaava piha-/pintavesi-/hulevesisuunnitelma on tärkeä rakennuslupahakemuksen liiteasiakirja. Esimerkiksi Vantaalla edellytetään, että kaikissa rakennushankkeissa esitetään lupahakemuksessa pääsuunnittelijan allekirjoittama piha- ja pintavesien hallintasuunnitelma. Erityiskohteissa edellytetään lisäksi erityistä suunnitelmaa hulevesien hallintaa varten. Haasteellisissa hankkeissa periaate esitetään lupavaiheessa ja toteutussuunnitelma vaaditaan lupaehtona ennen töihin ryhtymistä. Tarve määrittää kuntatekniikan keskuksen ja/tai kunnan ympäristökeskuksen lausunnossa. Lausunnoissa määrittää imeyttämiseen liittyvät reunaehdot, hulevesien pidättämisen parametrit sekä annetaan mitoitusohjeet suunnittelua varten.

Rakennusluvuissa on mahdollista antaa taupauskohtaisia hulevesien hallintaa edistäviä lupamääräyksiä. Myös täydennys- ja korjausrakentamisessa tulee lupaprosessien yhteydessä määrätä ojien ja muiden vedenpoistumisreitien säilyttämisestä tonteilla ja tonttien rajoilla, jos se on tarpeen. Kaupunkirakenteen tiivistämisessä on huomioitava veden kulkureittien säilyttäminen.

Tilanteissa, joissa piha- ja pysäköintialueiden vesien imeyttäminen poikkeaa Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 määräyksistä, voidaan lupapäätöstä tehtäessä harkita vähäistä poikkeamista rakentamismääräyksistä. Poikkeaminen on perusteltava lupaa haettaessa.

Rakennuslupaa myönnettäessä on otettava huomioon, että vedenhankinnan kannalta tärkeillä pohjavesialueilla voi ottamoiden ympärillä olla vesioikeuden, ympäristölupaviraston tai nykyisen aluehallintoviraston päätöksellä asetetut suojavyöhykkeet määräyksineen, jotka asettavat rajoituksia hulevesien käsittelylle.

Laatikossa 10-3 on esimerkkejä Vantaalla annetuista hulevesiä koskevista vaatimuksista.

10.2.2 Toimenpidelupa

Rakennusluvan sijasta rakentamiseen voidaan hakea toimenpidelupa sellaisten rakennelmien ja laitosten – esimerkiksi säiliön – pystyttämiseen, joiden osalta lupa-asian ratkaiseminen ei kaikilta osin edellytä rakentamisessa muutoin

Yleistä hulevesivaatimuksista Vantaalla:

Vantaan yleisenä tavoitteena on, ettei rakennettavilla alueilla lisätä virtaamia; virtaamia voidaan jopa vähentää. Vantaalla ollaan ottamassa käyttöön periaatteita, että kestoltaan 10 minuutin mitoitusasteella 150 l/s*ha virtaama ei saa ylittää rakennetussa tilassa nykytilan (tai luonnontilan) virtaamaa. Tästä saadaan varastorakenteen tilavuusmitoitus (perusmitoitus). Tulvatilanteessa 30 mm sateella (30 min) vesi saa nousta esimerkiksi pysäköintialueelle. Virtaama saa ylittää perusmitoituksella saadun purkuvirtaaman vasta tämän jälkeen. Tulvareitti tarkastellaan 50 mm (50 min) sateella.

A2: matala ja tiivis asuinalue

Vantaan kaupunki on ottanut käyttöön hulevesiohjelman, jonka ensisijaiset tavoitteet ovat hulevesitulvien vähentäminen ja huleveden laadun parantaminen ennen sen johtamista vastaanottavaan vesistöön. Ensisijaisesti tavoitteena on imeyttää/käyttää hulevesi syntypaikaltaan. Savimaalla imeytys ei onnistu, joten vettä voi varastoida ja käyttää puiden ja kasvien kasteluun. Vaihtoehtoisesti vettä varastoidaan lampiin tai avo-oihin ja päästetään vähitellen eteenpäin. Tontilla tulee viivyttää 1 m³ vettä / 100 m² läpäisemätöntä pintaa. Tämä vastaa 10 mm sadetta. Tavoitteena on, että tontilta lähtevä hulevesivirtaama ei muutu. Tällöin, kun mitoitusasteena käytetään 150 l/s, sallittu tontilta lähtevä virtaama on 25 l/s.

T: Teollisuus- ja varastotoimintojen alue

Mitoitusasteella 150 l/s*ha tontilta saadaan purkaa 500 l/s. Tämä vastaa noin valumakerrointa 0,3. Perusmitoitusasteen kesto on 10 min. Tulvatilanne tarkastellaan 30 min kestäväällä 30 mm sateella (167 l/s*ha). Tällöin vesi voi nousta esim. pysäköintipaikoille. Vasta 30 mm sateen ylittävää vesimäärä saa alkaa kasvattaa purkuvirtaamaa. Hulevesien käsittelyyn toivotaan kasvillisuuspintaisia ratkaisuja, mutta jos ne eivät ole tontin järjestelyin mahdollisia, käyvät myös maanalaiset viivytyratkaisut.

Laatikko 10-3 Esimerkkejä Vantaalla rakennusluvan yhteydessä annetuista määräyksistä.

tarvittavaa ohjausta (MRL 126 §). Toimenpidelupa tarvitaan lisäksi sellaisen rakennelman tai laitoksen pystyttämiseen ja sijoittamiseen, jota ei pidetä rakennuksena, jos toimenpiteellä on vaikutusta luonnonoloihin tai ympäröivän alueen maankäyttöön. Lupa ei ole tarpeen, jos toimenpide perustuu MRL:n mukaiseen katusuunnitelmaan, maantielain mukaiseen hyväksytyyn tiesuunnitelmaan tai ratalain mukaiseen hyväksytyyn ratasuunnitelmaan.

Rakennus- tai toimenpideluvanvaraisissa hankkeissa rakennusvalvonnan tulee tarvittaessa vaatia selvitys rakennuspaikan ja sen ympäristön pohja- ja perustamisolosuhteista sekä hulevesien käsittelysuunnitelma. Tällöin rakennusvalvonnalla on mahdollisuus vaikuttaa hulevesien johtamiseen. Varsinkin herkillä alueilla tai asemakaavan taikka rakennusjärjestyksen vaatiessa asiaan on kiinnitettävä erityistä huomiota.

miota.

Lupaa ei yleensä tarvita ainoastaan maan alueen pinnoittamiseen mm. asfaltilla, jolle ei alueen käyttötarkoitus muutu oleellisesti tai toimenpiteellä ole vaikutusta luonnonoloihin. Esimerkiksi suuren alueen päällystäminen vettä läpäisemättömällä pinnoitteella voi vaatia toimenpideluvan, jos sillä on vaikutusta pohjaveden korkeuteen tai jos hulevesistä kiinteistön luonnollisen vedenjuoksun muutoksen vuoksi aiheutuisi naapurille huomattavaa haittaa.

Suunnittelutehtävän vaativuuden mukaan rakennusvalvontaviranomainen edellyttää lupanvaraisissa toimenpiteissä riittävän pätevän henkilön erityissuunnitelman laatimiseen. Myös työnjohtajalta edellytetään pätevyys johtamaansa työhön. Rakentamisen aloituskokouksissa rakennusvalvontaviranomainen edellyttää

lyttää pätevät toimijat tärkeisiin työvaiheisiin ja painottaa työn toteutuksen laatua. Toteutuksen valvonnassa rakennusvalvontaviranomainen edellyttää vastuuhenkilöiden kuitatut työtöitä tarkastuskirjaan tekemästään ja tarkastamastaan työstä kriittisissä rakennusvaiheissa.

Vaativissa kohteissa lupapäätöksessä saatetaan edellyttää erityismenettelyä esimerkiksi suunnittelun tai toteutuksen osalta.

10.3 Rakentamistapaohjeet

Asemakaavan määräyksiä hulevesien käsittelystä voidaan tarkentaa alueen rakentamistapaohjeilla. Kaavamääräys on juridisesti rakentajia velvoittava. Rakentamistapaohjeet ovat sitovia vain, jos ne on hyväksytty osana kaavaa; muussa tapauksessa ne ovat ohjeellisia. Rakentamistapa- ja lähiympäristön suunnitteluohjeilla selvennetään ja täydennetään asemakaavan määräyksiä ja täsmennetään niitä suunnitteluperiaatteita, jota alueen yksityiskohtaisessa suunnittelussa tulee muiden rakentamissäännösten lisäksi noudattaa. Ohjeet sisältävät pääasiassa kaupunkikuvaan ja rakentamisen laatutasoon liittyviä ohjeistuksia.

Tonttien luovutusehtoihin voidaan myös sisällyttää ohjeistusta hulevesien johtamisesta ja käsittelystä. Rakentamistapaohjeet voidaan liittää osaksi kiinteistön kauppakirjaa. Useamman tontin pintavesien johtamiseen tarkoitettujen hulevesipainanteet tai ojat voidaan kuitenkin sijoittaa yleisille alueille. Rakentamistapaohjeissa painanne usein sijoitetaan kaavataloudellisista syistä kuitenkin tonttien rajoille tai tonteille. Huonosti toteutettuna yksityiselle alueelle sijoitetut sadehuippuja tasaavat painanteet aiheuttavat ongelmia ja ristiriitoja naapurusten kesken.

Rakennustapaohjeilla voidaan informoida suunnittelijoita ja rakentajia rakennusmateriaalien käytöstä ja rakennustavasta, joka ottaa huomioon valumavesien laadun ja määrän. Ohjeisiin voidaan sisällyttää esim. imeytystyyppikuvia, ojien hoito-ohjeita ja pumppaamoja koskevia ohjeita. Paikallisesti, varsinkin hyvin tiiviisti rakennettaessa, kiinteistöjen yhteinen

hulevesijärjestelmä voi olla toimivin ratkaisu tonttien kuivatuksen hoitamiseksi, hulevesitulvien ehkäisemiseksi sekä hidastuksen järjestämiseksi ennen hulevesien johtamista hulevesipuroihin. Esimerkiksi Hämeenlinnan kaupungin rakennusjärjestyksen mukaan kiinteistöiltä voidaan edellyttää yhteistyötä. Yhteishankkeet ovat olleet vielä harvinaisia ja kiinteistöjen välistä yhteistyötä hulevesien käsittelyssä tulee vaatia yleisemmin.

10.4 Valvonta

Työn aikana rakennushankkeeseen ryhtyvän on pidettävä kustakin yksittäisestä työsuorituksesta riittävän yksityiskohtaista tarkastusasiakirjaa. Katselmuksesta pidetään pöytäkirjaa, johon merkitään katselmuksessa todetut asiat. Pöytäkirjaan liitetään käytettyjen kiviainesten seulontakäyrät, tarkepiirustukset, selvitykset käytetyistä materiaaleista, jne. Suunnittelijan tulee laatia ennen rakennuksen käyttöönottoa huolto-ohje. Rakennuksen kuivatuksen osalta valvontamenettelyä kuvataan yksityiskohtaisemmin tämän oppaan osiassa 18 (Rakennusten kuivatus).

10.5 Viitteitä

Jutila 2009: Hämeenlinnan kaupungin hulevesistrategia. – Hämeenlinnan ympäristöjulkaisuja 1.

Helsingin kaupungin hulevesistrategia, ladattavissa internetistä (18.4.2011): http://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/2008/hulevesistrategia_2008_9.pdf

11. Hydrologia ja hulevesien määrään vaikuttavat tekijät

11.1 Taajamahydrologian yleispiirteitä

11.1.1 Sadanta ja haihdunta

Suomessa runsaimmat sateet ajoittuvat kesään, jolloin ilma on lämmintä ja voi sisältää paljon kosteutta. Taajamatulvia mahdollisesti aiheuttaakseen sateen on kestettävä samalla alueella riittävän pitkään riittävän voimakkaana. Sateen kestoon ja intensiteettiin vaikuttaa voimakkaasti sateen syntyminen. Voimakkaimmat lyhytkestoiset sateet ovat tyypillisesti luonteeltaan konvektiivisia kuurosateita. Myös rintamasateissa voi toisinaan esiintyä paikalliseen konvektiivisuuteen liittyvää rankkaa sadetta. Erittäin voimakkaita sateita on Keski-Suomessa havaittu Etelä-Suomea useammin. Toisaalta kaksi suurinta Suomessa mitattua arvoa ovat etelärannikolta. Pohjois-Suomessa rankkasateet ovat harvinaisempia kuin muualla maassa.

Taajamissa sadannan lisäystä aiheuttaa tiivistymisytimien runsaus ilmakehässä, korkeiden rakennusten vaikutus tuulikenttään sekä paikallisesti voimistunut konvektio. Viimeksi mainitun tekijän taustalla on sekä lämpösaarekeilmiön suora vaikutus että tiivistymisytimien tehostunut nousu korkeuksiin, jossa pilvipisarat tiivistyvät.

Kokonaishaihdunnan kaikki kolme osatekijää, transpiraatio, evaporaatio ja interseptio, jäävät taajamissa luonnontilaista pienemmäksi. Transpiraatiota eli kasvien elintoimintoihin liittyvää haihduntaa vähentää kasvillisuuden rajoittuminen suppeahkolle alueelle. Puistojen ja puutarhojen kastelu voi tosin lisätä transpiraatiota, mutta Suomessa tämä tekijä ei ole merkittävä.

Evaporaatio on haihduntaa maan, veden tai lumen pinnasta. Kaupunkiympäristö on oival-

linen paikka nähdä evaporaatio omin silmin – kun aurinko alkaa paistaa kesäsateen jälkeen, päällystetyt pinnat kuivuvat hyvin nopeasti. Tämä evaporaatiohuippu jää kuitenkin lyhytaikaiseksi ja suuren osan ajasta päällystettyjen pintojen haihdunta on käytännössä nolla. Suomessa haihtuminen taajamien vesipinnoista on lämpimänä ja tuulisena päivänä 5–10 mm. Kuitenkin taajamien keskimääräinen evaporaatio jää lyhyen keston takia selvästi luonnonaluetta pienemmäksi.

Interseptiohaihdunta on kasvien pinnoille pidettyneen veden haihtumista. Samoin kuin transpiraatiota, kasvillisuuden vähäisyys rajoittaa tätä tekijää taajamissa. Tavallaan tähän voidaan toisaalta sisällyttää seinäpinnoilta sateen jälkeen tapahtuva haihdunta, mutta määrittämisesti sillä ei ole suurta merkitystä.

Painannesäilyntä tarkoittaa sitä osaa sadannasta tai sulannasta, joka lätköityy maan pinnan painanteisiin. Tähän komponenttiin sisältyy myös pintojen kostuttamisen tai vetymiseen kulunut vesimäärä. Taajamien päällystetyillä pinnoilla on usein epätasaisuuksia, joihin vesi kertyy. Samoin on tiivistyneitä maa-alueita, joilla sateen intensiteetti helposti ylittää imeyntäkapasiteetin ja lammikoita syntyy. Sateen jatkuessa vesi saavuttaa painanteiden kynnykskohdat ja pintavaluntaverkosto laajenee.

Painannesäilyntän maksimi-arvo voi joillakin taajaman valuma-alueilla olla useita millimetrejä, tavallisesti kuitenkin vähemmän. Painannesäilyntän suuruus riippuu pinnan ominaisuuksista siten, että se on pienimmillään kaltevilla päällystetyillä pinnoilla ja suurimmillaan tasaisilla, kasvillisuuden peittämällä pinnoilla.

11.1.2 Taajamien vaikutus hydrologiaan

Suomessa oli vuoden 2005 lopussa 745 taajamaa, joissa asui 4,4 miljoonaa asukasta eli 84

Taajama on Suomessa määritelty vähintään 200 asukkaan asutuskeskittymäksi, jossa asuinrakennusten välinen etäisyys on enintään 200 metriä.

prosenttia väestöstä. Taajamien maapinta-ala oli yhteensä 7 169 km² eli noin 2,4 prosenttia koko valtakunnan maa-alasta.

Hydrologisesti taajamat ovat usein voimakkaasti muutettuja ympäristöjä. Vettä läpäisemättömien pintojen (katot, kadut ja tiet, pysäköintialueet) osuus on huomattava, jopa yli puolet kokonaisalasta. Uomaverkosto ja vedenjakajat voivat olla täysin ihmisen suunnittelemat. Taajamissa luonnontilaisesta poikke-

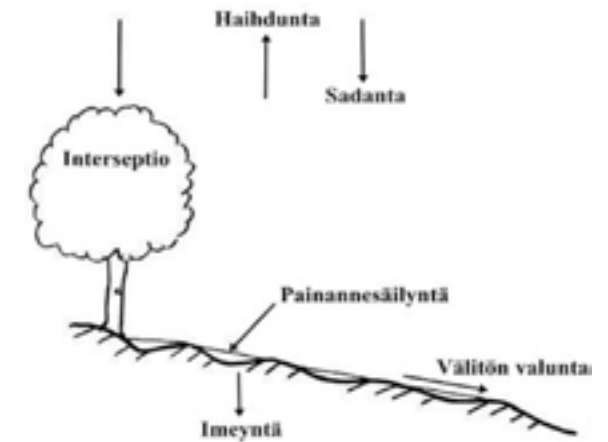
avat kaikki hydrologisen kierron komponentit, jopa sadanta, joka laajoilla kaupunkialueilla voi lisääntyä 5–10 %.

Luonnonoloissa vallitsee kaikissa maala-jeissa yhteyden pinta- ja pohjavesien välillä. Tämän yhteyden voimakkuus vaihtelee suuresti maakerrosten vedenläpäisevyydestä riippuen. Taajama-alueiden läpäisemättömillä pinnoilla tämä yhteys on poikki, joskin asfaltin rakojen tai murtumien kautta vettä voi imeytyä alaspäin pieniä määriä. Toisaalta esimerkiksi betonilaatoille on esitetty yli 10 mm/h imeyntänopeuksia, mikä vastaa tiiveimpien maalajien arvoja.

Usein pohjaveden pinta kuitenkin laskee taajama-alueilla, mikä pahimmillaan voi johtaa

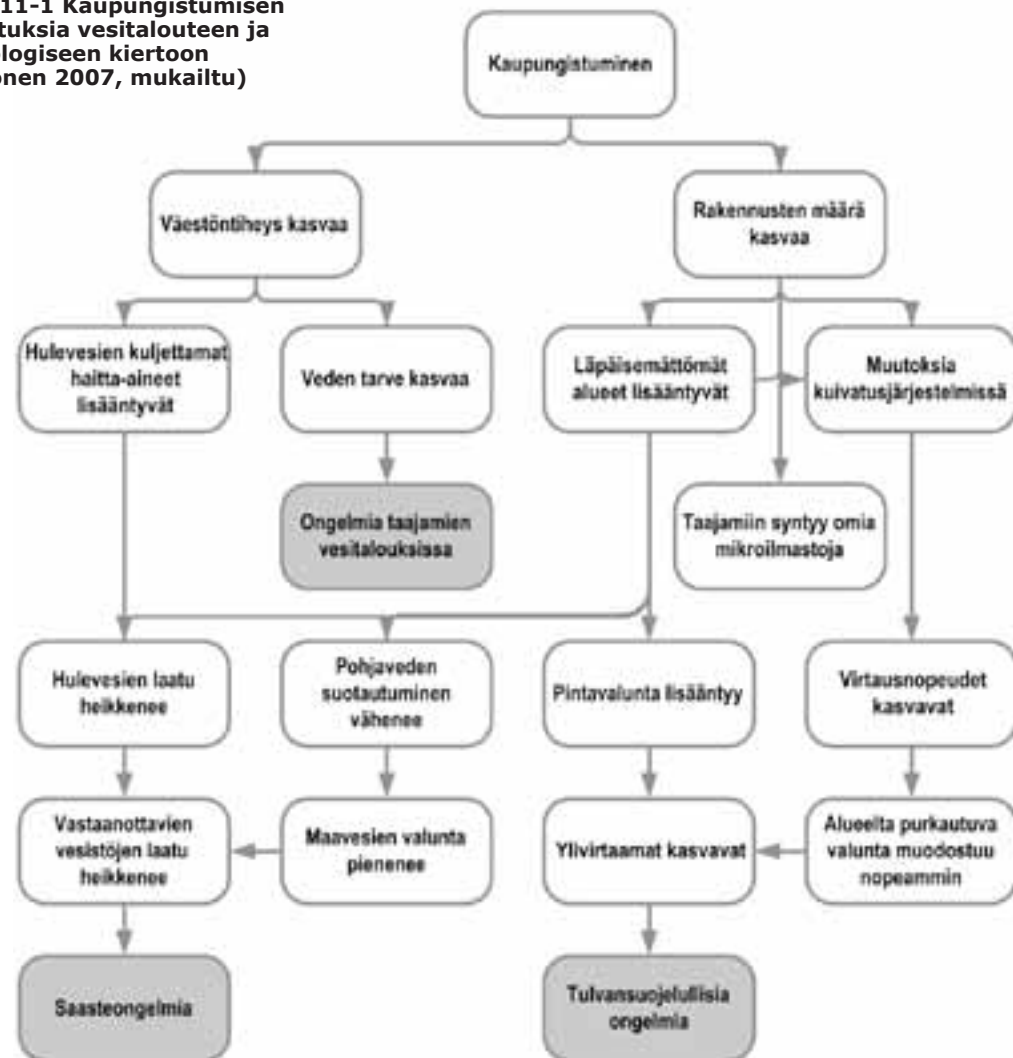
puisten paalutusten lahoamiseen, rakennusten painumiseen ja tiepäällysteiden rikkoutumiseen. Samalla kuivan kauden virtaamat taajamien uomaverkostoissa pienenevät.

Kaupungistumisen vaikutuksia vesitalouteen ja hydrologiseen kiertoon voidaan havainnollistaa kuvalla 11-1. On huomattava, että veden luontaisen kiertokulun ohella taajamissa on aina vesihuoltoon liittyvä veden kiertokulku. Nämä kaksi sekoittuvat toisiinsa useilla tavoilla, merkittävimmin sekaviemäroinnissä. Kaikki vesijohtoverkosta kasteluun tai esim. katujen pesuun otettu vesi linkittää myös näitä kiertokulkuja yhteen. Ääriesimerkkejä ovat putkiritkot, jotka synnyttävät joskus jopa tulvatilanteita.



Kuva 11-2 Sadannan häviöt ja välitön valunta (Overton & Meadows, 1976; Metsäranta 2003)

Kuva 11-1 Kaupungistumisen vaikutuksia vesitalouteen ja hydrologiseen kiertoon (Tiihonen 2007, mukailtu)



11.2 Taajamien valuntaolot

Mitä enemmän alueella on läpäisemätöntä pintaa, sitä nopeammin ja tehokkaammin sade- ja sulamisvedet synnyttävät pintavaluntaa. Rankoillakin sateilla pintavalunnan osuus kokonaisvalunnasta on luonnonoloissa usein vähäinen, mutta tiiviisti rakennetuissa taajamissa jo pienten sateiden aikana voi muodostua paljon pintavaluntaa. Kaupungistuminen aiheuttaaakin suurimman suhteellisen muutoksen pienten ja keskiuurten sateiden aikaisessa valunnassa.

Hulevesivalunnan muodostumiseen vaikuttavat useat eri tekijät: sateen intensiteetti ja kesto, sadetapahtumaa edeltävän kuivan ajan pituus, maanpinnan kaltevuus ja maaperän ominaisuudet. Näitä käsitellään jäljempänä kohdassa 11.3. Olennaisin tekijä etenkin kesäsateiden aikana on kuitenkin läpäisemättömän pinnan osuus tarkasteltavan alueen kokonaisalasta.

Yleensä noin kaksi kolmasosaa taajama-valuma-alueiden läpäisemättömistä pinnoista koostuu kaduista, muista väylistä ja pysäköintialueista, jotka on yleensä suoraan kytketty alueen hulevesi- tai sekaviemärointiin. Kaikki läpäisemätön pinta ei kuitenkaan aiheuta pintavaluntaa, vaan vesi voi päätyä ympärillä oleville läpäiseville alueille ja imeytyä maahan. Suomalaisilla asuinalueilla välitöntä pintavaluntaa tuottava tehoisa osuus on tyypillisesti 50–80 % läpäisemättömästä pinnasta. Tätä

osuutta voidaan pyrkiä arvioimaan karttojen ja kuvien avulla, mutta kovin tarkkaan tulokseen ei näin menetellen yleensä päästä.

Taajama-alueiden sadanta-valuntaprosessi voidaan jakaa kahteen osaan: tehoisan sadannan muodostumiseen ja valunnan kulkeutumiseen valuma-alueella. Tehoisa sadanta on sadannan välitöntä valuntaa muodostava osa, joka jää jäljelle, kun kokonaissadannasta poistetaan häviöt. Näitä häviöitä ovat haihdunta, imeyntä, interseptio ja painannesäilyntä. Sadannan häviöitä ja välitöntä valuntaa havainnollistaa kuva 11-2. Pienillä sateilla häviöiden suhteellinen osuus on korkea, rankoilla sateilla se alenee voimakkaasti.

Valumavesien kulkeutuminen tapahtuu taajama-alueilla usein ihmisen rakentamien tai muokkaamien reittien kautta. Luonnontilaiset uomastot ovat harvinaisia, joskin monen suomalaisen taajaman läpi virtaa valunnan kerääjänä toimiva joki. Lähin järvikään ei usein ole kaukana. Suomessa hulevedet päätyvät yleensä hulevesiviemäriin. Vanhoilla keskusta-alueilla on myös sekaviemäreitä, joissa hulevedet yhtyvät viemäriverseen ja virtaavat niiden mukana puhdistamoille.

11.3 Valuntakerroin

Valuntakerroin on käsite, jolla kuvataan alueelta pois virtaavan vesimäärän ja alue-sadannan suhdetta. Tätä käsitettä käytetään myös luonnontilaisilla alueilla, mutta erityisen yleisesti taajamahydrologiassa. Etenkin rankkojen sateiden osalta se on keskeinen apuneuvo.

Rankkasateiden osalta ei Suomesta ole juuri tietoja taajama-alueen valuntakertoimien tai ylivirtaamien suuruudesta. Ylivirtaaman purkautumista putkiverkostossa voi rajoittaa mm. hulevesiviemäreiden rakenteellinen kapasiteetti tai niiden tukkeutuminen kokonaan tai osittain. Myös tehoisan läpäisemättömän pinnan osuus voi rankoilla sateilla muuttua. Se voi pienetä, jos pinnoille padottunut vesi löytää uusia reittejä läpäiseville alueille. Toisaalta pintavaluntaa voi alkaa syntyä myös läpäiseviltä alueilta, jos sade on rankka tai pitkäkestoinen.

Yleisesti voidaan todeta, että sateen rakentuu valuntakerroin suurenee. Tämä johtuu ennen kaikkea läpäisevien pintojen valuntakertoimien kasvusta. Ylivirtaaman osalta tilanne on mutkikkaampi; siihen vaikuttaa viemäreiden kapasiteetin ohella maanpinnalle tilapäisesti padottuvan vesimäärän eli painanne-säilynnän suuruus.

Taajama-alueiden alivalumiin vaikuttaa erityisesti se, kuinka paljon pohjavesiolot ovat muuttuneet. Jos pohjaveden pinta on alueen rakentamisen jälkeen laskenut, mikä on tavallista, alivalumat voivat olla selvästi luonnontilaa alhaisemmat. Valunnan ajalliset vaihtelut ovat yleensäkin taajama-alueilla selvästi luonnontilaisia alueita nopeammat ja voimakkaammat.

Huomattava merkitys alivalumiin on myös maavesivaraston kapasiteetin muutoksilla. Läpäisemättömien pintojen alle jäävä maaperä ei enää varastoi tai vapauta vettä, ellei sivusuuntaisia virtauksia esiinny. Näin voi aktiivinen maavesivarasto supistua merkittävästi.

Kaupunkivedet ja niiden hallinta -projektissa (RYVE) on arvioitu maankäytön, maaperän ja kaltevuuden vaikutusta valuntakertoimeen käyttäen karkeaa kolmijakoista maaperäluokitusta: (i) sora, hiekka, turve; (ii) moreeni; ja (iii) savi, siltti, lieju, kallio (Kuusisto 2002).

Valuntakertoimen arvoja erilaisilla pinnoilla tarkastellaan tämän oppaan kohdassa 15.1.3 (Hulevesiviemäreiden mitoitus).

11.4 Taajamatulvat

Tulva voi syntyä taajamassa neljän lähtökoh-taisesti erilaisen tekijän kautta:

- sademäärältään suuri ja mahdollisesti pitkäkestoinen sadejakso
- vesistön suuri vesimäärä tai jään tai hyyteen aiheuttama padotus
- merenpinnan nousu poikkeuksellisen korkealle
- taajamaan osuva rankkasade.

Laatikossa 11-1 on kuvattu Suomessa esiintyvien hulevesitulvia aiheuttavien rankkasateiden meteorologisia ominaisuuksia:

Runsas sade, joka aiheuttaa hulevesiongelmia Suomessa, havaitaan todennäköisimmin lämpimänä vuodenaikana (touko-lokakuussa), ja harvinaisen suurista 24 tunnin sadannoista (toistuvuus suurempi kuin 50 vuotta) yli 70 % havaitaan heinä-elokuussa (Saariakalle, 2009). Painottuminen kesään johtuu suuren sadannan synnyn vaatimista meteorologisista olosuhteista: il-massa pitää olla paljon vesihöyryä eli suuri absoluuttinen kosteus. Se on mahdollista vain, kun Suomeen virtaava il-mamassa on lämmintä ja peräisin tuhansia kilometrejä meitä eteläisemmiltä seuduilta. Rankkasadetilanteissa ja niitä ennen tyypillinen sää on hiostava helle sadepaikalla tai sen lähi-alueella (esimerkiksi Virossa). Pelkkä kosteussisältö ei vielä riitä, vaan lisäksi tarvitaan nousuliike, joka saa ilman jäähtymään ja vesihöyryn tiivistymään pilvipisaroiksi. Niistä syntyy sadepilven kylmään yläosaan

Laatikko 11-1 Rankkasateiden meteorologisia ominaisuuksia Suomessa.

sakea lumihutale- ja lumiraesade, joka pu-toaa maahan sulaneena rankkasateena.

Sadetta synnyttävä ilman nousuliike voi olla laaja-alaista ja hidasta (1-10 cm/s), mikä on tyypillistä matalapaineiden säärintamien alueella. Matalapainemittakaavan runsas sade eli synoptinen rankkasade ei ole kovin intensiivistä hetkellisesti, mutta kestää kauan ja ulottuu jopa satojen kilometrien alueelle. Suuret sadannat kertyvät tyypillisesti 6-48 tunnin aikana. Synoptista rankkasadetta aiheuttavan matalapaineen ei tarvitse olla erityisen voimakas. Tärkeintä on sen hidas tai mieluiten pysähtynyt liike, suuri kosteus lämpimän ilman sektorissa sekä myös elinkaaren alkupuoli eli matalapaine on vielä syvenemässä. Tällaiset matalat saapuvat Suomeen useimmiten kaakon ja lounaan välisestä sektorista. Sateen laaja-alaisuuden takia vesistötulvat ovat synoptisissa rankkasateissa usein suurempi haitta kuin hulevesitulvat. Esimerkkejä poikkeuksellisista synoptisista rankkasateista ovat elokuun alun 1967 ja heinäkuun lopun 2004 matalapaineet.

Yleisin hulevesitulvan aiheuttava sade syntyy ilman nopeassa pystyliikkeessä (1-10 m/s) konvektionostossa, joka synnyttää kuuro- ja ukkospilviä. Konvektio tarkoittaa nostevoimien aikaansaamia pystysuuntaisia virtauksia, jotka syntyvät lämpötilaoloiltaan epävakaisesti kerrostuneeseen ilmakehään. Konvektiivinen rankkasade on intensiivistä ja synnyttää tyypillisesti suuria sadantoja (5 min – 3 h). Rajuimmat konvektiosateet havaitaan hiostavan helteises-sä il-mamassassa (ns. lämpöukkokset), usein matalapaineen lämpimän ilman sektorissa kylmän säärintaman edellä tai sen kohdalla (ns. rintamaukkokset). Koska lämpöukkosten edellytys on lämmin ilma maan pinnan lähellä, ovat konvektiiviset rankkasateet yle-

simpiä kesällä kello 12 ja 18 välillä (Kilpeläinen), kun auringon lämmitys on suurinta. Säärintamien synnyttämiä konvektiosateita on kaikkina vuorokaudenaikoina, mutta nekin ovat usein voimakkaimmillaaniltapäivällä. Jako synoptisiin ja konvektiivisiin rankkasateisiin ei useinkaan ole selvä, vaan niitä on toisinaan sekoittuneina samalla alueella. Lisäksi on huomattava, että synoptisen kokoluokan matalapaineet synnyttävät usein myös parhaat olosuhteet konvektiivisille rankkasateille.

Konvektiiviseen rankkasade- ja hulevesiriskiä vaikuttaa paljon konvektiosateen rakenne (Saariakalle 2009). Yhden konvektiopilven eli kuurosulun elinkaari kestää yleensä alle tunnin, mutta sen liikkeen takia rankkasade kestää samalla paikalla usein vain 5-15 minuuttia. Yksittäinen kuurokin voi aiheuttaa hulevesitulvan pienelle alueelle (1 -10 km), mikäli sateen intensiteetti on hyvin suuri tai solu ei liiku juuri lainkaan. Esimerkiksi liikkumaton kuuro synnytti hulevesitulvan Helsingin keskustassa heinäkuussa 2010, vaikka sadanta oli vain noin 15 mm puolessa tunnissa. Perniön tulva toukokuussa 2010 aiheutui myös paikallaan pysyneestä ukkospilvestä. Solun liike ja osaksi myös rakenne määrätty ilmakehän pystysuuntaisesta tuuliprofiilista. Yleensä konvektiosateet eivät ole yksittäisiä soluja vaan koostuvat useiden kuuropilvien rykelmistä, joilla on monesti taipumus ryhmittäytyä nauhoiksi tai jonoiksi. Ongelmallisen hulevesirankkasateen riski on merkittävä, kun tällainen nauha liikkuu hitaasti likimain pituussuuntaansa, jolloin rankkaa sadetta voi tulla pienehköllä alueella (5-20 km) noin tunnin ajan. Tilanne pahenee edelleen, mikäli kyseessä on ns. taakse kasvava ukkospilvi. Siinä solut liikkuvat jopa reippaasti, mutta uusia soluja muodostuu koko ajan

...jatkuu

...jatkoa edelliseltä sivulta

nauhan tuulenpuoleiseen päähän niin, että rankimman sateen kohta on käytännössä lähes paikallaan.

Pahin hulevesiriski syntyy silloin, kun ukkospilvet ryhmittyvät ns. mesomitkaavan konvektiojärjestelmäksi (joka usein lyhennetään englannin kielestä tulevin kirjaimin MCS). Siinä ukkossateiden melko yhtenäinen alue on kooltaan suuri (50.300 km) ja pitkäikäinen (3.15 h). Jos MCS liikkuu pituussuuntaansa, hitaasti tai on luonteeltaan taakse kasvava, rankkasadetta voi tulla yhdessä paikassa 1-4 tuntia (yleensä jaksoittain) ja hulevesiongelmia voi syn-

tyä paikoin yhden tai useamman maakunnan alueella. Porin tulva elokuussa 2007 aiheutui juuri MCS:n pitkittäisestä liikkeestä ja taaksepäin kasvusta. Valtaosa näistä järjestelmistä tulee Suomeen tai kehittyy täällä etelän ja kaakon välisestä sektorista saapuvan helteisen ilmamassan myötä. Yleisin vuorokaudenaika on iltapäivä tai ilta. Viileiden sääjaksojen aikana vaaraa aiheuttavia konvektiojärjestelmiä ei juuri kehity. Suuret ukkospilvijärjestelmät voivat olla myös nopealiikkeisiä (esimerkiksi kesän 2010 neljä tuhoisaa rajuilmaa), jolloin hulevesiriski on pienempi kuin salamoinnin, ukkospuuskien tai rakeiden aiheuttama vahinko.

Lähteet: Ilmatieteen laitos (Jarmo Koistinen), Kilpeläinen 2006 ja Saarikalle 2009

Näistä kaikista on Suomessa viime vuosina saatu ikäviä esimerkkejä. Pahimmillaan kaikki neljä tekijää voivat vaikuttaa yhtä aikaa. ELY-keskukset ovat arvioineet Suomen vesistön ja merenpinnan noususta aiheutuvat tulvariskit. Vesistöjen varrella ja rannikolla arvioidaan asuvan jopa 70 000 – 100 000 ihmistä alueella, jolla harvinainen tulva voi aiheuttaa vahinkoja. Kuntien tehtävänä on arvioida hulevesistä aiheutuvat tulvariskit.

Seuraavassa tarkastellaan lähinnä rankkasateiden aiheuttamia tulvia ja niiden syntyyn vaikuttavia tekijöitä. Pääsääntöisesti voidaan todeta, että hulevesijärjestelmän ominaisuudet ja kehittäminen ovat tulvien vakavuuden ja laajuuden osalta avainasemassa. Taajamatulvan syntyyn ja vahinkojen suuruuteen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- läpäisemättömien pintojen suuri osuus
- rakentaminen alaville alueille
- pintavalunnan luontaisten varastoalueiden ja virtausreittien muuntaminen
- maaperän tiivistyminen rakentamisen yhteydessä

- hulevesiverkoston vajaamitoitus (useimmiten kerran 2–5 vuodessa toistuville sateille)
- puutteelliset tulvareitit
- suunnittelu- ja rakennusvirheet
- puutteellinen kunnossapito
- kasvillisuuden ja veden virtausta hidastavien rakenteiden väheneminen
- täydennysrakentamisen aiheuttama hulevesijärjestelmän lisäkuormitus
- ilmastonmuutos.

Taajamatulvan sattuessa tulee usein esiin myös odottamattomia tekijöitä, jotka kasvattavat vahinkoja. Laatikossa 11-2 on kuvattu esimerkkinä Ylivieskassa elokuussa 2004 koettu taajamatulva.

Ylivieskassa satoi elokuussa 2004 vuorokauden aikana yli 70 mm. Monien hulevesikaivojen kannet olivat tukossa tai kaivojen hiekkapesät täynnä, jolloin hiekka tukki poistoputken. Paikoitellen kaivojen kannet olivat tien pintaa korkeammalla. Hulevesiä kertyi runsaasti kaduille ja pihoille vahinkoja aiheuttaen. Myös jätevesiviemäriin päätyi runsaasti hulevesiä, viemärit tulvivat 48 kiinteistön kellareihin lattiakaivojen ja wc-istuinten kautta.

Alikulikutunneleihin virtasi vettä suunniteltua laajemmilta alueilta, jolloin pumppaamoiden kapasiteetit ylittyivät. Erästä 800 mm rumpuputkea oli jatkettu 270 mm putkella, mikä johti padotustilanteeseen. Toisessa alikulikutunnelissa penkat sortuivat. Yksi kevyen liikenteen silta oli painunut, jolloin alapuolisen uoman virtausala oli pienentynyt 60 prosentilla (Kajanus ym. 2006).

Laatikko 11-2 Ylivieskan taajamatulva elokuussa 2004. Alakuva Keravalta samalta ajankohdalta.



11.5 Rankkasateet ja ilmastomuutos

Kasvihuoneilmion voimistumisen vaikutuksesta sademäärien odotetaan jonkin verran lisääntyvän Suomessa kuluvalle vuosisadalla. Sademäärien kasvu ei kuitenkaan ole yhtä selkeää kuin lämpötilan kohoaminen. Sademäärien suuri luontaisen vaihtelun takia ilmastomuutoksen vaikutus ei välttämättä tule kunnolla esiin vielä lähivuosisikymmeninä. Kuitenkin vuotuiset sademäärät näyttäisivät ilmastomallien tulosten perusteella kasvavan Suomessa keskimäärin noin viidenneksellä sadassa vuodessa.

Vuodenaajoittain tarkasteltuna sademäärä lisääntyy prosentteina ilmaistuna eniten talvella. Myös kesällä sademäärät todennäköisemmin lisääntyvät kuin vähenevät. Sadepäivien lukumäärä näyttäisi pysyvän kesäkuukausina suurin piirtein ennallaan, joten kesällä sademäärän kasvu on seurausta sateiden voimistumisesta. Myös talvella sateet voimistuvat, suhteellisesti ottaen jopa enemmän kuin kesällä, mutta lisäksi sadetta saadaan talvisin aiempaa useammin. Näin ollen kokonaissademäärä lisääntyy talvella hieman enemmän kuin mitä rankimmat sateet voimistuvat. Toisaalta lämpötilan kohoamisen johdosta entistä suurempi osa talvisateista saadaan tulevaisuudessa vetenä. Useiden mallikokeiden mukaan sademäärien kasvu on Pohjois-Suomessa hieman suurempaa kuin etelässä.

Rankkasateiden muutoksia Suomessa on arvioitu aiemmissa tutkimuksissa (Aaltonen ym. 2008, Jylhä ym. 2009, Perrels ym. 2010) alueellisten ilmastomallien tuloksien perusteella. Arviot kesäkauden suurimpien vuorokausisateiden muutoksista nykyilmastosta (1971–2000) vuosisadan loppupuolelle (2070–2099) antavat 10–30 % kasvun. Kuuden tunnin maksimisateet saattavat kasvaa hieman enemmän,

noin 15–40 % (Aaltonen ym. 2008). Kestoltaan hyvin lyhytaikaisten (esimerkiksi 15 minuutin) sateiden rankkuuksien muutoksia ei voida luotettavasti määrittää. Alueelliset mallikokeet kuvaavat pienialaisia ilmiöitä maailmanlaajuisia malleja tarkemmin, mutta alueelliset mallijat edustavat pientä otosta mahdollisista tulevaisuuden ilmastoista, mikä on puute. Seuraavassa tarkastellaan rankkasateiden muutoksia Suomessa maailmanlaajuisen mallikokeiden perusteella.

Taulukossa 11-1 on esitetty useiden maailmanlaajuisen ilmastomallien tuloksiin perustuen sademäärän ja rankkasateiden voimakkuutta kuvaavien suurimpien vuorokausisademäärien muutosten keskiarvot siirryttäessä nykyilmastosta kuluvalle vuosisadan lopulle. Näissä laskelmissa tuleville kasvihuonekaasujen pitoisuuksille on käytetty pessimististä A2-skenaariota, jossa kasvihuonekaasujen päästöt jatkavat kasvuaan koko vuosisadan ajan. Mallitulosten keskiarvona vuoden keskimäärin suurin vuorokausisademäärä kasvaa Suomessa kuluvalle vuosisadan lopulle tultaessa noin 20 %. Kesällä kasvu on noin 16 % maailmanlaajuisen mallien perusteella eli hieman vähemmän kuin alueellisten mallien perusteella. Suhteelliset muutokset vuosisadan puoliväliin asti ovat suunnilleen puolet vuosisadan lopulle arvioiduista.

Myös tulevaisuudessa rankimmat sateet esiintynevät kesällä ja alkusyksystä, vaikka talvella rankkasateet voimistuvat enemmän kuin kesällä. Rankkasateiden esiintymisen vuodenaikavaihtelu tulee hieman tasoittumaan talvien rankkasateiden runsastuessa. Muutosten suuruudesta eri mallijat antavat vaihtelevia tuloksia, mutta kahdenkymmenen prosentin lisäys on useimmiten kuvaava luku kohtuullisen rankkojen kesäsateiden lisäykseksi. Muutosarvion epävarmuus voidaan liittää aikajaksoon; noin 20 % lisäys tapahtunee vuosisadan loppuun mennessä, mutta se saattaa tapahtua jo aiemminkin.

Lähde: Ilmatieteen laitos; seitsemän maailmanlaajuisen ilmastomallin tulosten keskiarvo Suomen alueella siirryttäessä jaksolta 1971–2000 jaksolle 2081–2100

	Talvi	Kevät	Kesä	Syksy	Koko vuosi
Sademäärä	+35 %	+13 %	+8 %	+22 %	+19 %
Suurin vuorokausisademäärä	+32 %	+18 %	+16 %	+24 %	+20 %

Taulukko 11-1 Koko vuoden kokonaissademäärän ja keskimäärin suurimman vuorokausisademäärän muutos seitsemän eri vuodenaikoina.

Taajamatulvien huippujen oletetaan kasvavan lähes samassa suhteessa kuin sateiden rankkuus. Sateiden todennäköisyyksien osalta on todettu, että 20 % sateen rankkuuden kasvu aiheuttaa nykyilmaston 5, 10 ja 25 vuoden tulvahuippujen toistumisen noin 3, 5 ja 10 vuoden välein (Aaltonen ym. 2008).

Vaikka ilmastomuutoksesta aiheutuvat liisäuhat ovat ilmeiset, ensisijainen hulevesien lisääntymiseen vaikuttava tekijä on rakentamisen aiheuttama valuntaolojen muutos. Yleisesti ottaen ongelmat ovat pahimmat tiivistä rakennetuilla keskusta-alueilla, missä nykyisten putkiviemäreiden vaihtaminen on lähes mahdotonta. Näiden alueiden osalta ongelmia ei siis voida ratkaista mitoitusta muuttamalla. Tulvareittien suunnittelu ja ylläpito on siellä avainasemassa

11.6 Lyhytkestoisten sadetapahtumien alueellinen jakauma

Keskimäärin sademäärät pienenevät Suomessa pohjoista kohden, mutta rankkasateiden alueellinen satunnaisvaihtelu on suurta. Olemassa olevan havaintoaineiston perusteella alueellisia eroja ei voida määrittää tarkasti.

Sademäärät vaihtelevat Suomen eri alueiden välillä. Jakson 1971–2000 sademittarihavainnoista laskettu vuoden keskimääräinen sadusumma on pienin Pohjois-Lapissa, noin 400 mm, ja suurimmillaan yli 700 mm maan etelä- ja keskiosissa. Keskimääräinen vuosisademäärä vaihtelee Suomessa siis lähes ±30 % eri alueiden välillä. Erot johtuvat pääasiassa ilmakehän keskimääräisen kosteussisällön vähenemisestä pohjoista kohden sekä maaston korkeuserojen ja meren läheisyyden vaikutuksista.

Kesäpuolella vuotta, toukokuusta syyskuuhun, sademäärä vaihtelee Pohjois-Lapin noin 240 mm:stä Keski-Suomen paikoin 340 mm sadusummiin jakson 1971–2000 keskiarvoissa. Kesäkauden sadusumman alueellinen vaihtelu on noin ±18 % eli selvästi vähäisempää kuin koko vuotta tarkasteltaessa. Koska hulevesijärjestelmien mitoitus määräytyy rankkojen vesisateiden perusteella, tarkastellaan alla

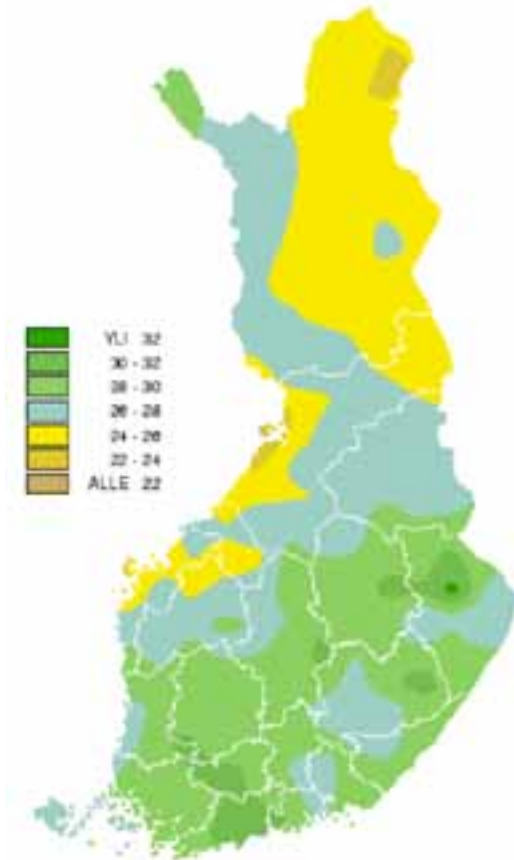
lyhytkestoisten kesäsateiden alueellista jakaumaa.

Tutkamittausten perusteella on määriteltä touko-syyskuun eripituisten kertymäjaksujen ja erikokoisten alueiden sademäärien toistumisaikoja. Tutkamittausten etuna pistemäisiä vuorokauden sadekertymää mittaaviin sademittareihin verrattuna on muutamiin minuutteihin ulottuva ajallinen erotuskyky sekä neliökilometriä suurempien pinta-alojen sadekertymän mittaaminen. Valitettavasti tutkamittaustulosten toistaiseksi kertynyt liian vähän, jotta sen avulla voitaisiin luotettavasti määrittellä rankkasateiden esiintymisen todennäköisyyden eroja Suomen eri alueiden välillä.

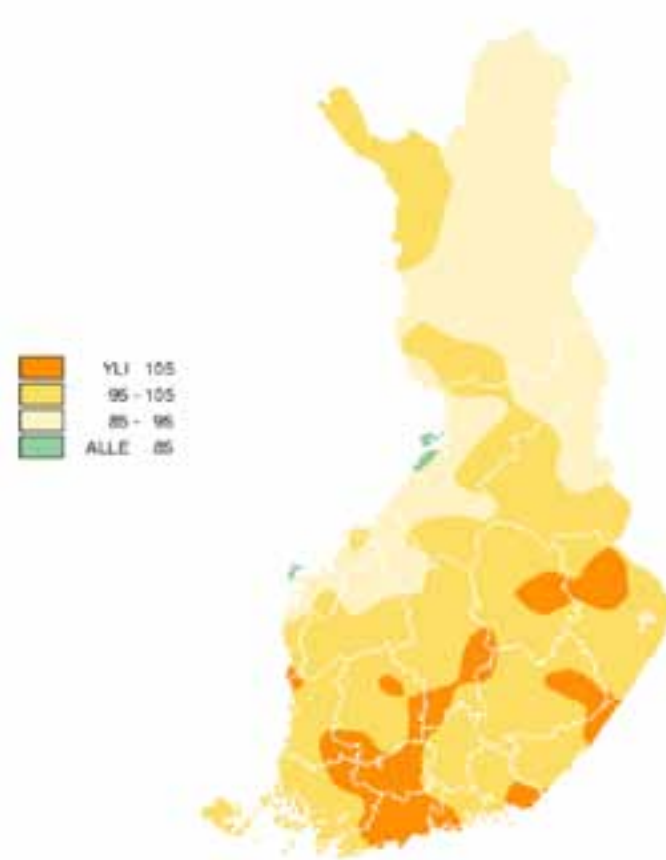
Puutteellisen havaintoaineiston vuoksi joudutaan oletamaan, että vuorokauden sadusummien avulla voidaan arvioida myös huomattavasti lyhytkestoisten sadetapahtumien (minuuteista tunteihin) alueellista jakaumaa Suomessa. Tätä oletusta tukee tutkimustulosten perustuva tieto, että touko-syyskuussa runsassateisen vuorokauden sademäärän ja 15 minuutin aikana kertyneen rankkasateen välinen suhde on likimain vakio (noin 4,5), tarkastellaanpa 2, 3, 5 tai 10 vuoden toistuvuusajoina. Voidaan siis olettaa, että suurimpia vuorokauden sadusummaa tarkastelemalla saadaan kuva myös lyhytkestoisten sadetapahtumien alueellisesta jakaumasta.

Tarkastelu perustuu alueelliseen analyysiin sademittarien viidenkymmenen vuoden (1961–2010) havaintoaineistosta, joka sisältää 211 asemaa. Ne kattavat Suomen kohtuullisesti lukuun ottamatta Kolari-Ivalo linjan pohjoispuolista aluetta. Vähintään 40 vuotta mitanneiden sadetasemien mittaustulosten perusteella on kuvassa 11-3 esitetty vuoden suurimman vuorokausisademäärän mediaanin alueellinen jakauma. Mediaania vastaa kahden vuoden toistumisaika. Muutamia yksittäisiä "laikkuja" lukuun ottamatta keskimäärin kahden vuoden välein ylittyvä vuorokauden sademäärä on Suomessa arvojen 24–32 mm välillä. Mittauspaikkojen sijainti sekä osittain analyysimenetelmä selittävät osan kartan laikkuudesta.

Mittausaineisto koostuu 211 sadeaseman havainnoista jaksolla 1961-2010. Mukana ovat vähintään 40 vuotta toimineet asemat.



Kuva 11-3 Vuoden suurimman vuorokausisademäärän mediaanin alueellinen jakauma (yksikkö: mm).



Kuva 11-4 Suomen keskiarvolla normitettu vuoden suurimman vuorokausisademäärän mediaanin alueellinen jakauma (yksikkö: %).

Tarkasteltaessa huomattavasti harvinaisempia kuin keskimäärin joka toinen vuosi ylittyvien vuorokausisademäärien alueellisia jakaumia on otettava huomioon, että satunnaisuudella on kasvava merkitys, mitä harvinaisimmista tapahtumista on kyse. Esimerkiksi Pohjanmaan maakunnassa on mitattu runsaita, yli 100 mm vuorokauden sademääriä (Aaltonen ym. 2008), vaikka kuvan 11-3 mukaan alueella on paikallinen minimi. Yksityiskohtaisia alueellisia eroja tulee tulkita varoen. Sen sijaan havaintojen määrä riittää osoittamaan, että Pohjois-Suomessa erittäin suurien sademäärien todennäköisyys on hieman alhaisempi kuin Etelä- tai Keski-Suomessa (Aaltonen ym. 2008). Tarkkaa analyysyä on siis vaikea laatia, sillä harvinaisen suurten sateiden osalta havaintoaineisto on pieni.

11.7 Talviolosuhteet

Koskemattoman lumipeitteen osuus on usein tiheään asutulla alueella pieni. Lumi pyritään poistamaan kaikilta liikennealueilta; katoilta se voi tulla alas pelkän painovoiman myötä. Lähes jokaisella taajamalla on myös yksi tai useampi lumenkaatopaikka. Luonnollisen vesitasapainon varmistamiseksi lumenkaatopaikkojen tulisi olla suhteellisen pieniä ja sijaita niin, että sulamisvedet imeytyvät maahan. Talven aikana lumeen varastoituneet aineet kohottavat sulamisvesien ainepitoisuuksia. Tällöin tulee

huolehtia valumavesien asianmukaisesta käsittelystä ennen imeyttämistä. Lumen kasaamista päällystetyille pinnoille kuten pysäköintialueiden kulmiin tulisi välttää, koska sulamisvedet valuvat suoraan hulevesiviemäriin ja aiheuttavat tulvia ja viemärien roskaantumista.

Jään muodostumista pohditaan taajama-alueilla useimmiten liukkauden ja sen torjunnan yhteydessä. Jäätymisestä aiheutuu kuitenkin myös hulevesijärjestelmälle monenlaisia ongelmia. Matalalla olevat sadevesiputket voivat jäätyä, samoin kaikki kattojen vedenpoistojärjestelmän rakenteet. Puroihin, lampiin ja kosteikoihin muodostuu jääpeite. Seuraavan sade- tai sulamistilanteen aikana vesi voi virrata jään päälle ja synnyttää paannejäää. Myös pohjasedimentit saattavat lähteä liikkeelle, kun jään alla virtaavan veden nopeus poikkipinta-alan pienetessä kasvaa. Jää ja sohjo tukkivat helposti ritiläkaivot aiheuttaen paikallisia ongelmia. Syksyllä riesana ovat puista pudonneet lehdet.

Ilmastonmuutos tulee muuttamaan talvi-kuukausien olosuhteita etenkin Etelä-Suomen taajamissa. Jo nyt on havaittu selviä muutoksia erityisesti lumipeitteen osalta. Vantaan vesistöalueella lumen keskimääräinen maksimiviesiarvo kaudella 1961-1990 oli 109 mm, mutta kaudella 1991-2008 vain 63 mm.

Talvivalunta lisääntyy talvisten vesisateiden ja lumen sulannan runsastuessa. Rannikkojoissa on esiintynyt talvitulvia ja myös taajamien valuma-alueilla virtaamahiuput ovat olleet huomattavia. Tämä kehitys tulee voimistumaan.

Useissa tutkimuksissa on todettu, että valunta kertyy talvella merkittävästi laajemmalta alueelta kuin kesällä. Lisäksi esimerkiksi RYVE-tutkimuksessa suurin kuukausivalunta tapahtui helmikuussa kaikilla tutkituilla kaupunkialueilla (Kotola ja Nurminen 2003).

Routaa on viime vuosina ollut monissa etelän taajamissa vähän. Hulevesijärjestelmän kannalta on tärkeää, että veden imeytymisalueille ei muodostuisi läpäisemätöntä routakerrosta. Ilmastonmuutoksen arvioidaan keskimäärin vähentävän routaa. Joskin silloin kun lunta on vähän ja maaperä märkä, pakkasjakso voi synnyttää hyvinkin tiiviin routakerroksen.

11.8 Hydrologiset mitoitusperusteet

Hulevesijärjestelmät mitoitetaan ennalta sovitujen todennäköisyyksien mukaisten sade- tai sulamistapahtuman aiheuttamille hulevesivirtaamille tai -määrille. Rakennetuilla alueilla mitoitustilanteen aiheuttaa yleensä vesisade.

Hulevesien johtamisjärjestelmien – putkiviemäreiden, kanavien, painanteiden, avo-ojien jne. –mitoituserusteena on hetkellinen virtaama, joka on riippuvainen sateen rankkuudesta. Sitä vastoin hulevesien varastointiin ja käsittelyyn käytettävien rakenteiden tai hulevesijärjestelmän osien mitoitusperuste on hulevesien määrä eli tilavuus, joka on riippuvainen sademäärästä. Rakenteiden suunnittelussa tarvitaan usein sekä mitoitusvirtaaman että -tilavuuden määrittämistä, koska niissä on yleensä sekä johtamiseen että varastointiin ja käsittelyyn tarkoitettuja osia.

Mitoitusvirtaama määritellään yksinkertaisimmillaan kaavalla:

$$Q = C * i * A \quad (1)$$

jossa Q [l/s] on mitoitusvirtaama, C valumakerroin, i [l/(s*ha)] mitoitusateen keskimääräinen intensiteetti ja A [ha] valuma-alueen pinta-ala.

Vastaavasti huleveden määrä eli tilavuus määritellään kaavalla:

$$V = (C * i * A * t) / 1000 \quad (2)$$

jossa V [m³] on hulevesien määrä eli tilavuus, t [s] mitoitusateen kesto-aika ja muut tekijät ovat samoja kuin kaavassa 1.

Huleveden määrä voidaan määrittää myös sademäärän avulla, jolloin käytetään kaavaa:

$$V = (C * P * A) * 100 \quad (3)$$

jossa V [m³] on hulevesien määrä eli tilavuus, P [mm] sademäärä ja muut tekijät ovat samoja kuin kaavassa 1.

Mitoituksessa tarvittavat tiedot ovat siis mitoitettavan järjestelmän yläpuolisen valuma-alueen sekä mitoitussateen perusominaisuudet. Todellisuudessa virtaaman tai vesimäärän määrittäminen ei kuitenkaan ole näin yksinkertaista vaan sisältää huomattavasti enemmän muuttujia kuin yksinkertaistetut kaavat antavat ymmärtää.

Hulevesien hallinnan periaatteena on, että harvinaisestakin rankkasateesta aiheutuva tilanne on tiedettävä etukäteen ja siihen on varauduttava. Vaikka maanalaiset järjestelmät mitoitettaisiinkin kohtuullisen todennäköisen tilanteen mukaisesti, on maanpinnan yläpuolisten tulvareittien pystyttävä johtamaan suuretkin vesimäärät. Jos tähän ei pystytä, on tiedettävä, minne vesi menee ja aiheutuuko tästä sellaisia vahinkoja, joita ei voida hyväksyä.

11.9 Mitoitussade

11.9.1 Määräävät ominaisuudet

Mitoitussateella on neljä määrävää ominaisuutta: sateen kesto, sateen rankkuus eli intensiteetti, sademäärä ja toistuvuus eli todennäköisyys kyseisen sadetapahtuman esiintymiselle. Sateen keskimääräinen intensiteetti on kokonaissademäärä jaettuna kestoajalla tai vastaavasti sademäärä on keskimääräinen intensiteetti kerrottuna kestoajalla. Sadetapahtuman toistuvuus on mitatun sadanta-aineiston perusteella määritetty todennäköisyys tietyn kestoisien ja tietyn intensiteetin omaavan sateen esiintymiselle. Todennäköi-

syys on ilmoitettu yleensä toistuvuutena eli missä ajassa ko. sade esiintyy yhden kerran – esimerkiksi kerran kymmenessä tai kerran sadassa vuodessa toistuva sade. Ilmastonmuutoksen vuoksi ei nykyisin kuitenkaan ole tarkoituksenmukaista puhua toistuvuudesta, jonka pohjana ovat historialliset tapahtumat. Sen sijaan tulisi tarkastella sateen todennäköisyyksiä prosentteina muuttuvassa ilmastossa. Todennäköisyys, kesto ja intensiteetti korreloivat toistensa kanssa siten, että intensiteetti pienenee sateen keston kasvaessa ja suurenee mitä pienempää esiintymistodennäköisyyttä tarkastellaan.

11.9.2 Kesto aika

Mitoitussadetta määritettäessä on ensin selvitettävä mitoitettavan sateen kesto aika. Jos mitoitussateen perusteena on hetkellinen huippuvirtaama, mitoitussateen intensiteetin tulisi olla mahdollisimman suuri, jolloin kestoajan tulisi olla mahdollisimman pieni. Mikäli mitoitussateen perusteena on hulevesien määrä, kesto aika voi olla suurempi kuin huippuvirtaaman aiheuttavalla sateella, koska kokonaissademäärä kasvaa kestoajan pidentyessä, vaikka keskimääräinen intensiteetti pienenee.

Huippuvirtaaman aiheuttaa yleensä sade, jonka kesto aika on mitoituspisteen yläpuolisen valuma-alueen suurimman virtaus- eli kertymisajan mukainen. Kertymis aika määräytyy valuma-alueen ominaisuuksien perusteella ja siihen voidaan vaikuttaa hulevesien johtamistavan valinnalla, mikä taas vaikuttaa mitoitussateen virtaamaan.

Kertymisajan mukaisella sateella valuma-alueen laidoillekin satanut vesi ehtii purkautumiskohtaan sateen aikana. Poikkeuksen aiheuttaa tilanne, jossa valuma-alueen alaosa lähellä purkupistettä virtausnopeudet ovat suurempia kuin latvaosissa. Tällöin voi esiintyä tilanne, jossa valuma-alueen alaosa kertyy lyhyemmällä ja rankkuudeltaan suuremmalla sateella suurempi virtaamapiikki kuin koko valuma-alueen kertymisajan mukaisella sateella. Tämä on todennäköistä etenkin, kun mitoituksessa otetaan huomioon sateen muoto eli rankkuuden vaihtelu ajan funktiona. Osavaluma-alueiden tarkastelu yleensä paljastaa, aiheuttaako suurimman mitoitussateen koko valuma-alueen mukaan määritetty kesto vai esimerkiksi tarkastelupistettä läheisimmän

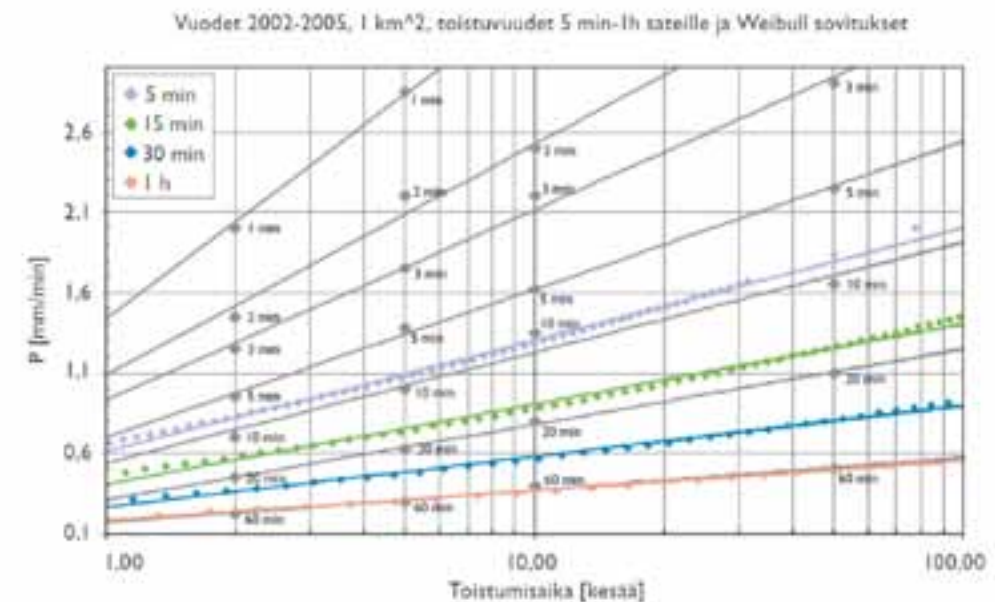
osavaluma-alueen aiheuttama virtaamapiikki. Tällaista poikkeusilmiötä on käsitelty jäljempänä omassa kappaleessaan.

11.9.3 Todennäköisyys

Mitoitussateen todennäköisyys valitaan ympäristöolosuhteiden ja mitoitettavan järjestelmän tai rakenteen käyttötarkoituksen mukaan. Mitä pienempään todennäköisyyteen (pitempään toistuvuusaikaan) pyritään, sitä rankempaan sateeseen ja suurempaan sademäärään on mitoituksessa varauduttava. Tämä vaikuttaa myös suoraan järjestelmien kokoon ja tätä kautta kustannuksiin. Todennäköisyyden valinta on monessa tapauksessa optimointia, jossa määritellään taso, jolla järjestelmän toteutuskustannukset eivät ole liian suuret ja samalla järjestelmän mitoituksen ylittymisestä aiheutuvat riskit ja vahingot ovat hyväksyttäviä. Järjestelmästä ja ympäristöstä riippuen todennäköisyys voi vaihdella suuresti. Esimerkiksi kaupunkien hulevesiviemärijärjestelmät mitoitetaan yleensä kerran 2-3 vuodessa toistuvalla rankkasateella eli sateille, joiden vuotuinen

esiintymistodennäköisyys on 50-33 %. Tiehallinto edellyttää pääteiden kuivatusjärjestelmien mitoituksessa 10 vuoden toistumisaikaa ja tulvareittien mitoituksessa toistumisaika voi olla 100-200 vuotta (todennäköisyys 1-0,5 %). Toisaalta hulevesien käsittelyyn tarkoitettujen rakenteiden suunnittelussa voidaan tavoitteista ja toteutuskohteesta riippuen käyttää myös jopa muutaman kuukauden välein toistuvia sateita ja suurempien sateiden vedet voidaan johtaa rakenteen ohi.

Tutkahavainnoista lasketut todennäköisyydet 15-60 minuuttia kestäville sateille ovat varsin samansuuruisia kuin aiemmin lasketut toistuvuudet. Tätä tulosta havainnollistaa kuva 11-5. Voidaan olettaa, että "perinteisten" mitoitussateiden käyttö ei aiheuta riskejä järjestelmien mitoituksessa nykyisessä ilmastossa. Toisaalta, koska hulevesijärjestelmien käyttöikä on vähintään kymmeniä vuosia, ilmastonmuutoksen seurauksia ei voida jättää ottamatta huomioon. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia rankkasateisiin käsitellään edellä kohdassa 11.55 ja sen vaikutuksia hulevesijärjestelmien mitoitukseen käsitellään kohdassa 11.11.



Kuvan lähde: Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen Ympäristö 31/2008

Kaikki sadannat on esitetty keskimääräisenä intensiteettinä (P), yksikkönä mm/min. Värikkäät pisteet kuvaavat havaintojen todennäköisyysjakaumista laskettuja toistuvuuksia.

Kuva 11-5 Säätilalla vuosina 2002-2005 mitatun 1 km²:n aluesadannan toistuvuus (värilliset käyrät) verrattuna Katajiston (1969) pistesadannan toistuvuuksiin (harmaat pisteet ja viivat).

Taulukossa 11-2 on esitetty RATU-hankkeessa määritetyt sateen intensiteetit 1 km²:n alueadannalle. Intensiteetit on määritetty säätutka-aineistosta, jossa havaintojen painopiste on noin leveyspiirin 63° (Vaasa-Kuopio -linja) kohdalla, missä taulukon arvot ovat täsmällisiä 1 km²:n sadealueella. Maantieteellinen sijainti vaikuttaa siten, että Suomen eteläosissa

tietyt rankkuuden todennäköisyys on suurempi (toistuu useammin) kuin pohjoisempina. Sadealueen koko taas vaikuttaa intensiteettiin siten, että alueen pinta-alan kasvaessa keskimääräinen intensiteetti pienenee. Taulukossa 11-3 esitetään taulukon 11-2 arvoista laskettu intensiteetti siten, että yksikkö on muutettu muotoon mm/min.

Keskimääräinen intensiteetti (l/s*ha)

Toistuvuus	Sateen kesto								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1/1 a	117	80	78	50	33	18	11	6,9	4,2
1/2 a	167	120	100	61	42	21	13	8,3	5
1/3 a	183	130	111	72	47	23	14	8,8	5,2
1/5 a	217	150	122	83	53	25	16	9,7	5,8
1/10 a	233	180	156	100	64	30	19	10,9	6,9

Taulukko 11-2 Säätutkamittauksiin perustuvat intensiteetit [l/s*ha] keskimäärin noin 1 km²:n alueadannalle Etelä-Suomessa.

Keskimääräinen intensiteetti (mm/min)

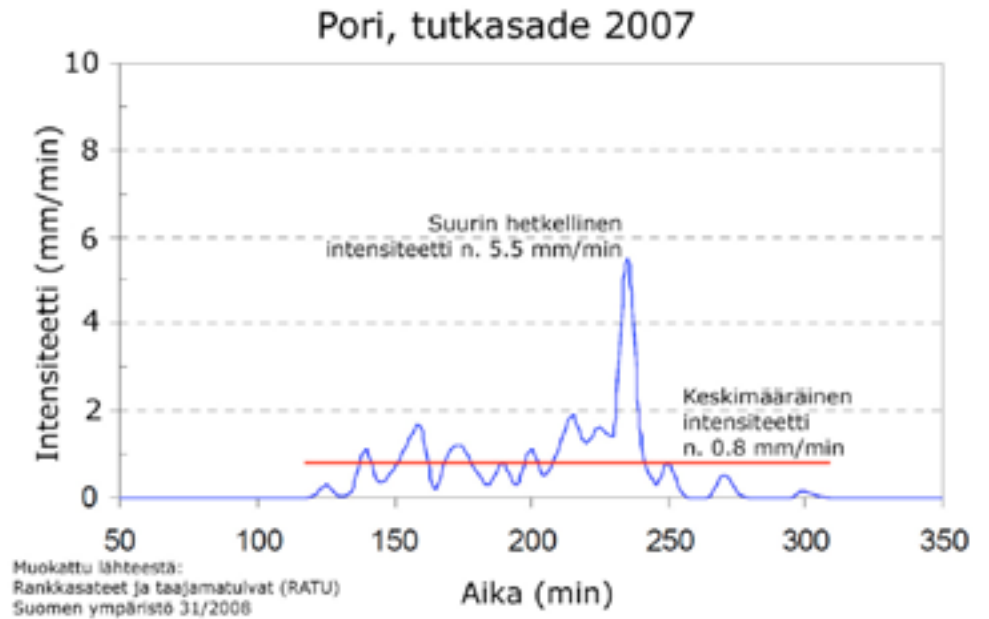
Toistuvuus	Sateen kesto								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1/1 a	0,70	0,48	0,47	0,30	0,20	0,11	0,07	0,04	0,03
1/2 a	1,00	0,72	0,60	0,37	0,25	0,13	0,08	0,05	0,03
1/3 a	1,10	0,78	0,67	0,43	0,28	0,14	0,08	0,05	0,03
1/5 a	1,30	0,90	0,73	0,50	0,32	0,15	0,10	0,06	0,03
1/10 a	1,40	1,08	0,94	0,60	0,38	0,18	0,11	0,07	0,04

Taulukko 11-3 Säätutkamittauksiin perustuvat intensiteetit [mm/min] keskimäärin noin 1 km²:n alueadannalle Etelä-Suomessa taulukon 11-2 arvoista laskettuna.

11.9.4 Sateiden muoto

Mitoituksessa käytetyn sateen intensiteetti oletetaan yleensä vakioiksi, eli sateen rankkuus ei muutu kestoajan puitteissa. Todellisuudessa näin ei kuitenkaan ole vaan sateen "muoto" eli intensiteetin vaihtelu ajan funktiona voi olla hyvin moninainen sadetapahtuman aikana. Sateen hetkellinen rankkuus voi olla selvästi keskimääräistä intensiteettiä suurempi, jolloin myös huleveden virtaamahuiput kasvavat huomattavasti. Tämä voi aiheuttaa yllättäviä

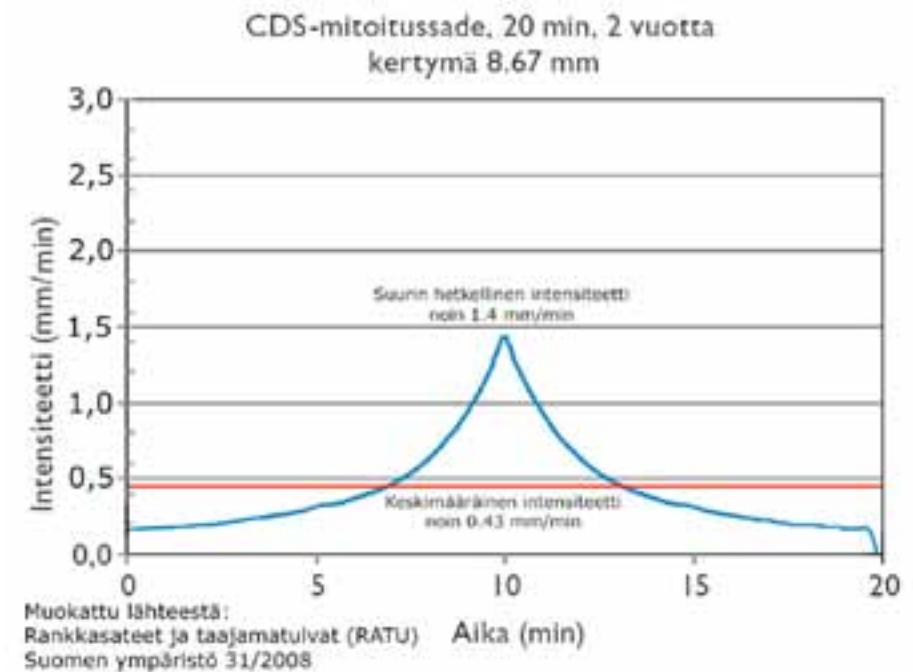
mitoitustilanteita verrattuna vakiointensiteetin avulla laskettuihin tilanteisiin. Tätä on havainnollistettu kuvassa 11-6, jossa on esitetty Porissa vuonna 2007 tapahtuneen erittäin rankan sateen ajallinen muoto sekä sademäärän ja sateen keston perusteella laskettu keskimääräinen intensiteetti. Kuten kuvasta voidaan nähdä, sateen aikana on useita lyhyitä jaksoja, joiden intensiteetti on selvästi keskimääräistä suurempi.



Kuva 11-6 Porin rankkasateen (2007) intensiteetti.

Sateiden ajallista muotoa on tutkittu Suomessa vain vähän. On todettu, että iso osa sademäärästä kertyy hetkellisten intensiteetti-

maksimien aikana (Kilpeläinen 2006). Tällaisia huippuja voi olla useita sadetapahtuman aikana. Kilpeläisen mukaan rankkasateiden muoto



Kuva 11-7 Esimerkki Chicago Design Storm -mitoitussateesta.

vaihtelee satunnaisesti useista tekijöistä johtuen, jolloin yleistystä sateen ajalliselle muodolle on hyvin haastavaa tehdä.

Epävarmuuksista huolimatta sateen intensiteettivaihtelut eli ajallinen muoto tulee ottaa huomioon hulevesijärjestelmien mitoituksessa – erityisesti hulevesien johtamiseen tarkoitettujen rakenteiden suunnittelussa. Käytettävissä pelkkää keskimääräistä intensiteettiä sivuutetaan sadetapahtuman sisällä olevan lyhyen intensiteettiinkin aiheuttama ylivirtaama, joka on mitoittava tekijä ainakin osassa hulevesien johtamiseen käytettäviä menetelmiä. Koska intensiteettivaihtelulla ei ole vaikutusta kokonaissademäärään, ei sateen muoto vaikuta vesimäärän eli tilavuuden perusteella mitoitettavien rakenteiden kokoon. Näidenkin järjestelmien suunnittelussa tulee kuitenkin ottaa huomioon virtaamapiikkien vaikutukset.

Ideaalitilanteessa käytettävissä olisi Suomessa mitattujen sadehavaintojen perusteella määritellyt intensiteettijakaumat eri kestoisille sateille, mutta näiden puuttuessa mitoituksessa voidaan käyttää esimerkiksi nk. Chicago Design Storm (CDS) -sadetta, jota on havainnollistettu kuvassa 11-7. Mitoitussateelle on kuitenkin lukuisia muotovaihtoehtoja, joista CDS vain yksi. Intensiteetiltään vaihtelevan mitoitusasteen käyttö edellyttää yleensä jonkin mallinusuohjelman käyttämistä, koska laskelmat ovat huomattavasti monimutkaisempia kuin keskimääräistä intensiteettiä käytettäessä.

11.10 Valuma-alueen ominaisuudet

Valuma-alueen ominaisuuksien – kuten lämpöenergian määrän ja painannepainantamisen vaikutuksia sadanta-valuntapahtumaan – käsitellään tarkemmin kohdassa 11.2 ja valuntakerrointa kohdassa 11.3 sekä osiossa 15 kohdassa 15.1.3. Mitoituksen kannalta oleellisin asia kuitenkin on, että muodostuvien hulevesien osuus sademäärästä pääsääntöisesti kasvaa sateen rankkuuden myötä. Tämä tarkoittaa, että hulevesivalunnan ja sadannan suhdeluku eli valuntakerroin ei ole va-

io. Sateen intensiteetin lisäksi muodostuvan hulevesivalunnan määrään vaikuttavat monet muutkin tekijät, esimerkiksi lämpötila ja edellisestä sateesta kulunut aika. Kaiken kaikkiaan sadanta-valuntaprosessi on hyvin monimuotoinen eikä kaikkia siihen liittyviä muuttujia tarvitse tai kannata ottaa huomioon hulevesijärjestelmiä mitoitettaessa. Esimerkiksi haihdunta voi olla tällainen muuttuja yhden sadetapahtuman aikana mutta ei suinkaan välttämättä pidemmällä tarkastelujaksolla.

Lähtökohtaisesti hulevesijärjestelmät, etenkin hulevesien johtamiseen tai hulevesistä aiheutuvien tulvahaittojen ehkäisyyn käytettävät rakenteet, tulisi mitoittaa toimimaan mahdollisimman vaikeissa olosuhteissa. Esimerkiksi mitoittava rankkasade voi esiintyä pitkän ja matalaintensiteettisen sadejakson keskellä, jolloin vettä läpäisevät pinnat ovat jo kyllästyneet ja menettäneet imeytysominaisuutensa. Lisäksi pintojen painanteet ovat jo täyttyneet hulevesillä, joten painannesäilynnän pidättämä vesimäärä ei enää kasva. Muun muassa näistä syistä mitoituksessa tulisi välttää liian pieniä valuntakertoimia. Nykyisin käytössä olevat – esimerkiksi Suomen kuntatekniikan yhdistyksen (SKTY) ohjeiden (2002) tai tiehallinnon (1993) ohjeiden mukaiset – valuntakertoimien arvot ovat käyttökelpoisia rankkasateen aiheuttaman virtaaman ja vesimäärän mitoitukseseen.

Usein toistuvien sateiden aiheuttamaa virtaamaa ja vesimäärää mitoitettaessa valuntakertoimen arvot voivat olla pienempiä, mikä tulisi ottaa huomioon menetelmien suunnittelussa. Esimerkiksi viivytysaltaan usein toistuvien sateiden aiheuttamia hulevesiä pidättävän osan purkuvirtaama on säädettävä riittävän pieneksi. Rankkasateen valuntakertoimella mitoitettu purkuvirtaama voi olla niin suuri, että haluttua pidätysvaikutusta ei saavuteta pienen sateen aiheuttamalla virtaamalla.

11.11 Hulevesijärjestelmien mitoitus

11.11.1 Putkiviemäreiden mitoitusohjeet

Aiemmin laaditut putkiviemäreiden mitoitusohjeet ovat edelleen käyttökelpoisia, kunhan otetaan huomioon mm. sateiden ajallisen muodon ja ilmastonmuutoksen vaikutukset. Tämän oppaan osiossa 15 (Hulevesiviemäreiden mitoitus) on päivitetty ohjeet hulevesiviemäreiden mitoittamiseksi.

11.11.2 Muiden hulevesirakenteiden mitoitus

Mitoitusperusteet

Suomessa ei ole toistaiseksi annettu yleistä ohjeistusta uusien hulevesirakenteiden mitoituksessa käytettävistä sateiden todennäköisyyksistä. Hulevesien viivyttämällä, käsittelyllä ja imeyttämällä pyritään vaikuttamaan erilaisiin hulevesien aiheuttamiin ongelmiin. Edellä mainittuihin tarkoituksiin tarvittavilla rakenteilla on omat ominaispiirteensä ja nämä rakenteet tulisi mitoittaa riittävän suurelle virtaamalle tai vesimäärälle, jotta ne pystyvät täyttämään niiden toiminnalle asetetut tavoitteet. Ylimitoitusta tulisi kuitenkin välttää, jotta kustannukset eivät nousisi liian korkeiksi. Ylimitoituksella ei sitä paitsi useinkaan saavuteta lisähyötyä. Siksi on järkevää, että eri menetelmille käytetään erilaisia mitoitusperusteita.

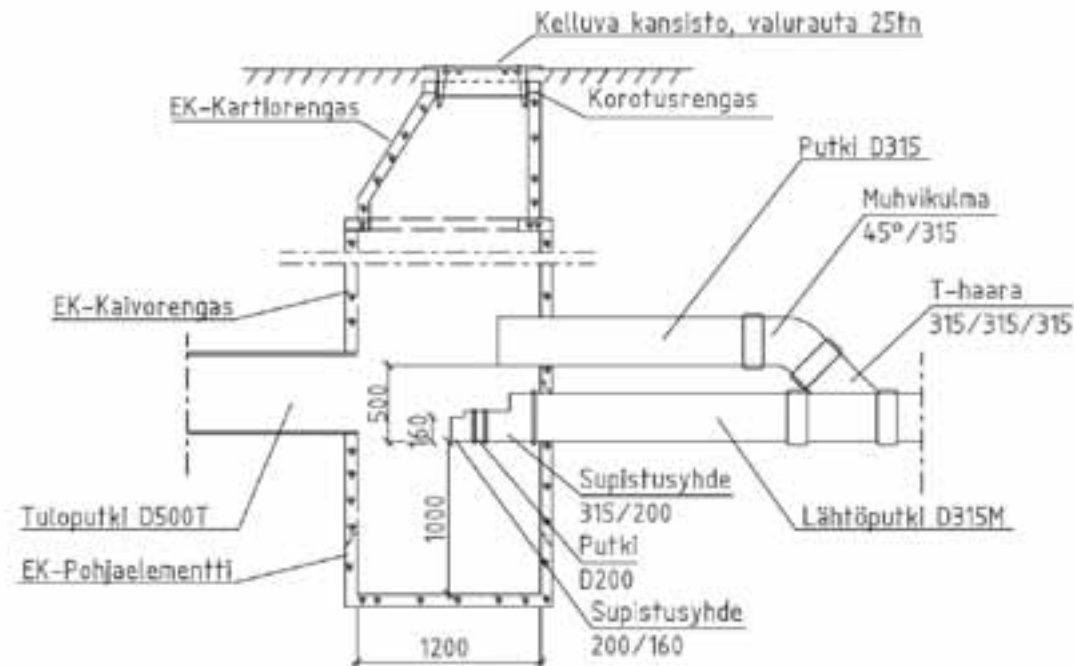
Toisaalta on myös tarkasteltava kullekin alueelle hyväksyttävää tulvariskiä; on esimerkiksi ratkaistava hyväksytäänkö, että sairaala joudutaan evakuoimaan 1 % vuosittaisella todennäköisyydellä. Mitoitusperusteet tulisi kuitenkin pitää mahdollisimman yksinkertaisina, jotta niiden soveltaminen suunnittelussa ja toteutuksessa olisi mahdollisimman helppoa.

Hulevesien hallinta voidaan jakaa laadulliseen hallintaan, määrälliseen hallintaan sekä tulvariskien hallintaan. Osana laadullista hallintaa on pohjaveden muodostaminen. Kylmä

ilmasto on otettava huomioon hulevesien hallintajärjestelmien suunnittelussa.

Rakenteet tulee mitoittaa tavoitteen saavuttamisen kannalta tarkoituksenmukaisimmalle virtaamalle tai vesimäärälle. Mikäli rakenteella pyritään useampaan kuin yhteen tavoitteeseen, tulisi menetelmän toimivuutta tarkastella useammilla mitoitusperusteilla. Esimerkiksi pyrittäessä hulevesien laadulliseen hallintaan ei ole tarkoituksenmukaista mitoittaa hulevesien käsittelyrakenteita harvinaiselle rankkasadetilanteelle, koska suurin osa vuotuisesta hulevesivalunnasta ja tällöin myös suurin osa hulevesien aiheuttamasta vesistökuormituksesta aiheutuu yleisistä, useita kertoja vuodessa toistuvista sateista. Ylimitoittaminen voi myös johtaa siihen, että viivytyrakenteella ei ole lainkaan vaikutusta eroosioon, joka aiheuttaa usein toistuvien sateiden aiheuttamista virtaamavaihteluista, koska harvinaisille tapahtumille mitoitettu viivytyksellä ei välttämättä viivytä lainkaan tavanomaisia virtaamia. Eroosio on kuitenkin paitsi laadullinen myös tekninen ja taloudellinen ongelma.

Järjestelmät, joilla pyritään sekä hulevesivirtaaman tasaamiseen että laadulliseen hallintaan, tulisi mitoittaa riittävän suurelle todennäköisyydelle viivytyksellä saavuttamiseksi, varmistaen samalla myös laadullisen hallinnan toteutuminen usein toistuvilla pienemmillä sateilla. Kuvassa 11-8 on esimerkki purkurakenteesta, jolla pystytään säätämään virtaamia sekä tavanomaisilla että rankkasateilla.



Kuvan purkujärjestely on kaksitasoinen: tavanomaisten sateiden aiheuttama virtaama säädetään halutulle tasolle D160 purkuaukolla, rankkasateiden aiheuttama virtaama D315 sekä D160 purkuaukoilla. Tulvatilanteen vedet ohjautuvat maan pinnalla olevaa tulvareittiä pitkin.

Kuva 11-8 Esimerkki viivytykseltään purkukaivosta.

Mitoitustapahtumat

Sopivan mitoitustapahtuman valinnan tulisi perustua – mieluiten paikallisiin – sadetilastoihin. Rakenteiden mitoituksessa on syytä ottaa huomioon myös tapahtumien välisen keskimääräisen kuivan ajan pituus, jotta rakenteet ehtivät riittävästi tyhjentyä ennen seuraavaa tapahtumaa.

Kokonaisvaltaisessa hulevesien hallinnassa mitoitustapahtumat voidaan jakaa erikseen usein toistuviin, pieniin ja keskisuuriin sadetapahtumiin sekä harvinaisiin, suuriin sadetapahtumiin. Tapahtumien luokittelua voidaan tarvittaessa edelleen täydentää lisäämällä sadeluokkia. Esimerkki sadeluokista ja niihin liittyvistä hulevesien hallinnan tavoitteista on esitetty kuvassa 11-9. Pienten ja keskisuurten, kesän aikana usein toistuvien sateiden aikana voi esiintyä korkeita hetkellisiä haitta-ainepitoisuuksia, mutta yksittäisen tapahtuman aikana valunta jää vähäiseksi. Sen sijaan vuositasolla näiden sateiden aiheuttama yhteenlaskettu valunta voi olla merkittävää.

Koska usein toistuvien, pienien sateiden

aikana valuntaa tuottavan alueen oletetaan olevan pienempi kuin harvemmin toistuvien sateiden aikana, usein toistuville sateille mitoitettavien rakenteiden suunnittelussa voidaan käyttää pienempiä valuntakertoimia kuin viemärien mitoituksessa. Tällöin voidaan olettaa, että hulevesiä muodostuu ainoastaan valuma-alueen läpäisemättömiltä pinnoilta ja erityisesti tehoisalta läpäisemättömältä alueelta, jonka osuus erityisesti keskusta-alueiden ulkopuolella voi olla läpäisemättömien pintojen kokonaismäärää huomattavasti pienempi. Suurten, vakiosuuruisten valuntakertoimien soveltaminen kaikenkokoisille sadetapahtumille johtaa helposti keskimääräisen sadetapahtuman valunnan yliarvioimiseen.

Talvella erityisesti päällystetyt pinnat voivat olla lumettomia ja sulamisvedet muodostuvat pääasiassa jäätyneiltä tai vedellä kyllästyneiltä läpäiseviltä pinnoilta. Usein toistuvien sateiden perusteella mitoitettu hulevedenkäsittely todennäköisesti riittää myös keskellä talvea toistuville valuntatapahtumille ja suu-

rempien sulantatapahtumien vedet ohjataan käsittelyrakenteissa samoin kuin mitoitusluvun ylittävien vesisateiden vedet. Koska lumen sulanta ei aiheuta yhtä suuria hetkellisiä virtaamia kuin kesäiset rankkasateet, epävarmuus talviaikaisesta mitoituksesta ei aiheuttane merkittävää haittaa ihmisille ja rakennetulle ympäristölle. Talviaikaisen kuormituksen vähentäminen edellyttää vielä lisätietoa vesisateisiin perustuvan mitoituksen soveltuvuudesta sulantatapahtumiin.

11.11.3 Ohjeelliset mitoitusperusteet

Taajamien hulevesien johtamisjärjestelmien päämitoitusperuste on Suomessa rankkasade. Ilmaston muuttumisesta huolimatta rankimat sateet tullevat jatkossakin esiintymään samoihin aikoihin kuin tähän asti eli loppukesästä. Talvisateet tulevat kyllä yleistymään mutta niiden rankkuus ja sademäärä eivät yllä kesä-

sateiden tasolle. Kesäsade on siis todennäköisesti mitoittava tekijä, vaikka talvella valumiskerroin kasvaa läpäisevien pintojen jääytymisen seurauksena ja lumen sulaminen lisää sateiden aiheuttamaa valuntaa. Talviaikaisiin hulevesiin tulisi varautua suunnittelemalla rakenteet toimintavarmiksi eli. sellaisiksi, että jäätyminen ja lumipeite haittaisivat järjestelmän toimintaa mahdollisimman vähän.

Kohdassa 11.6 on kuvattu sateiden alueellista jakaumaa. Käytävissä olevan tiedon perusteella voidaan mitoitusadannalle käyttää samoja tutkahavainnoista laskettuja koko Suomea edustavia mitoitusasteita. Haluttaessa voidaan mitoitusasteen määrittämisessä ottaa huomioon maan keskiarvosta poikkeavat tilastolliset erot esimerkiksi kuvan 11-4 mukaisesti.

Mitoitusasteen toistuvuus valitaan järjestelmälle asetettujen tavoitteiden ja ympäristön vaatimusten – käytännössä järjestelmän mitoituksen ylittymisestä aiheutuvien vahinkojen – perusteella. Tulevaisuuden kannalta on

	SADELUOKKA	TOISTUVUUS	ONGELMA	HULEVESIEN HALLINNAN TAVOITTE/KRITOT
Mitoitustapahtuman toistuvuus ja sadeluokka kasvavat	Pienet sateet	Tavallinen, usein toistuva sade. Tapahtuu esim. useita kertoja kesässä.	Mahdollisesti korkeita pitoisuuksia, muodostuva valunta ja satehuuhonta usein pientä.	Kokovesimäärä pidetään valuma-alueella.
	Pienet keskisuuret sateet	Tapahtuu esim. useita kertoja kesässä. Lisäksi voi käsitellä myös viemärimitoituksessa käytetyt sadetapahtumat.	Tärkeitä tapahtumia laadun hallinnan kannalta, sillä muodostuvat suuren osan kuormituksesta vuositasaolla. Ovat tärkeitä maaperän vesitaseen ja pohjaveden muodostumisen kannalta.	Sadeluokan pienemmistä sateista koko vesimäärä pidetään valuma-alueella. Sadeluokan suuremmista sateista mitoituksen ylittävä vesimäärä käsitellään esimerkiksi viivytämällä.
	Suuret sateet	Mitoitustapahtuman toistuvuus vaihtelee esim. noin vuodesta useisiin vuosiin.	Korkeita virtaamia, suuria vesimääriä. Eroosiohajat.	Pääavoite tulvasuojelu. Osa valunnasta pidetään ja käsitellään pienemmille sadeluokille tarkoitetuissa rakenteissa, ylivuoto johdetaan eteenpäin ja mahdollisesti viivytetään.
	Harvinaiset, poikkeukselliset sateet	Mitoitustapahtuman toistuvuus vuosikymmenä.	Hyvin harvinainen tapahtuma, johon liittyy poikkeuksellisia suuria virtaamia ja todennäköisesti aiheuttaa haittoja myös habitateille ja elöistölle.	Tulvasuojelu. Hallittu tulviminen, tulvareitit. Mahdolliset riskit ennakoitava etukäteen. Veden laadullisen käsittelyn mitoittaminen näille tapahtumille ei ole perustellua harvinaisesta toistuvuudesta johtuen.

Kuva 11-9 Hulevesien hallinnan ohjeellinen sadetapahtumaluokittelu, ongelmat ja hallinnan tavoitteet (muokattu lähteistä: Pitt, 1999 ja Pitt ja Clark, 2003)

kuitenkin tärkeää, että järjestelmät kykenevät jatkossakin johtamaan tavoitteeksi asetetun toistuvuuden mukaisten sateiden synnyttämät virtaamat. Siksi uusia rakenteita suunniteltaessa on varauduttava ilmastonmuutoksen aiheuttamaan sateiden kasvuun joko suurentamalla mitoittamista jäljempänä esitetyn mukaisesti tai toteuttamalla kuivatusjärjestelmän tukeksi sellaisia hulevesien hallintamenetelmiä, joilla estetään virtaamien ja vesimäärien kasvua.

Uudenlaiset hulevesien hallintamenetelmät mitoitetetaan toimintaperiaatteensa ja tavoitteensa mukaiselle sadetapahtumalle. Ohjeellisesti mitoitusperustena esitetään seuraavaa:

- **Hulevesien** laadulliseen hallintaan ja imeytykseen käytettävät järjestelmät mitoitetetaan pysäyttämään ja käsittelemään tavanomaisen sateiden aiheuttama hulevesimäärä, mitoitusperusteena esimerkiksi 80 % vuosittaisista sadetapahtumista. Tällöin pystytään käsittelemään suuri osa vuotuisista hulevesistä sekä myös harvinaisempien sateiden alussa muodostuvat hulevedet. Mikäli järjestelmillä pyritään myös hulevesien määrälliseen hallintaan, sovelletaan alla esitettyä mitoitusperustetta.

- **Hajautetut** hulevesien määrälliseen hallintaan käytettävät rakenteet – kuten kortteli- ja tonttikohdaiset viivytyrakenteet – mitoitetaan lyhyehköille rankkasateelle, mitoitusperusteena esimerkiksi kerran viidessä vuodessa toistuva 10 minuutin rankkasade, sademäärältään noin 10 mm. Viiden vuoden toistuvuus antaa varmuutta kuivatuksen ja sadevesiviemäröinnin tavalliseen mitoittamiseen nähden ja 10 minuutin sateelle mitoitetut rakenteet pysäyttävät harvinaisemmatkin lyhyemmät sateet.

- **Keskitetyt** määrällisen hallinnan rakenteet – kuten viivytyksaltaat ja kosteikot – mitoitetetaan siten, että purkuvirtaama säädetään halutulle, esimerkiksi rakentamista edeltäneelle, tasolle ympäristön vaatimusten mukaan määräytyvällä todennäköisyydellä, esimerkiksi kerran kolmessa vuodessa (1/3a, todennäköisyys 33 %), kerran viidessä vuodessa (1/5a, 20%) tai kerran kymmenessä vuodessa (1/10a, 10 %). Rakenteet toteutetaan kuristamalla tulovirtaama halutulle tasolle, jolloin sallittu osa virtaamasta purkautuu järjestelmän läpi ja tämän tason ylittävä vesimäärä pidättyy viivytystiltaan.

- **Hulevesien** määrällisen hallinnan järjestelmien rakenne tulisi suunnitella siten, että tarvittaessa myös usein toistuvien sateiden vesiä viivytetään, esimerkiksi jos purkureitti on erityisen eroosioherkkä. Hulevesiä viivytävien rakenteiden mitoittamista yli kymmenen vuoden toistuvuudelle tulee harkita vain silloin, jos ympäristö sitä ehdottomasti vaatii, koska tällaisten rakenteiden tilantarve on suuri ja mitoittustapahtuma jo varsin harvinaisen.

- **Määrällisen** hallinnan mitoituksen ylittävillä toistuvuuksilla muodostuvat hulevedet johdetaan tulvareittejä pitkin hallitusti pois muodostumisalueelta lopulliseen purkupaikkaan. Tulvareitit ja mahdolliset tulvasuojelurakenteet mitoitetetaan kohteen mukaan 1-0,5% vuotuiselle todennäköisyydelle.

- **Erittäin** harvinaisten (alle 1-0,5 % todennäköisyys) rankkasateiden aiheuttamat vahingot arvioidaan ja jos arvioissa todetaan riskejä, joita ei voida hyväksyä, suunnitellaan yhdessä pelastustoimen kanssa hallintatoimenpiteet.

Esitetyt mitoitusperusteet ovat osittain muotoutuneet käytännön suunnittelutyössä. Rakenteiden mitoittamisesta Suomen olosuhteissa ei ole vielä riittävästi kokemusta, joten esitetyt perusteita voidaan pitää väliaikaisina ohjeina, joita tarkistetaan kokemuseräisen tiedon karttuessa.

11.12 Ilmastonmuutoksen vaikutus mitoitusperusteisiin

Ilmastonmuutoksen johdosta mitoittamiseen vaikuttavat rankat kesäsateet tulevat kasvamaan ajanjaksoon 2071-2100 mennessä selvästi kuten kohdassa 11.5 kuvataan. Vuorokauden suurimpien sademäärien kasvu on useissa tutkimuksissa suunnilleen 20 %. Arvio perustuu useisiin ilmastomallikokeisiin, joihin liittyy aina tiettyjä epätarkkuuksia. Kasvu on kuitenkin niin huomattavaa, että se tulisi ottaa huomioon hulevesijärjestelmien ja -rakenteiden suunnittelussa. Ilmastonmuutoksen vaikutuksen huomioon ottamiseksi hulevesijärjestelmät tulisi mitoittaa noin 20 % suuremmille sademäärille kuin aiemmin. Tällainen sademäärän lisäys tarkoittaa, että sade jonka

toistuvuus aika nykytilanteessa on kerran kymmenessä vuodessa, esiintyisi tulevaisuudessa keskimäärin kerran viidessä vuodessa (Aaltonen ym., 2008). Toisin sanoen, jotta järjestelmä toimisi tulevaisuudessa keskimäärin kerran viidessä vuodessa toistuvalla sateella, se tulisi mitoittaa nykytilanteen mukaisella 1/10a toistuvuuden sateella. Vastaavuudet sateiden toistuvuuksissa nyt ja tulevaisuudessa olettaen että sademäärät kasvavat 20 % ovat:

- 1/2a (50 %) sade -> 1/3a (33 %) sade
- 1/3a (33 %) sade -> 1/5a (20 %) sade
- 1/5a (20 %) sade -> 1/10a (10 %) sade
- 1/10a (10 %) sade -> 1/20a (5 %) sade

Taulukon 11-2 mukaiset sateiden intensiteetit korotettuna edellä mainitulla 20 %:lla on esitetty alla olevassa taulukossa 11-4. Taulukossa 11-5 esitetään taulukon 11-4 arvoista laskettu intensiteetti siten, että yksikkö on muutettu muotoon mm/min.

Mitoituksen kasvattamisella tarkoitetaan tässä yhteydessä ensisijaisesti järjestelmän toimivuuden tarkastelua normaalia mitoitus-

ta harvemmin toistuvalla sadetapahtumalla. Järjestelmien tilavuuden tai välityskyvyn automaattinen kasvattaminen ei ole ratkaisu sateiden määrän ja intensiteetin lisääntymisestä aiheutuviin ongelmiin vaan voi jopa lisätä niitä. Etenkin sadevesiviemäreiden putkikokojen kasvattaminen "varmuuden vuoksi" voi aiheuttaa tulvimisen siirtymistä kohteisiin, joissa vahingot ovat suurempia kuin lähtöpisteessä. Viemäreiden kapasiteetin lisäämisen sijasta haittoja voidaan torjua ja vähentää hajauttamalla hulevesien hallintaa, imeyttämällä, viivytämällä ja huolehtimalla tulvareiteista. Lisäksi on syytä muistaa, että ensisijaisesti huleveden määrään vaikuttaa alueen rakentamistapa ja että ilmastonmuutoksesta riippumatta aina tulee esiintymään mitoituksen ylittäviä tapahtumia.

Ilmastonmuutos kasvattaa sademääriä kaikilla toistuvuuksilla, mistä johtuen myös todellisten hulevesitulvien riski kasvaa tulevaisuudessa. Säädökset tulvariskien hallinnasta edellyttävät varautumista vesistötulvien lisäksi myös hulevesitulviin. Hulevesitulvariskien hallinta on kuntien vastuulla. Hulevesijärjes-

Keskimääräinen intensiteetti (l/s*ha)

Toistuvuus	Sateen kesto								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1/1 a	140	96	94	60	40	22	13	8,3	5,0
1/2 a	200	144	120	73	50	25	16	10,0	6,0
1/3 a	220	156	133	86	56,4	28	17	10,6	6,2
1/5 a	260	180	146	100	64	30	19	11,6	7,0
1/10 a	280	216	187	120	77	36	23	13,1	8,3

Taulukko 11-4 Sateen intensiteetit [l/s*ha] keskimäärin noin 1 km²:n aluesadannalle ottaen huomioon ilmastonmuutoksen ennakoitu vaikutus.

Keskimääräinen intensiteetti (mm/min)

Toistuvuus	Sateen kesto								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1/1 a	0,84	0,58	0,56	0,36	0,24	0,13	0,08	0,05	0,03
1/2 a	1,20	0,86	0,72	0,44	0,30	0,15	0,09	0,06	0,04
1/3 a	1,32	0,94	0,80	0,52	0,34	0,17	0,10	0,06	0,04
1/5 a	1,56	1,08	0,88	0,60	0,38	0,18	0,12	0,07	0,04
1/10 a	1,68	1,30	1,12	0,72	0,46	0,22	0,14	0,08	0,05

Taulukko 11-5 Sateen intensiteetit [mm/min] keskimäärin noin 1 km²:n aluesadannalle ottaen huomioon ilmastonmuutoksen ennakoitu vaikutus.

telmien suunnittelun yhteydessä tulisi entistä tarkemmin paneutua tulvareitteihin ja niiden toimivuuteen. Hulevesitulvatarkasteluissa ja tulvareittien suunnittelussa mitoituskysymystä on syytä lähestyä riskinarvioinnin kautta. Kohteena olevan alueen ominaispiirteet määrittelevät, onko hulevesitulvan aiheuttamien vahinkojen ja vaikutusten suuruus ja niiden todennäköisyys eli riski siedettävä verrattuna tulvasuojauksen tai muun riskien hallinnan kustannuksiin.

11.13 Mallintaminen

Hulevesijärjestelmien mitoitusta edellyttää lähes väistämättä jonkin mallinnusohjelman käyttöä, jos halutaan tarkastella intensiteettitään vaihtelevien tai mitoituksen ylittävien sateiden aiheuttamia vaikutuksia. Vaatimuksena mallinnusohjelmalle on että sillä on voitava yhdistää valuma-aluemalli ja verkostomalli. Va-

luma-aluemalli kertoo kuinka paljon ja missä ajassa hulevesiä valuma-alueelta muodostuu ja verkostomalliin on puolestaan mallinnettu ne järjestelmät, joita käytetään muodostuneen huleveden johtamiseen ja käsittelyyn.

Mallintamisen ongelma on kalibroinnin hankaluus eli mallin antaman tuloksen yhteensovittaminen todellisuudessa havaitun tilanteen kanssa. Usein suunnittelun kohteena olevalta alueelta ei ole käytettävissä mitattua aineistoa sadannasta ja siitä aiheutuneesta pintavalunnasta. Jos mitattua aineistoa onkin, sitä ei ole haluttua mitoitusta vastaavasta tilanteesta. Tätä ei kuitenkaan tule pitää esteenä mallinnusohjelmien käytölle hulevesijärjestelmien mitoituksessa. Mikäli tarkastelutaso ja odotukset tulosten tarkkuudelle ovat riittävän yksinkertaiset, saadaan mallintamalla joka tapauksessa paljon tarkempia tuloksia virtaamista ja vesimääristä järjestelmien mitoitusta varten kuin käsin laskemalla on mahdollista. Kun halutaan tarkastella monimutkaisempia järjestelmiä ja ottaa huomioon sateiden ajallinen muoto, mallinnus on ainoa keino saada kunnollista tietoa mitoitusta varten.

11.14 Viitteitä

Aaltonen, J. ym. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 31/2008. 120 s.

Chiew, F. & McMahon T. 1999. Modelling runoff and diffuse pollution loads in urban areas. *Water Science and Technology* 39: 12, pp. 241–248.

Huokuna, M. ym. 2005. Porin tulvat. *Vesitalous* 5, ss. 10–13.

Jylhä, K. ym. 2007. Projected changes in heavy precipitation and snow cover in Finland. *Proceedings of the Third International Conference of Climate and Water*, Helsinki, 3-6 September 2007, pp. 227–232.

Kajanus, M. 2006. Ylivieskan kaupunkitulva. *Vesitalous* 3, ss. 35–39.

Kotola, J. ja Nurminen, J. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 2: koealuetutkimus. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 8, 203 s.

Metsäranta, N. 2003. Valunnan muodostuminen taajama-alueilla; laskentamallin kehitys ja soveltaminen. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Rakennus- ja ympäristötekniikka, diplomityö, 108 s.

Tiihonen, T. 2007. Hydrologiset prosessit taajamavaluma-alueilla. Alueellisesti hajautetun hulevesimallin kehitys ja soveltaminen. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Rakennus- ja ympäristötekniikka, diplomityö, 111 s.

Tilastokeskus. 2008. Tiedote: ladattavissa internetistä (16.3.2011): http://www.tilastokeskus.fi/ajk/tiedotteet/v2008/tiedote_001_2008-01-15.html

Aaltonen J. 2008. Sadanta-valunataprosessi taajama-alueella: MOUSE ja MIKE SHE-ohjelmien testaaminen. Teknillinen Korkeakoulu, Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunta.

Center for Watershed Protection & Chesapeake Stormwater Network. 2008. Technical Memorandum: The Runoff Reduction Method.

Koistinen, J., Jylhä, K. 2010. Yhden tunnin ja vrk:n 100 vuoden toistuvuustasojen sadannat. Tiedote 25.2.2010. Ilmatieteen laitos.

Kilpeläinen, T. 2006. Kesäsateiden ilmastolliset piirteet Helsingin Kaisaniemessä 1951–2000. Pro Gradu. Helsingin yliopisto, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta. 75 s.

SKTY Suomen Kuntatekniikan Yhdistys. 2003. Katu 2002. Suomen Kuntatekniikan Yhdistyksen julkaisu.

Tielaitos. 1993. Teiden suunnittelu IV. Tien rakenne, osa 4 Kuivatus.

Ylä-Soininmäki, E., 1982: Tilastollinen tutkimus sateiden rankkuuksista ja kestoista mitoitusta ja simulointitarkoituksiin. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, Rakennusinsinööriosasto. 73 s

Lisätietoa Yhdysvalloissa käytettävistä mitoitustapustoista ja hallintamenetelmistä mm:

Minnesota stormwater manual, ladattavissa internetistä (26.4.2011): <http://www.pca.state.mn.us/index.php/water/water-types-and-programs/stormwater/stormwater-management/minnesota-s-stormwater-manual.html>

US Environmental Protection Agency: Storm Water Best Management Practice Design Guide, ladattavissa internetistä (26.4.2011): <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r04121/600r04121.htm>

Lisätietoa ilmastonmuutoksesta:
www.ilmasto-opas.fi

12. Hydrogeologiset vaatimukset

12.1 Yleistä

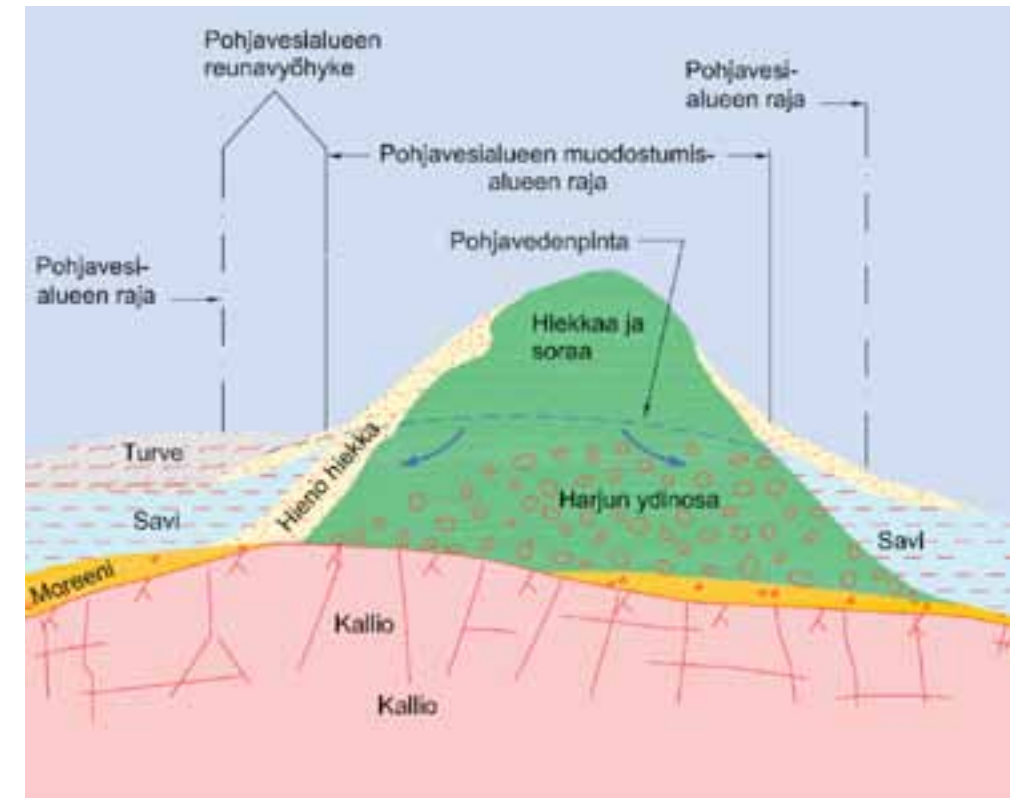
Hydrogeologialla ymmärretään väljästi tulkkittuna kaikkea veteen ja maankamaraan liittyvää. Tässä yhteydessä rajaudutaan kuitenkin käsittelemään nimenomaan pohjavettä ja maaperää siltä osin kuin niillä on hulevesien hallinnan kannalta merkitystä.

Pohjaveden muodostumisen, pohjaveden virtauksen, maaperän rakenteiden ja ominai-

suuksien tunteminen on tärkeää, jotta hulevesien hallinnan suunnittelu ja toteutus ovat kestäväällä pohjalla, sekä mahdolliset ympäristövaikutukset voidaan tunnistaa. Puutteellisin tiedoin toteutettu hulevesien hallinta saattaa johtaa haitallisiin tai ei-toivottuihin seurauksiin.

Pohjaveden määritelmiä on useita, joista seuraavassa yksi: Pohjavedellä tarkoitetaan kaikkia niitä vesiä, jotka ovat maanpinnan alla kyllästyneessä vyöhykkeessä ja suorassa yhteydessä kallio- tai maaperään (direktiivi 2000/60/EY 2 artiklan 2 kohta).

Pohjavesiesiintymällä tai pohjavesimuodostumalla tarkoitetaan sellaista yhtenäisenä



Kuva 12-1 Yleispiirteinen esitys pohjavesimuodostumasta (Polkuja pohjavesitiedon lähteille, SYKE ja MMM, 2010)



esiintymänä olevaa vettä, joka sijaitsee huokoisessa ja läpäisevässä maa- tai kallioperämuodostumassa ja joka mahdollistaa merkittävän pohjaveden virtauksen tai merkittävän pohjavedenoton (direktiivi 2000/60/EY 2 artiklan kohdat 11 ja 12). Suomessa merkittävimmät pohjavesiesiintymät sijaitsevat lajituneissa sora- ja hiekkakerrostumissa kuten harjuissa ja suurissa reunamuodostumissa (Suomen ympäristökeskus, 2009), joten kalliopohjavettä ei tässä yhteydessä käsitellä. Tässä yhteydessä pohjavesiesiintymä ja pohjavesimuodostuma termejä käytetään riippumatta siitä onko merkittävä pohjavedenotto tai pohjaveden virtaus mahdollista. Kuvassa 12-1 on esitetty yleispiirteinen pohjavesimuodostumaa havainnollistava piirros.

12.2 Hydrogeologisten olosuhteiden huomioon ottaminen hulevesien hallinnassa

12.2.1 Pohjavesiolosuhteiden selvittäminen

Pohjavesiolosuhteet tulee aina selvittää hulevesien hallintatoimenpiteitä suunniteltaessa. Mikäli hulevesiä suunnitellaan imeyttäväksi pohjavedeksi, on pohjavesiolosuhteiden tunteminen erityisen tärkeää.

Pohjavesiolosuhteiden selvittämisen tarkoituksena on ohjata hulevesien hallinnan suunnittelua siten, ettei hankkeen toteuttaminen heikennä pohjaveden laatua eikä vähennä pohjaveden muodostumista tai määrällistä tilaa, eikä aiheuta muita haitallisia ympäristövaikutuksia. Kuvassa 12-2 on esitetty ohjeellinen luettelo selvitettävistä asioista ja selvityksien lopputuotteet, jotka kuvaavat hulevesien hallinnan suunnittelun lähtökohtina olevia hydrogeologia tekijöitä.

TAUSTASELVITYKSET

- **Irtomaapeitteen paksuus, maalajit ja kerrosjärjestys**
- **Pohjaveden pinnan taso suunnittelualueella**
- **Luokiteltujen pohjavesialueiden sijainti suhteessa suunnittelualueeseen**
- **Vedenottamoiden ja yksityisten vedenottokaivojen sijainti**
- **Mahdollisten painumaherkkien kohteiden sijainti**



SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

- **Pohjavesimuodostuman rakenne ja ominaisuudet**
- **Pohjaveden virtaussuunta**
- **Pohjaveden muodostumisalueen sijainti**
- **Arvio vedenjohtavuudesta**
- **Arvio varastokertoimesta**
- **Riskikohteiden sijainti**

Kuva 12-2 Pohjavesiolosuhteiden selvittämisen hulevesien hallinnan suunnittelua varten.

Jäljempänä tässä osiossa käsitellään yksityiskohtaisemmin pohjavesiolosuhteita kuvaavia tekijöitä ja niiden merkitystä hulevesien hallinnan kannalta.

12.2.2 Maaperän rakenteet ja koostumus

Maaperän rakenteiden ja koostumuksen tuntemus eli tieto irtomaapeitteen paksuudesta, maalajeista ja maaperän kerrosjärjestyksestä on pohjavesiolosuhteiden ymmärtämisen perusta. Maaperä toimii väliaineena, jossa pohjavesi virtaa.

Maalajien tunnistaminen on oleellista, koska eri maalajien ominaisuudet poikkeavat toisistaan merkittävästi. Esimerkiksi hiekan ja soran tehokas huokoisuus on yleensä suuri. Mitä suurempi tehokas huokoisuus on, sitä suurempi vesitulavuus muodostumassa on varastoituneena tai muodostumaan voidaan varastoida. Suuri tehokas huokoisuus mahdollistaa myös merkittävän pohjaveden virtauksen. Vastaavasti siltin ja saven tehokas huokoisuus on pieni, jolloin pohjaveden virtaus ei ole merkittävää, eikä esiintymän varastoitunutta vettä voida tehokkaasti hyödyntää.

Irtomaapeitteen kerrospaksuudella on suora vaikutus esiintymän varastovesitulavuuteen tai siihen kuinka paljon vettä voidaan varastoida tai poistaa esiintymästä. Mitä paksumpi irtomaapeite on, sitä enemmän vettä esiintymässä on varastoituneena tai siihen voidaan varastoida.

Maalajien kerrosjärjestyksellä on merkitystä etenkin pohjaveden muodostumiselle ja virtaukselle. Alueella, missä maan pintaosa koostuu savesta tai siltistä, ei pohjavettä muodostu merkittävästi. Pohjavettä muodostuu pääasiassa sorasta, hiekasta ja jonkin verran moreenista koostuvien maalajien alueilla, missä muodostuvien hulevesien poisjohtaminen saattaa johtaa pohjaveden pinnan alenemiseen.

Maaperän rakenteen ja koostumuksen merkitys hulevesien hallinnalle ilmenee mm. seuraavasti:

- hulevesien johtaminen pois pohjaveden muodostumisalueelta, joka on yhteydessä vedenottamoon tai talousvesikaivoihin, saattaa aiheuttaa vedenhankinnan vaikeutumisen
- imeytettäessä hulevesiä alueella, jonka läheisyydessä sijaitsee vedenottamo tai talousvesikaivoja, tulee taata imeytettävän veden hyvälaatuisuus ja imeytysjärjestelmän toimintavarmuus
- vedenottamon mahdollisesta lopettamisesta aiheutuva pohjaveden pinnan kohoaminen ja sen seuraukset tulee ottaa huomioon.

12.2.3 Hydrauliset ominaisuudet

Hydraulisilla ominaisuuksilla tarkoitetaan niitä väliaineen ominaisuuksia, jotka kuvaavat nesteen virtausta, varastoitumista ja pidättymistä

wäliaineeseen. Tässä yhteydessä hydraulisilla ominaisuuksilla tarkoitetaan veden virtausta, varastoitumista ja pidättymistä kuvaavia maaperän ominaisuuksia.

Veden virtauksen kannalta merkittävin väliaineen ominaisuus on vedenjohtavuus, jota kuvataan vedenjohtavuuden arvolla (K-arvo). Väliaineen varasto-ominaisuuksia kuvataan yleensä varastokertoimen avulla (S-arvo).

Vedenjohtavuus (K-arvo) kuvaa sitä, miten hyvin väliaine kykenee johtamaan vettä. Korkea vedenjohtavuus mahdollistaa pohjaveden ottamisen esiintymästä tai veden imeyttämisen esiintymään. Vedenjohtavuus osaltaan myös määrää sen, kuinka kauaksi vedenotto- pisteestä tai veden imeytyspisteestä pohjave- teen kohdistuvat vaikutukset ulottuvat – toisin sanoen millä etäisyydellä vedenottokaivosta pohjavedenpinta laskee tai imeytystilanteessa nousee ja kuinka paljon.

Maaperän vedenjohtavuus on pitkälti maalajisidonnainen. Korkein vedenjohtavuus on yleensä soralla ja hiekalla. Saven ja siltin vedenjohtavuudet ovat poikkeuksetta pieniä. Moreenin vedenjohtavuus on yleensä pieni.

Käytännössä siis mitä korkeampi maaperän vedenjohtavuus on, sitä parempi on sen kyky vastaanottaa sadevettä tai imeytettävää vettä. Lisäksi imeytystilanteessa pohjaveden pinta kohoaa vähemmän sellaisessa muodostumassa, jonka vedenjohtavuus on korkea. Mikäli maaperän vedenjohtavuus on hyvin pieni – kuten on poikkeuksetta laita siltillä ja savella – ei maaperä käytännössä sovellu veden imeyttämiseen.

Maalajien vedenjohtavuus vaihtelee huomattavasti ja yksittäisenkin maalajin vedenjohtavuus voi olla hyvin erilainen eri alueilla. Siksi tietyille maalajille kirjallisuudessa annettuun vedenjohtavuuden arvoon tulee aina suhtautua varauksin; vedenjohtavuus tulisi määrittää maastossa suoritettavien tutkimusten avulla.

Suomessa merkittävän vedenoton mahdollistavat pohjavesiesiintymät sijaitsevat sellaisissa muodostumissa, joiden vettä johtavat kerrokset koostuvat pääosin hiekasta tai sorasta – eli korkean vedenjohtavuuden omaavista maalajeista.

Vedenjohtavuuden merkitys hulevesien hallinnalle ilmenee mm. seuraavasti:

- pienen vedenjohtavuuden omaavat muodostumat eivät sovellu lainkaan tai soveltuvat huonosti hulevesien imeyttämiseen
- korkean vedenjohtavuuden omaavat muodostumat soveltuvat hyvin hulevesien imeyttämiseen
- mikäli pohjaveteen pääsee haitta-ainetta, korkean vedenjohtavuuden omaavassa muodostumassa haitta-aineiden kulkeutuminen on nopeampaa kuin pienen vedenjohtavuuden muodostumassa.

Varastokerroin (S-arvo) kuvaa sitä, kuinka paljon muodostuman vesivarastosta poistuu vettä tai kuinka paljon muodostumaan sitoutuu vettä silloin, kun pohjaveden pinnan korkeutta tai muodostuman painetasoa nostetaan tai laskeaan.

Jos tiedetään pohjaveden pinnankorkeuden muutoksen suuruus, voidaan varastokerroimen avulla laskea muodostumasta poistunut tai siihen sitoutunut vesitilavuus. Vastaavasti jos tiedetään varastovesitilavuuden muutos, voidaan varastokerroimen avulla laskea pohjaveden pinnan muutoksen suuruus.

Tyypillisesti varastokerroin vaihtelee välillä 0,3 – 1·10⁻⁵. Vapaapintaisen muodostuman varastokerroin on tyypillisesti 0,3 – 0,01 ja paineellisen muodostuman 1·10⁻³ – 1·10⁻⁵ (Fetter, C.W.).

Mikäli pohjavesiesiintymän, jonka maapinta-ala on 1 km², varastovesitilavuudesta poistetaan vettä (esimerkiksi estämällä pohjaveden muodostuminen johtamalla hulevedet pois alueelta) 10 000 m³, laskee pohjaveden pinta tai painetaso 0,1 metriä esiintymässä, jonka varastokerroin on 0,1 ja yhden metrin esiintymässä, jonka varastokerroin on 0,01. Toisin sanoen mitä pienempi muodostuman varastokerroin on, sitä herkemmin muodostuma reagoi muutoksiin.

Paras menetelmä varastokerroimen absoluuttisen arvon määrittämiseksi on suorittaa koepumppaus. Varastokerroimen suhteellinen suuruus voidaan arvioida maalajikoostumuksen, kerrosjärjestyksen ja pohjaveden pinnankorkeustietojen avulla.

Varastokerroimen merkitys hulevesien hallinnalle ilmenee mm. seuraavasti:

- pienen varastokerroimen omaavat muodostumat eivät sovellu tehokkaaseen hulevesien imeyttämiseen, koska pohjaveden pinta tai painetaso nousee huomattavasti jo pienillä imeytysvirtaamilla
- pohjaveden pinta saattaa laskea merkittävästi jos luonnollinen pohjaveden muodostuminen estetään esimerkiksi johtamalla hulevedet pois muodostumisalueelta.

12.2.4 Pohjaveden pinnankorkeus ja virtaussuunta

Pohjaveden pinnankorkeuden tai painetason avulla voidaan päätellä pohjavesimuodostuman olosuhteista varsin paljon. Pohjaveden pinnankorkeus tulisi mitata useasta eri havaintoputkesta tai kaivosta, jotta pohjaveden virtaussuunta voidaan luotettavasti määrittää. On kuitenkin myös muistettava, että pinnankorkeus voi vaihdella huomattavasti esimerkiksi eri vuodenaikoina ja eri vuosina. Näin ollen yksi mittaus edustaa vain hetkellistä tilannetta.

Maaperätietojen ja pohjaveden virtaussuunnan avulla voidaan selvittää pohjaveden muodostumisalueiden sijainti.

Pohjaveden pinnan etäisyys maanpinnan tasosta on tärkeä tekijä hulevesien imeytystä harkittaessa. Maaperän kerrosjärjestyksen, maalajien ja pohjaveden pinnankorkeuden tai painetason avulla voidaan päätellä onko muodostuma paineellinen vai vapaapintainen, sekä esiintyykö alueella mahdollisesti orsivettä. Orsivedeksi kutsutaan varsinaisen pohjavesikerroksen yläpuolella ja tästä erillisenä esiintyvää pohjavettä. Tarkalleen ottaen orsivedeksi voidaan kutsua vettä vain siinä tapauksessa, jos varsinaisen pohjavesikerroksen ja sen yläpuolella esiintyvän pohjaveden väliin jäävä osuus on veden kyllästämätöntä.

Pohjaveden pinnankorkeuden merkitys hulevesien hallinnalle ilmenee mm. seuraavasti:

- mikäli pohjaveden pinta sijaitsee lähellä maanpintaa, saattaa hulevesien imeyttäminen vaikeutua tai olla mahdotonta, koska imeytettävä vesi voi "tulvia" yli imeytysrakenteesta
- mikäli pohjaveden pinta sijaitsee huomattavasti maanpinnan tason alapuolella, ovat olosuhteet hulevesien imeyttämiseksi otolliset.

12.2.5 Pohjaveden muodostumisalueet

Pohjavettä muodostuu pääasiassa sadeveden, sekä lumen ja roudan sulamisvesien imeytyessä maa- ja kallioperään. Paikallisesti pohjavettä saattaa muodostua pintavesistä imeytymällä pohjavesimuodostuman sijaitessa esimerkiksi järven läheisyydessä.

Merkittävimmät pohjaveden muodostumisen määrää säätelevät tekijät ovat sadanta, maaperän vedenjohtavuusominaisuudet sekä maanpinnan topografia. Pohjaveden muodostumisen kannalta olosuhteet ovat edullisimmat silloin, kun maaperän vedenjohtavuus on korkea, muodostuman varastokerroin suuri ja irtomaapeitteen kerrospaksuus suuri. Tyypillisesti tällaisia maaperämuodostumia ovat harjut ja reunamuodostumat (mm. Salpausselät), jotka koostuvat hiekka- ja soravaltaisista maalajeista kuten kuvassa 12-1. Moreenipeitteisillä alueilla saattaa muodostua pohjavettä jopa merkittävästi, mutta savipeitteisillä alueilla ei käytännössä tapahdu lainkaan pohjaveden muodostumista.

Pohjavettä muodostuu erityisesti keväällä ja syksyllä. Kesällä ja talvella pohjaveden muodostuminen on yleensä vähäistä tai sitä ei tapahdu lainkaan. Vuodenaikavaihteluiden lisäksi pohjaveden muodostuminen vaihtelee pidemmällä aikavälillä. Pohjaveden muodostuminen voidaan havaita epäsuorasti tarkkailemalla pohjaveden pinnan tasossa tapahtuvia muutoksia.

Vedenhankintaa varten tärkeä pohjavesialue, luokka I

Alue, jonka pohjavettä käytetään tai tullaan käyttämään 20–30 vuoden kuluessa tai muutoin tarvitaan esimerkiksi vesihuollon erityistilanteissa varavedenottoon vedenhankintaa varten liittyjämäärältään vähintään 50 ihmisen tarpeisiin tai enemmän kuin keskimäärin 10 m³/d. Erityisperustein pienempiäkin vedenottamoita palvelevia alueita voidaan merkitä tähän luokkaan kuuluviksi. Luokkaan I kuuluva alue voi käsittää koko pohjavesialueen tai vedenhankinnan kannalta tarpeellisen osa-alueen.

Vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue, luokka II

Alue, joka soveltuu yhteisvedenhankintaan, mutta jolle ei toistaiseksi ole osoitettavissa käyttöä yhdyskuntien, haja-asutuksen tai muussa vedenhankinnassa. Luokkaan II kuuluva alue käsittää yleensä yhtenäisen pohjavesialueen tai suojelun kannalta tarpeelliset osa-alueet.

Muu pohjavesialue, luokka III

Alue, jonka hyödyntämiskelpoisuuden arviointi vaatii lisätutkimuksia vedensaantiedellytysten, veden laadun tai likaantumisen tai muuttumisuhan selvittämiseksi.

Laatikko 12-1 Pohjavesialueiden käyttökelpoisuus- ja suojeluluokkien määritelmät (Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus. Suomen ympäristökeskus, 2009).

Hulevesien hallinta vaikuttaa pohjaveden muodostumiseen mm. seuraavasti:

- pohjaveden pinta alenee väistämättä, mikäli hulevedet johdetaan pois pohjaveden muodostumisalueelta
- mikäli pohjaveden luonnollinen muodostuminen estetään, tulisi hulevesien imeyttäminen kohdentaa pohjaveden muodostumisalueelle.

12.3 Riskien hallinta

12.3.1 Pohjavesialueet, vedenottamot ja talousvesikaivot

Pohjavesialueiden, vedenottamoiden ja talousvesikäytössä olevien kaivojen sijainti tulee tietää, jotta hulevesien hallintatoimenpiteet voidaan toteuttaa vaarantamatta vedenhankintaa. Tietoa pohjavesialueiden sijainnista löytyy mm. ympäristö- ja paikkatietopalvelu OIVasta. Pohjavesialueiden kartoituksesta ja luokituksista lisätietoa löytyy oppaasta Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus. Laatikossa 12-1 on esitetty pohjavesialueiden käyttökelpoisuus- ja suojeluluokat edellä mainitun oppaan mukaisesti määriteltynä.

Mikäli tausta-aineistoa ei ole olemassa, suoritetaan maastossa kaivokartoituksia, joiden yhteydessä tulee mitata vedenpinnan tason sijainti kaivoissa. Tuloksia käytetään apuna mm. pohjaveden virtaussuuntia määrittäessä.

Pohjavesialueiden, vedenottamoiden ja talousvesikaivojen sijainti suhteessa alueeseen, jolle suunnitellut hulevesien hallintatoimenpiteet kohdentuvat, tulee selvittää huolellisesti.

Joissakin tapauksissa vedenottamon mahdolliseen sulkemiseen on syytä kiinnittää huomiota, sillä tällöin pohjaveden pinta saattaa nousta tasosta, jolla se on ollut vedenottotilanteessa.

Hulevesien hallinnassa on tärkeää havaita mm. seuraavat vuorovaikutussuhteet pohjavesien muodostumisen ja vedenhankinnan kanssa:

- hulevesien johtaminen pois pohjaveden muodostumisalueelta, jonka läheisyydessä sijaitsee pohjavesialue, vedenottamo tai talousvesikaivoja, saattaa johtaa vedenhankinnan vaikeutumiseen

- mikäli hulevesiä imeytetään alueella, jonka läheisyydessä sijaitsee vedenottamo tai talousvesikaivoja, tulee taata imeytettävän veden hyvä laatu ja imeytysjärjestelmän toimintavarmuus

- vedenottamon mahdollisen lopettamisen seurauksena tapahtuva pohjaveden pinnan kohoaminen ja sen seuraukset tulee ottaa huomioon.

12.3.2 Painumaherkät kohteet tai pohjaveden pinnan tason alapuolelle sijoittuvat rakenteet

Alueet, joilla rakennukset tai rakenteet on perustettu maanvaraisesti, saattavat olla herkkiä pohjaveden pinnan alenemiselle. Erityisesti sellaisilla alueilla, joilla saven alapuolisessa maakerroksessa esiintyy paineellista pohjavettä, saattaa pohjaveden painetason lasku johtaa maakerroksien konsolidaatioon ja aiheuttaa siten rakenteiden painumia.

Paineellisen pohjavesiesiintymän varastokerroin on yleensä hyvin pieni, joten jo pienen

vesimäärän poistaminen esiintymästä saattaa johtaa merkittävään painetason laskuun. Paineellisessa esiintymässä pohjaveden painetaso laskee yleensä laajalla alueella.

Myös sellaiset olemassa olevat rakenteet, jotka sijaitsevat pohjaveden pinnan alapuolella, saattavat olla herkkiä pohjaveden pinnan korkeuden muutoksille. Esimerkiksi joidenkin puupaalujen rakenteellisen kestävyuden kannalta on oleellista, että paalut pysyvät aina vedenpinnan alla.

Hulevesien hallinnassa on tärkeää havaita mm. seuraavat rakenteisiin mahdollisesti kohdistuvat vaikutukset:

- luonnollisen pohjaveden muodostumisen estyminen siten, että paineellisen pohjavesimuodostuman painetaso laskee, saattaa aiheuttaa rakenteiden painumia

- painumariskialueilla hulevedet tulisi mahdollisuuksien mukaan imeyttää paineelliseen pohjavesiesiintymään

- pohjaveden pinnan alapuolelle mahdollisesti sijoittuvat olemassa olevat rakenteet tulee ottaa huomioon hulevesien hallintatoimenpiteitä suunniteltaessa.

12.3.3 Riskiarvio ja toimenpiteet riskien pienentämiseksi

Koska hulevesien muodostuminen ja johtaminen muuttaa aina luonnollista vedenkiertoa jollain tavalla, sisältyy hulevesien hallintatoimenpiteiden toteuttamiseen riskitekijöitä. Yleispätevän ja täydellisen riskiluettelon esittäminen on käytännössä mahdotonta, joten tässä yhteydessä on tyydytty kuvaamaan pohjaveteen liittyviä yksittäisiä riskitekijöitä ja niiden eliminoimistoimenpiteitä varsin yleisellä tasolla. Hulevesien hallintaan sisältyvät riskit tulee selvittää tarkemmin hankekohtaisesti.

Taulukossa 12-1 on esitetty yleisellä tasolla pohjavesiin kohdistuvat yksittäiset riskitekijät, riskin merkittävyys, riskin toteutumisesta mahdollisesti aiheutuva seuraus sekä toimenpiteet riskin pienentämiseksi. Taulukossa kuvattut riskitekijät eivät ole toisiaan poissulkevia, vaan useampi riskitekijä saattaa esiintyä samanaikaisesti, jolloin pohjaveden laadullista tai määrällistä tilaa uhkaava kokonaisriski kasvaa.

Pohjaveden tilan kannalta merkittävien yk-

Hulevesien muodostumisalue	Vaihtoehtoiset hulevesien hallintaratkaisut I ja II luokan pohjavesialueella
Vilkaasti liikennöidyt katu- ja tiealueet	<ul style="list-style-type: none"> • tarvittaessa esikäsittely hiekan- ja öljynerotuskaivoissa ja varsinainen käsittely esimerkiksi biopidätysalueilla • pohjavesisuojaus ja hulevesien poisjohtaminen • pohjavesisuojaus, suodatus suojauksen päällä olevissa maakerroksissa • tiesuolan korvaaminen biologisesti hajoavilla liukkauden torjunta-aineilla (imeyttämisen mahdollisuus arvioidaan muiden haitta-aineiden puhdistamisen ja onnettomuusriskien kannalta) • käsittely viherkaistoilla tai suojaviheralueilla
Pinnoitetut, moottoriajoneuvoille tarkoitettut liikennealueet ja laajat pysäköintialueet	<ul style="list-style-type: none"> • johtaminen pohjavesialueen ulkopuolelle • pohjavesisuojaus ja hulevesien epäpuhtauksien suodattaminen esim. suojaviheralueilla suojausten yläpuolisissa maakerroksissa • tiesuolan korvaaminen biologisesti hajoavilla liukkauden torjunta-aineilla pohjavesialueilla ja tiealueen vesien suodattaminen biosuodatuksella • käsittely viherkaistoilla tai suojaviheralueilla
Pihat, korttelimittakaavan pysäköintialueet ja sivukadut (lievästi likaantuneet hulevedet)	<ul style="list-style-type: none"> • yleensä johtaminen käsiteltäväksi suodatusrakenteissa tai vesiaiheissa
Varastojen lastausalueet tai muut vastaavat alueet (joilla haitta-aineiden riski valua maahan on suurin)	<ul style="list-style-type: none"> • pohjavesisuojaus ja hulevesien poisjohtaminen (tarvittaessa esikäsittelyvaatimuksia) • viemäröinti hulevesiviemäriin esikäsittelyn jälkeen
Tori- ja kevyen liikenteen alueet (joilla ei otaksuta olevan riskiä pohjaveden laadulle)	<ul style="list-style-type: none"> • yleensä imeyttäminen pohjavedeksi tarvittaessa suodatuksen jälkeen
Huoltamoiden piha-alueet	<ul style="list-style-type: none"> • pohjavesisuojaus ja hulevesien poisjohtaminen (tarvittaessa esikäsittelyvaatimuksia) • viemäröinti hulevesiviemäriin esikäsittelyn jälkeen
Teollisuusalueet ja urheilualueet	<ul style="list-style-type: none"> • johtaminen käsiteltäväksi pohjavesialueen ulkopuolelle • tarvittaessa hulevesien imeytys- ja käsittelyvaatimuksia • (paikallisia käsittely- ja imeytysmenetelmiä kehitettävä ja otettava käyttöön)
Taajamien keskustat ja asuinalueet	<ul style="list-style-type: none"> • tarvittaessa hulevesien imeytys- ja käsittelyvaatimuksia
Lumenkaatopaikat ja muut alueet, joilla on likaantunutta lunta	<ul style="list-style-type: none"> • vältettävä sijoittamista pohjavesialueelle • tarvittaessa esikäsittely hiekan- ja öljynerotuskaivoissa ja varsinainen käsittely esimerkiksi biopidätysalueilla • pohjavesisuojaus ja hulevesien poisjohtaminen
Alueet, joilla on paikalleen satanut tai muuten likaantumaton lunta	<ul style="list-style-type: none"> • imeyttäminen
Katot ja muut vastaavat "puhtaat" pinnat	<ul style="list-style-type: none"> • imeyttäminen

Taulukko 12-2 Hulevesien hallinnan vaihtoehtoja pohjavesialueilla.

RISKITEKIJÄ	RISKIN MERKITTÄVYYS	MAHDOLLINEN SEURAUUS	ENSISIJAINEN TOIMENPIDE	MUUT MAHDOLLISET TOIMENPITEET
Estetään pohjaveden luontainen imeytyminen luokitellulla pohjavesialueella	ERITTÄIN MERKITTÄVÄ	Pohjavesiesiintymän hyödynnettävyys heikentyy	Ylläpidetään pohjaveden luonnollista muodostumista pohjavesialueella, eikä johdeta hulevesiä pois pohjavesialueelta	Hulevesien imeyttäminen luokitellulla pohjavesialueella (veden puhtaus varmistettava)
Estetään pohjaveden luontainen imeytyminen pohjaveden muodostumisalueella	MERKITTÄVÄ	Pohjaveden muodostuminen vähenee	Ylläpidetään pohjaveden luonnollista muodostumista, eikä johdeta hulevesiä pois pohjaveden muodostumisalueelta	Hulevesien imeyttäminen pohjaveden muodostumisalueella (veden puhtaus varmistettava)
Estetään pohjaveden luontainen imeytyminen vedenottamon tai talousvesikaivojen läheisyydessä	MERKITTÄVÄ	Vedenhankinnan vaikeutuminen	Ylläpidetään pohjaveden luonnollista muodostumista, eikä johdeta hulevesiä pois alueelta	Hulevesien imeyttäminen (veden puhtaus varmistettava)
Hulevedet imeytetään pohjavedeksi	MERKITTÄVÄ	Pohjaveden laadun heikentyminen tai pohjaveden virtaussuunnan muuttuminen	Hulevesiä ei imeytetä pohjavedeksi	Varmistetaan imeytettävän veden puhtaus ja optimoidaan imeytysalueen tai alueiden sijainti virtausolot huomioiden
Pohjavesimuodostuma paineellinen	KOHTALAINEN	Pohjaveden painetaso laskee → Konsolidaatio → Maanvaraisten rakenteiden painuminen	Hulevesiä ei johdeta pois sellaiselta pohjaveden muodostumisalueelta, joka toimii paineellisen pohjavesiesiintymän muodostumisalueena	Hulevesien imeyttäminen muodostuman paineelliselle osuudelle
Esiintymän varastokerroin pieni	KOHTALAINEN	Pohjaveden pinnan tason tai painetason huomattava lasku	Ylläpidetään pohjaveden luonnollista muodostumista	Hulevesien imeyttäminen
Esiintymän vedenjohtavuus korkea	VÄHÄINEN	Pohjaveden pinnan taso laskee laajalla alueella	Ylläpidetään pohjaveden luonnollista muodostumista	Hulevesien imeyttäminen

Taulukko 12-1 Hulevesien hallintatoimenpiteiden pohjavesiin kohdistuvat yksittäiset riskitekijät.

12.4 Viitteitä

sittäinen riski syntyy silloin, kun hulevedet kerätään ja johdetaan pois luokitellulta pohjavesialueelta. Myös hulevesien kerääminen ja pois johtaminen pohjaveden muodostumisalueelta, vedenottamon tai yksityisten vedenotokaivojen sijoittuminen hulevesien muodostumisalueelle sekä hulevesien imeyttäminen pohjavedeksi ovat pohjaveden määrällisen tai laadullisen tilan kannalta merkittäviä riskitekijöitä.

Hulevesien hallinnassa joudutaan tasapainoilemaan pohjaveden määrällisten ja laadullisten tavoitteiden välissä. Useita riskejä voidaan ainakin teoriassa vähentää imeyttämällä hulevedet pohjavedeksi. Toisaalta imeyttäminen itsessään muodostaa riskitekijän. Mikäli imeyttäminen voidaan toteuttaa siten, että imeytys kohdistetaan oikealle alueelle ja samalla voidaan taata imeytettävän veden hyvä laadullinen tila ja imeytysjärjestelmän toimintavarmuus, on imeyttäminen erittäin hyvä keino riskitekijöiden pienentämiseksi tai poistamiseksi.

Toteutettujen huleveden hallintatoimenpiteiden pohjavesivaikutukset voidaan todentaa ainoastaan seuraamalla pohjaveden laadullisessa tai määrällisessä tilassa tapahtuvia muutoksia – käytännössä tarkkailemalla pohjaveden laatua ja pinnankorkeutta. Pohjavesivaikutuksien todentamisen luotettavuutta parantaa, mikäli seurantatietoja on ajallisesti pitkältä jaksolta ennen olosuhteita muuttavia hulevesien hallintatoimenpiteitä. Hulevesien hallinnan yhteydessä tulisi siis suorittaa pohjaveden tarkkailutoimenpiteitä.

Taulukkoon 12-2 on koottu tietoa hulevesien hallinnan toimenpiteistä pohjavesialueella. Jos katuvesiä johdetaan poikkeuksellisesti jätevesiviemäriin esimerkiksi keskusta-alueilla, tarve hulevesien esikäsitteilyyn tai virtaaman tasaamiseen tulee tapauskohtaisesti selvittää vesihuoltolaitokselta.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi yhteisön vesipolitiikan puitteista, 2000/60/EY. Ladattavissa internetistä (3.5.2011): <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:FI:PDF>

Fetter, C.W., 2001, Applied hydrogeology. Prentice Hall, 598 p.

Polkuja pohjavesitiedon lähteille -site. SYKE ja MMM, 2010. Ladattavissa internetistä (3.5.2011): <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=372946&lan=FI>

Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus. Suomen ympäristökeskus, 2009. Ladattavissa internetistä (3.5.2011): <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=322117&lan=fi>

OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille. Käytettävissä osoitteessa (27.4.2011): <http://www.p2.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp>

Eri maalajien hydrogeologisia parametreja. Geotekninen maalajiluokitus (taulukko). Ladattavissa internetistä (3.5.2011): <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=197253#a1>

Varastokertoimen (storativity) määritelmä ladattavissa internetistä (3.5.2011): <http://www2.nau.edu/~doetqp-p/courses/env302/lec11/LEC11.html>

Basic Ground-Water Hydrology. U.S. Geological Survey water-supply paper 2220, 2004. Ladattavissa internetistä (11.4.2011): http://pubs.er.usgs.gov/djvu/WSP/wsp_2220.pdf

13. Hulevesien laatu, taajamavesien kuormitus ja ympäristövaikutukset

13.1 Hulevesien laatu ja kuormitus

13.1.1 Yleisimmät haitta-aineet

Tutkimusten mukaan yleisimpiä hulevesien sisältämiä haitta-aineita ovat kiintoaine, ravinteet, metallit, kloridi, sekä öljyt ja rasvat ja eräät muut orgaaniset yhdisteet, esimerkiksi polysykliset aromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet sekä torjunta-aineet. Lisäksi hulevesissä on usein korkeita määriä suolistoperäisiä bakteereja.

Pohjaveden laatua vaarantavia, hulevesissä esiintyviä aineita ovat mm. torjunta-aineet, liukkaudentorjunta-aineet ja metyyli-tertääributyylieetteri (MTBE).

Parhaimmillaan hulevesien hallinta pohjautuu hulevesien laadusta kerättyyn paikalliseen havaintoaineistoon, mutta laajoihin, lukuisia haitta-aineita käsittäviin mittaustutkimuksiin ei useinkaan ole resursseja. Melko hyvää tietoa hulevesien laadusta voidaan saada kulkeutuvan kiintoaineen määrää tarkkailemalla, sillä kiintoainetta pidetään yleisesti hulevesien tärkeimpänä laatuparametrina. Monet hulevesien haitallisista vesistövaikutuksista liittyvät joko suoraan tai epäsuorasti kiintoaineen kulkeutumiseen ja sisältämiin haitta-aineisiin. Kiintoaine sellaisenaan samentaa vettä ja kertyy verkostoihin ja hulevesien varastorakenteisiin. Lisäksi kiintoaineeseen sitoutuneena hulevesien mukana kulkeutuu myös haitta-aineita, esimerkiksi fosforia ja metalleja.

Tapauskohtaisesti hulevesistä on tarpeellista määrittää useita eri haitta-aineita. Analysoitavat aineet tulisi valita alueen maankäytön ja sille sijoitettujen toimintojen perusteella. Esimerkiksi teollisuusalueilla käytetään ja varastoidaan lukuisia kemikaaleja, jolloin hulevesiin

liittyvien riskien arviointi saattaa käytännössä edellyttää kiinteistökohtaisten arvioiden tekemistä ennen varsinaista huleveden laadun mittaamista. Taulukossa 13-1 on esimerkki haitta-aineista ja ominaisuuksista, joita hulevesistä tulisi analysoida. Suomessa tutkimustietoa on pääasiassa kerätty yleisistä laatuparametreista kuten kiintoaineesta, ravinnepitoisuuksista ja hapenkulutuksesta. Lisäksi käynnissä on useita tutkimuksia, joissa selvitetään mm. metallipitoisuuksia ja eräiden orgaanisten yhdisteiden esiintymistä hulevesissä.

Vaihtelevien tutkimustulosten perusteella näyttää siltä, että erityisesti teollisuusalueilla havaittavat haitta-aineet vaihtelevat merkittävästi. Hätinen (2010) tutki Hollolassa teollisuuskiinteistöillä hulevesien mukana kulkeutuvia haitta-aineita näyttein, joita oli otettu hiekanerotus- ja imeytyskaivoista sekä maaperästä. Hän havaitsi tutkimuksessaan useita eri haitta-aineita, mm. PAH-yhdisteitä ja haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC eli volatile organic compound). Yleisimmin havaittiin kuitenkin hulevesien tavallisten haitta-aineiden – kuten sinkin, kuparin ja ajoneuvoliikenteestä aiheutuvien raskaiden öljyhiilivetyjen korkeita pitoisuuksia. Tapauskohtaisesti havaittiin myös teollisuuden käyttämiä haitta-aineita, mm. toluenia. (Hätinen, N. 2010).

13.1.2 Päästölähteet

Haitta-aineita päätyy hulevesiin mm. kuiva- ja märkälasseumana, liikenteen pakokaasusta, ajoneuvojen ja rakennusmateriaalien korroosiosta, tiemateriaalien kulumisesta sekä liukkaudentorjuntaan käytetyistä aineista. Lyijyn jättäminen pois polttoaineista on johtanut MTBE:n käyttöön suurina määrinä bensinin lisäaineena. MTBE on alhaisen maku- ja hajukynnyksen vuoksi hyvin haitallinen pohjavesien kannalta. MTBE kulkeutuu mm. pakokaasusta erittäin vesiliukoisena hulevesiin ja

Yleiset laatuhavainnot

biologinen hapenkulutus (BOD)
kemiallinen hapenkulutus (COD)
kiintoaine
typpi
fosfori
kloridi
suolistoperäiset bakteerit
pH
sähkönjohtavuus
sameus

Metallit

sinkki
kadmium
kromi(VI)
kupari
nikkeli
lyijy
platina

PAH-yhdisteet

bentso(a)pyreeni
naftaleeni
pyreeni

Torjunta-aineet

terbutylatsiini
pendimetaaliini
fenmedifaami
glyfosaatti

Muut

nonyylifenolietoksylaatit ja sen hajoamistuotteet (esim. nonyylifenoli)

pentakloorifenoli
2,4,4'-triklooribifenyyl (PCB-28)
Metyyli-tertääributyylieetteri (MTBE)

Muokattu lähteestä: Eriksson, E., Baun, A., Scholes, L., Ledin, A., Ahlman, S., Revitt, M., Noutsopoulos, C. ja Mikkelsen, P.S. 2007. Selected stormwater priority pollutants – a European perspective. Science of the Total Environment, 383:41-51.

Taulukko 13-1 Hulevesistä mitattavia tärkeimpiä suureita.

niiden mukana, eikä adsorboidu merkittävästi maaperän orgaaniseen tai epäorgaaniseen ainekseen. Bakteereja päätyy hulevesiin erityisesti eläinten ulosteista ja jätevesiviemäreiden vuodoista tai väärinkytkennoistä. Muita päästölähteitä ovat maapintojen eroosio, roskat ja jätteet sekä viheralueilla käytetyt lannoitteet ja torjunta-aineet. Taulukkoon 13-2 on koottu eräitä hulevesien päästölähteitä ja niihin liittyviä haitta-aineita. Taulukkoon 13-3 on koottu tutkimustietoa haitta-aineiden esiintymisestä

hulevesissä. Lisätietoa Suomessa ja kansainvälisesti havaituista hulevesien haitta-aineista, niiden päästölähteistä ja pitoisuuksista löytyy Kotolan ja Nurmisen (2003) laatimasta kirjallisuustutkimuksesta.

PÄÄSTÖLÄHTEET		HAITTA-AINEET*
Liikenne ja tiealueet	Renkaiden ja jarrujen kuluminen, öljyjen ja voiteluaineiden vuodot, pakokaasupäästöt ja korroosio tuottavat kiintoainepartikkeleita, metalleja, öljyjä ja rasvoja. Tie- ja katupintojen ja pintoitteiden kuluminen. Lämpimien pintojen aiheuttama huleveden korkea lämpötila. Liikenneonnettomuuksiin liittyvät päästöt ja vuodot.	Kiintoaine, metallit (esim. sinkki, kupari, lyijy, nikkeli, kadmium, kromi, elohopea), hiilivedyt (öljyt, rasvat, polttoaineet, pesuun käytettävät liuottimet), suola (natrium ja kloridi), PAH-yhdisteet. Lämpökuorma.
Viheralueet, pihat ja puutarhat	Viheralueet maankäyttömuodosta riippumatta (mm. asuin-, teollisuus-, ja tiealueet sekä puistot) lisäävät orgaanista materiaalia kuten ruohonleikkuujätettä, puutarhajätettä ja pudonneita lehtiä. Lannoitteet ja torjunta-aineet.	Fosfori, typpi, lannoitteet/torjunta-aineet, orgaaniset roskat, happea kuluttavat aineet.
Laskeuma	Laskeuma ilmasta kattaa päästöjä liikenteestä ja teollisuudesta sekä tuulieroosioista.	Orgaanisia haitta-aineita kuten PAH-yhdisteitä, torjunta-aineita, fenoleita, metalleja, typen ja rikin oksideja, hiilivetyjä.
Yleiset kunnossapitotyöt	Teiden kunnossapitoon liittyvät toiminnot, kuten tietyt, suolaus, pölyntorjunta.	Kiintoaine, hiilivedyt, suola.
Teollisuus- ja liikealueet	Lastausalueet, raaka-aineiden ja muiden materiaalien käsittely ja varastointi, kulkuneuvojen huolto ja vuodot.	Mikä tahansa valunnan kanssa kosketuksissa oleva materiaali tai raaka-aine.
Väärät kytkennät	Jäte- ja sadevesiviemäreiden virheelliset kytkennät, teollisuuden prosessivesien kytkennät hulevesiverkostoon.	Bakteerit/virukset, fosfori, typpi, metallit.
Haitallisten kotitalousjätteiden väärä hävittäminen	Jäteöljyjen, myrkyllisten materiaalien kuten maalien, liuottimien, ajoneuvonesteiden ja muiden jätteiden päästäminen hulevesiverkostoon.	Kaikki kotitalouksissa käsiteltävät haitalliset materiaalit.
Eläimet	Lemmikki- ja villieläinten ulosteet.	Bakteerit/virukset, fosfori, typpi.
Rakennustyöt	Merkitävä kiintoaineen kulkeutuminen häiriintyneiltä maapinnoilta kulkuneuvojen renkaissa, tuulen ja hulevesien mukana. Rakennusjätteet, vuodot ja jätevedet.	Kiintoaine, fosfori, typpi, monenlaiset jätteet.
Rakennusten materiaalit	Rakennusmateriaalien kuluminen ja korroosio. Esim. galvanoidut ja maalatut metallipinnat kattomateriaaleissa, sadevesikouruissa.	Metallit (esim. sinkki, kupari), muut rakennusmateriaalit.
Sekaviemäreiden ylijuoikut	Jäte- ja sadevesien juoksutus puhdistamattomina vesistöön sekaviemäriverkoston kapasiteetin ylittyessä.	Bakteerit/virukset, fosfori, typpi, kiintoaine, metallit, orgaaniset yhdisteet, happea kuluttavat aineet.

* Ohjeellinen lista: useisiin päästölähteisiin voi liittyä muita, mainitsematta jääneitä haitta-aineita
 Muokattu lähteistä: Minnesota Stormwater Manual, 2008, 2.versio, (www.pca.state.mn.us/water/stormwater/stormwater-manual.html). Sansalone, J. 2008. The physical and chemical nature of urban stormwater runoff pollutants. Teoksessa: Field & Sullivan (toim). Wet-weather flow in the urban watershed: Technology and management. CRC Press LLC.

Taulukko 13-2 Taajamien päästölähteitä ja niihin liittyviä hulevesien haitta-aineita.

Maankäytöllä on suuri vaikutus hulevesissä esiintyviin haitta-aineisiin. Esimerkiksi asuinalueiden vesissä on yleensä runsaasti bakteereja ja ravinteita, kun taas teollisuus- ja liikennealueilla on enemmän metalleja. Mm. hulevesistä havaitut suolistoperäisten bakteerien määrät korreloivat asukastiheyden kanssa. Hulevesien sisältämät myrkylliset orgaaniset yhdisteet liittyvät läheisesti maankäyttömuotoon ja erityisesti ajoneuvoliikenteeseen. Useimmat aineet huuhtoutuvat vilkkaasti liikennöidyiltä läpäisemättömiltä pinnoilta – liikekeskuksista ja tiealueilta. Esimerkiksi PAH-

yhdisteitä on yleisimmin ja korkeahkoina pitoisuuksina erityisesti teollisuusalueilla, mutta niitä esiintyy kaikilla rakennetuilla alueilla mutta. Sen sijaan torjunta-aineita huuhtoutuu alueilta, joilla on läpäisevää pintaa, esimerkiksi asuin- ja viheralueilta. Asuinalueilla voi hulevesissä olla torjunta-aineiden lisäksi puunsuoja-aineita.

Monet toiminnot tai maankäyttömuodot edellyttävät hulevesien erityistarkastelua, esimerkiksi rakennustyömaat, huoltoasemat, tiealueet, golfkentät ja lentokentät. Monissa maissa on rakennustyömaille määrätty omat

Aine	Mahdolliset päästölähteet		Luonnolliset prosessit	Raportoidut päästölähteet	
	Kaupunkiympäristö ¹ (materiaalit)	Ihmistoiminta ¹		Kuiva- ja märkälaskeuma ¹	Hulevedet ²
BOD			X		X
COD			X		X
Kiintoaine			X		X
Typpi		X	X		X
pH					
Fosfori		X	X		X
Kadmium	X			X	X
Kromi	X		X ³	X	X
Kupari	X		X ³	X	X
Nikkeli	X		X ³	X	X
Lyijy	X	X ⁴	X ³	X	X
Platina	X ³				X
Sinkki	X		X ³	X	X
Naftaliini	X	X	X	X	X
Pyreeni	X	X	X	X	X
Bariumfosfaatti	X	X	X	X	X
Pendimetalliini		X			
Fenmedifam		X			
Glyfosaatti		X			X
Terbutylatsiini		X		X	X
NPEO	X	X			X
PCP	X			X	X
DEHP	X			X	X
PCB 28	X			X	X
MTBE	X	X		X	X

¹ Ledin et al., 2004.

² Eriksson, 2002.

³ Ek et al., 2004.

⁴ Sörme et al., 2001.

⁵ Wedepohl, 1995. (Based on concentrations > 100 pb in the Continental Crust)

Taulukko 13-3 Haitta-aineiden mahdolliset lähteet sekä raportoitu esiintyminen kuiva- ja märkälaskeumassa sekä hulevesissä.

hulevesien hallintatoimenpiteet, sillä työmailta huuhtoutuu eroosion myötä suuria kiintoainemääriä. Pienetkin rakennustyöt voivat merkittävästi vaikuttaa valuma-alueelta mitattavaan kokonaiskuormitukseen. Rakennustyön aikaisen kasvillisuuden poiston ja maanpinnan häiriintymisen on todettu johtavan myös maaperän nitraattivarastojen huuhtoutumiseen. Myös räjäytystyöt voivat lisätä nitraattihuuhtoumaa. Aiheesta on lisää tietoa esimerkiksi kohdassa 13-4 mainituissa julkaisuissa (Burton, A., Pitt, R. 2001) ja (Kotola, J., Nurminen, J. 2003).

13.1.3 Pitoisuus ja kuormitus huleveden laadun mittareina

Huleveden laadun arvioinnissa on erotettava toisistaan pitoisuuden ja kuormituksen/huuhtouman käsitteet. Pitoisuus, jonka yksikkönä on tavallisesti mg/l, kuvaa aineen määrää vesitilavuutta kohden. Usein huleveden laadun mittarina käytetään keskimääräisiä tapahtumapitoisuuksia, ns. EMC-arvoja (engl. Event Mean Concentration).

Kuormituksen yksikkö on esimerkiksi kg/km²/a ja se mittaa valuma-alueelta huuhtoutuneen aineen kokonaismäärää aikayksikössä (katso myös kohta 13.1.5 haitta-aineiden ominaiskuormitusarvoista). Kuormituksen ja valuntatapahtuman aikana valuma-alueelta huuhtoutuneen aineen kokonaismäärän eli huuhtouman arviointi edellyttää pitoisuuden lisäksi tietoa myös tarkkailujaksolla muodostuneesta valunnasta. Korkeita pitoisuuksia voi esiintyä hyvin pienten sateiden tai sulamisjaksojen yhteydessä. Tällöin kuitenkin huleveden määrä ja tapahtumanaikainen ainehuuhtouma jäävät pieniksi. Toisaalta runsaiden ja pitkäkestoisten sateiden aikana ainepitoisuudet voivat olla hyvin pieniä, mutta ainehuuhtouma voi olla moninkertainen verrattuna pienten sateiden aiheuttamaan ainehuuhtoumaan. Pitoisuus ei siis ole riittävä mittari hulevesien laatuvaikutuksille, vaan luotettava arviointi edellyttää haitta-ainekohtaisten huuhtoumien tarkastelua pitkällä aikavälillä – esimerkiksi vuoden ajan – valuma-aluemittakaavassa.

Maankäytön lisäksi hulevesien laatuun vaikuttavat useat eri tekijät, esimerkiksi vuodenaika, sademäärä ja sateen intensiteetti, valuma-alueen fyysiset ominaisuudet sekä va-

luntaa edeltävän kuivan kauden pituus. Lämpömittomien pintojen määrä vaikuttaa ainehuuhtouman suuruuteen erityisesti siksi, että se lisää muodostuvien hulevesien määrää. Mitä enemmän hulevesiä taajama-alueella muodostuu, sitä suurempi on usein myös ainehuuhtouma. Tällöin paljon päällystettyä pintaa käsitteiltä alueilta voidaan olettaa muodostuvan suurempia ainehuuhtoumia kuin vähemmän päällystetyiltä alueilta etenkin kesäaikana.

13.1.4 Hulevesien haitta-ainepitoisuudet

Hulevesien pitoisuudet vaihtelevat ajan suhteen voimakkaasti. Tällöin yksittäiset havainnot tai havaintojen aritmeettinen keskiarvo ei kuvaa hyvin keskimääräistä pitoisuutta. Vuosittaisen ainehuuhtouman laskennassa pitoisuushavaintojen keskiarvon käyttö voi johtaa kuormituksen yliarviointiin. Hulevesien keskimääräistä laatua kuvaakin yleensä paremmin havaintojen mediaani, jonka suuruuteen eivät poikkeuksellisen korkeat pitoisuushavainnot vaikuta häiritsevästi. Taulukossa 13-4 on eri haitta-aineiden keskimääräisiä pitoisuuksia havainnollistettu esittämällä maankäytön ja pintatyyppin (tie/katto) mukaan sekä pitoisuuksien mediaanit että aritmeettiset keskiarvot. Samasta aineistosta lasketut mediaanit ovat usein selvästi keskiarvoja pienempiä. Pienimmät hulevesien haitta-ainepitoisuudet on usein mitattu kattopinnoilta tulevasta sadevesistä. Kattomateriaali saattaa kuitenkin vaikuttaa huomattavasti hulevesien laatuun; sinkkityt peltikatot kohottavat sinkkipitoisuuksia (vrt. taulukko 13-3), jne. Taulukossa 13-5 on esitetty ulkomailta hulevesistä havaittuja indikaattoribakteerien määriä.

Pitoisuustasojen arviointiin eivät sovellu yksittäiset näytteet, vaan pitäisi kerätä tapahtuman koko valuntaa kuvaavia keskimääräisiä pitoisuuksia. Yksittäisiä havaintoja voi käyttää vain rajoitetusti – esimerkiksi kun alustavasti selvitetään, mitä aineita kannattaisi seurata.

Kattavimmissa suomalaisissa hulevesien laadun tutkimuksissa vesinäytteitä on kerätty systemaattisesti kaikkina vuodenaikoina. Tällaisia tutkimuksia ovat 1970-luvun lopulla toteutettu Valtakunnallinen hulevesitutkimus sekä 2000-luvulla Teknillisen korkeakoulun (TKK) espoolaisilla asuinalueilla toteuttamat mittaustutkimukset. Lyhyt kooste näiden tutki-

Pitoisuudet (mg l ⁻¹)	Asuinalueet		Muut taajama-alueet		Tiet		Katot	
	mediaani	keskiarvo	mediaani	keskiarvo	mediaani	keskiarvo	mediaani	keskiarvo
Kokonaisfosfori	0,39	0,56	0,36	0,46	0,24	0,42	0,14	0,15
Sinkki	0,17	0,26	0,31	0,50	0,47	0,73	0,10 (3,5) ¹⁾	0,34 (10,2)
Kupari	0,036	0,057	0,054	0,13	0,076	0,17	0,018	0,061
TOC	19	19	30	33				
	Kaikki taajamat							
	mediaani	keskiarvo						
Kiintoaine	152	294			232	779	41	47
Kokonaistyyppi	2,5	3,4			2,2	2,7		
Lyijy	0,18	0,27			0,25	0,41	0,021	0,054

¹⁾ Sulussa arvo erikseen sinkkikatolle.

Lähde: Duncan, H.P. 1999. Urban stormwater quality: A statistical overview. Report 99/3, Cooperative Research Center for Catchment Hydrology

Taulukko 13-4 Hulevesien keskimääräisiä pitoisuuksia eri maankäyttömuodoilla ja pinnoilla (tiet ja katot).

	Asuinalueet		Muut taajama-alueet		Tiet		Katot	
	mediaani	keskiarvo	mediaani	keskiarvo	mediaani	keskiarvo	mediaani	keskiarvo
Fekaaliset koliformit (pmy/100 ml)	17000	200000	1900	26000	4800	18000	115	290
Fekaaliset streptokoki (pmy/100 ml)	42000	170000	6200	29000	7900	7700		

Lähde: Duncan, H.P. 1999. Urban stormwater quality: A statistical overview. Report 99/3, Cooperative Research Center for Catchment Hydrology

Taulukko 13-5 Hulevesistä havaittuja indikaattoribakteerien määriä.

musten pitoisuushavainnoista on esitetty taulukossa 13-6 (Melanen 1981, Metsäranta et al. 2005, Sillanpää 2007). Hetkellisesti havaittujen pitoisuuksien suurimmat arvot ovat monikymmenkertaisia saman alueen keskimääräiseen hulevesien laatuun verrattuna.

1970-luvulla kerätyt havaintoaineistot eivät välttämättä enää kuvaa hyvin hulevesien laadun nykytilannetta. Vaasassa vuonna 2000 havaitut huleveden lyijypitoisuudet vaihtelivat välillä 0,01–0,02 mg/l (Kannala, 2000, Vaasan kaupungin hulevesikuormituksen vähentäminen), jotka ovat selvästi 1970-luvulta raportoituja pitoisuuksia pienempiä. Lyijypitoisuuksia on saattanut pienentää siirtyminen lyijyttömän bensiinin käyttöön.

Kansainvälisissä tutkimuksissa todetut hulevesien bakteerimäärät ovat hyvin korkeita (taulukko 13-4). Hulevesien hygieenisestä laadusta on Suomessa melko vähän tutkimustietoa. Tutkittaessa hulevesien vaikutusta uimarantojen hygieeniseen laatuun Vaasassa Escherichia coli -määrät vaihtelivat hulevesinäytteissä välillä 100–17 000 pesäkkeitä muodostavaa yksikkö (pmy) per 100 ml ja fe-

kaalisten streptokokkien välillä 1 700–6 800 pmy/100 ml (Mäkinen, 2007). Hulevesille ei sinänsä ole asetettu raja-arvoja, mutta yllä esitetyt bakteeripitoisuudet ylittävät sosiaali- ja terveystieteiden asetuksessa 177/2008 asetetut uimarantojen hygieeniset raja-arvot.

Hulevesien pitoisuudet yleensä laimenevat suurten sadetapahtumien yhteydessä ja virtaamien pienentyessä sateen päätyttyä. Sateiden alkuvaiheessa on oletettu nk. alkuhuuhtoumana huuhtoutuvan korkeita ainepitoisuuksia. Hulevesien hallinnan kannalta käsitteen hyödyntäminen on hankalaa ilman tarkkaa määrittelyä ja tutkimustuloksetkin ovat ristiriitaisia. Alkuhuuhtoumailmiöön liittyvien epävarmuuksien vuoksi sille ei yleensä aseteta käsitteilyta-voitteita. Sen sijaan päätavoitteena on yleensä käsitellä kokonaan tavallisten, pienten sade- ja sulamistapahtumien aikainen valunta. Tätä mittaustapahtumien jakoa pieniin ja suuriin tapahtumiin on käsitelty tarkemmin kohdassa 13.3.

Vaasassa ja pääkaupunkiseudulla kaupunkipuroista kerättyjä bakteerituloksia on esitelty Vesitalous-lehden numerossa 2/2007.

	Pitoisudet (mg l ⁻¹)	Kiintoaine, TSS	TOC	COD	Kokonaisfosfori	Kokonaistyyppi	Kloridi	Lähde
Espoolaiset asuinalueet	Pientaloalue (20% läpäisemätöntä pintaa) 2001-2004 Pitoisuuksien keskiarvot ja havaintojen vaihtelevuus	36,2 (0,7 - 2602)		7,4 (1,3 - 136,5)	0,086 (0,003 - 1,95)	1,4 (0,3 - 11,7)		(1)
	Kerrostaloalue (50% läpäisemätöntä pintaa) 2001-2006	56,3 (0,3 - 1393)		9,5 (1,3 - 161,1)	0,12 (0,01 - 2,28)	2,7 (0,2 - 19,2)		
	Rakenteilla oleva kerrostaloalue 2001-2006	<2 - 8320			<0,01 - 6,5	0,2 - 25		(2)
Valtakunnallinen hulevesitutkimus	Asuinalueet 1977-1979	190 - 250	13		0,24 - 0,29	1,9 - 2,1	5,9 - 32	
	Keskusta- ja liikealueet 1977-1979	390 - 460	19		0,31 - 0,56	1,7 - 2,9	8,0 - 20	(3)
	Mooitoritille 1977-1979	570			0,31	2,2	41	
	Asuinalueet 1977-1979							
	Keskusta- ja liikealueet 1977-1979							(3)
	Mooitoritille 1977-1979							

1) Metsäranta, N., Kotola, J., Nurminen, J. 2005. Effects of urbanization on runoff water quantity and quality: Experiences from test catchments in southern Finland. Int. J. River Basin Management, 3(3): 229-234.

2) Sillanpää, N. 2007. Pollution loading from a developing urban catchment in southern Finland. Proc. 12th Conf. Diffuse Pollution, Belo Horizonte, Brasilia.

3) Melanen, M. 1981. Quality of runoff water in urban areas. Vesientutkimustietoisuus julkaisu 42, Veshallitus, Helsinki, s. 123-188.

Taulukko 13-6 Suomalaisissa tutkimuksissa havaittuja hulevesien keskimäärisiä pitoisuuksia sekä pitoisuushavaintojen vaihteluvälejä.

13.1.5 Taajama-alueiden ominaiskuormitusarvot

Ominaiskuormitusarvo kuvaa valuma-alueen pinta-alalla painotettua ainehuuhtoumaa aikayksikössä. Kirjallisuudessa esitetyt arvot kuvaavat yleensä vuosikuormituksia (kg/km²/a tai kg/ha/a) ja perustuvat joko veden laadun ja virtaamien mittaustuloksiin tai mallilaskentoihin.

Vuosikuormituksen perusteella määritetyt ominaiskuormitusarvot suomalaisille taajama-alueille ovat Melasen (1981) mukaan kiintoaineelle 10 000–100 000 kg/km²/a, kokonaisfosforille 20–200 kg/km²/a vuodessa ja kokonaistypelle 200–1 000 kg/km²/a. Tuoreempien mittaustietojen (Sillanpää 2007) perusteella tyyppikuormituksen on havaittu rakennetulla kerrostaloalueella ylittävän 1 500 kg/km²/a saateina vuosina.

Rakennustyön aikaiset kokonaistypen huuhtoumat olivat tutkitulla asuinalueella Espoossa huomattavasti aiemmin raportoituja suurempia; huuhtoumat vaihtelivat viiden vuoden havaintojaksolla välillä 630–8 100 kg/km²/a. Suurimmat kiintoaineen ja fosforin ominaiskuormitusarvot rakenteilla olleella alueella olivat samaa suuruusluokkaa kuin Melasen raportoimat korkeimmat arvot. Espoolaisten tutkimusalueiden perusteella kiintoaine- ja ravinnekuormitukset rakenteilla olleelta valuma-alueelta olivat 1–3-kertaisia maatalousalueeseen, 3–5-kertaisia valmiiseen asuinalueeseen ja 10–50-kertaisia metsäalueeseen verrattuna. Kansainvälisessä kirjallisuudessa rakennustyömaiden kiintoainekuormitus on esitetty 10–20-kertaiseksi maatalousalueisiin ja jopa 1 000–2 000-kertaiseksi metsäalueisiin verrattuna.

Suomessa ominaiskuormitusarvoja on saatavilla lähinnä asuinalueille mutta pääasiassa vain perinteisimmille laatuparametreille, esimerkiksi ravinteille. Valuma-aluekohtaista tietoa erilaisille maankäyttömuodoille Suomessa mitatuista ominaiskuormitusarvoista on tietoa esimerkiksi kohdassa 13-4 mainituissa julkaisuissa (Melanen, M. 1981), (Kotola, J., Nurminen, J. 2003) ja (Sillanpää, N. 2007).

13.1.6 Talviolosuhteiden vaikutus hulevesikuormitukseen

Talviolosuhteilla on suuri merkitys valunnan muodostumiseen – keskimääräisestä vuosisadannasta noin 40 % sataa meillä lumena. Talvella pintavalunnan muodostumista edistää lämpövesien pintojen vettyminen ja jäätyminen, ja hulevesiä kuormittaa erityisesti suolan ja hiekoitushiekkan käyttö liukkaudentorjunnassa. Lumen auraus ja nastarenkaiden käyttö lisäävät tiepintojen kulumista. Tiesuola todennäköisesti myös edistää muiden haitta-aineiden – mm. metallien – kulkeutumista liukoissa muodossa. Hiekoitushiekasta aiheutuva kiintoainehuuhtouma tulee ottaa erityisesti huomioon suunniteltaessa tiealueilta valuvien hulevesien imeytysrakenteita.

Hulevesien haitta-aineiden pitoisuuksien vuodenaikaisvaihteluun vaikuttaa valuma-alueen lämpövesien pintojen määrä. Erityisesti tiiviisti rakennetuilla alueilla talviaikaisten hulevesien laatu voi olla huonompi kuin kesäaikana todennäköisesti siksi, että tiiviisti rakennetuilla alueilla likaisten tienvieruslumen sulamisvedet sekoittuvat suhteessa pienempään sulamisvesimäärään kuin väljästi rakennetuilla alueilla, joilla koskemattomaa ja suhteellisen puhdasta lunta on enemmän. Liikenteen määrä ja ajonopeudet vaikuttavat siihen, kuinka laajalle alueelle haitta-aineet kulkeutuvat. Eri tutkimuksissa on suuren osan haitta-aineista todettu talviaikana kertyvän 2–30 metrin etäisyydelle tiealueesta. Taajamissa ajonopeudet ovat yleensä verrattain alhaisia ja siellä on tavallisesti jo muutaman metrin säteellä tiestä tai kadusta rakennelmia, jotka vähentävät haitta-aineiden kulkeutumista kauemmas. Vaikka kesän ja talven välillä ei suuria pitoisuuseroja havaitaisikaan, talviaikaiset ainehuuhtoumat voivat olla kesäisiä korkeampia suuremman valunnan vuoksi.

Valtakunnallisen hulevesitutkimuksen kohdevaluma-alueilla lumen sulanta kattoi alueesta riippuen 5–40 % kiintoaineen, fosforin ja kemiallisen hapenkulutuksen vuosittaisista huuhtoumista ja 23–56 % vuosittaisesta tyyppihuuhoutumasta. Näitä kuormitusarvioita voidaan pitää suuntaa-antavina. Rakennetuilla alueilla lumen sulanta ei siis välttämättä tuota valtaosaa vuoden ainehuuhtoumasta. Verrattuna maatalousalueisiin, joilla pääosa kuormituksesta muodostuu kasvukauden ulkopuolella, kaupunkialueilla kuormitusta muodostuu mel-

Sulannan vaiheet 1-3	Tapahtuman kesto	Valunnan määrä	Vedenlaatu ja kuormitus
1) Katupintojen sulanta	Lyhytkestoinen, toistuu useita kertoja talven aikana	Vähäinen	Korkeita liukoisten haitta-aineiden pitoisuuksia (kloridi, nitraatti, lyijy). Ainehuuhtoumat ovat pieniä.
2) Tiealueiden sulanta (teiden pinnat ja läheiset läpäisevät pinnat)	Keskimääräinen	Keskimääräinen	Liukoisten ja kiintoaineeseen sitouneiden haitta-aineiden keskimääräisiä pitoisuuksia
3) Läpäisevien pintojen sulanta	Pääosin talvikauden loppuvaiheessa	Suuri	Liukoisten haitta-aineiden pitoisuudet pieniä, kiintoaineeseen sitouneiden aineiden pitoisuudet keskimääräisiä tai suuria. Ainehuuhtoumat ovat suuria.
Lisäksi omana tapahtumaluokkanaan lumipeitteiden aikaiset vesisafoot	Lyhyt	Suuri	Suuria kiintoaineeseen sitoutuneiden aineiden pitoisuuksia, keskimääräisiä tai korkeita liukoisten haitta-aineiden pitoisuuksia. Tapahtuman ainehuuhtouma on suuri.

Muokattu lähteestä: Oberts, G. 1994. Influences of snowmelt dynamics on stormwater runoff quality. Watershed Protection Techniques, 1(2):55-61.

Taulukko 13-7 Hulevesien laadun ja ainehuuhtouman vaihtelu sulannan eri vaiheissa.

ko tasaisesti vuoden ympäri runsaan kesäaikaisen pintavalunnan takia.

Taulukko 13-7 havainnollistaa hulevesien talviaikaisen laadun ja valuntatapahtumien aikaisen ainehuuhtouman muuttumista talven aikana. Valuntatapahtumat vaihtelevat pienen vesimäärän, mutta mahdollisesti korkeita ainepitoisuuksia sisältävistä keskitalven sulamistapahtumista, kevään suuren valunnan tuottavaan loppusulantaan. Liukoiset haitta-ainepitoisuudet pienenevät valunnan määrän lisääntyessä, kun taas kiintoaineeseen sitoutuneiden haitta-aineiden pitoisuudet kasvavat valunnan ja virtaamien lisääntyessä kohti loppusulantaa. Keskellä talvea esiintyvät vesisafootit voivat aiheuttaa korkeita haitta-ainepitoisuuksia ja -huuhtoumia. Talviolosuhteiden vaikutuksesta hulevesien laatuun ja kuormitukseen on vielä melko vähän tietoa verrattuna kesäolosuhteisiin.

13.2 Hulevesien laadun aiheuttamat vaikutukset

13.2.1 Laatuvaikutusten päätyypit

Hulevesien laatuvaikutukset vastaanottavissa vesistöissä voidaan jakaa kahteen pääluokkaan: akuutit ja krooniset vaikutukset, joista on esimerkkejä taulukossa 13-8). Akuutit vaikutukset ovat suhteellisen lyhytkestoisia (kestävät muutamista tunneista päiviin) ja aiheutuvat hetkellisistä pitoisuus- tai kuormitushuipusta vastaanottavissa vesistöissä. Tällöin kuormituksen muodostumiseen voi liittyä myös pistekuormitukselle tyypillisiä piirteitä. Tavallisesti akuutteja vaikutuksia havaitaan virtavesissä kuten puroissa ja joissa. Akuutteihin vaikutuksiin voidaan lukea esimerkiksi uimarantojen veden huono hygieeninen laatu sadetapahtuman jälkeen tai sekaviemäroidyillä alueilla ylivuotojen aiheuttamat kalakuolemat. Myös kemikaalionnettomuuksiin voi yhdistyä akuutteja vaikutuksia.

Laatuvaikutusten päätyypit	AKUUTTI	KROONINEN
	Vaikutuksen kesto Lyhytaikainen	Vaikutuksen kesto Pitkäaikainen
Aiheuttaja Yksittäinen sadetapahtuma Sekaviemärin ylijoukko	Aiheuttaja Vähittäinen, pitkäaikainen kertyminen	
Esimerkki tyypillisestä vesistövaikutuksesta Rannan uintikielto korkean bakteeripitoisuuden vuoksi Äkillinen kalakuolema	Esimerkki tyypillisestä vesistövaikutuksesta Rehevöityminen Myrkylliset metallipitoisuudet pohjasedimentissä	
Haitta-aineelle tyypillinen aikajänne Patogeeniset bakteerit: tunti Orgaaninen aine: tunti - päivä	Haitta-aineelle tyypillinen aikajänne Ravinteet: kuukausi - kuusi - vuosi Metallit: vuosi - vuosikymmen	

Muokattu lähteestä: Harremoës, P. 1988. Stochastic models for estimation of extreme pollution from urban runoff. Water Research, 22(8): 1017-1026.

Taulukko 13-8 Esimerkkejä hulevesien laatuvaikutusten päätyypeistä ja niiden ominaisuuksista (Harremoës, 1988).

Krooniset vaikutukset aiheutuvat pitkällä aikavälillä vähitellen kertyvästä kuormituksesta. Näiden vaikutusten aikajänne ulottuu kuukausista jopa vuosikymmeniin. Tyypillinen kroonisten vaikutusten kohde on esimerkiksi lampi tai pieni järvi. Esimerkkejä kroonisista vaikutuksista ovat rehevöityminen, haitta-aineiden kertyminen pohjasedimentteihin sekä pohjaveden pilaantuminen. Tutkimuksissa havaitut hulevesien haitta-aineiden pitoisuudet ovat usein olleet pieniä. Haitalliset vaikutukset havaitaan usein vasta, kun vastaanottavan vesistön pohjasedimentin tai veden laadun jokin kriittinen arvo ylittyy. Hulevesien haittavaikutukset ovat siis enimmäkseen kroonisia, vaikka akuutit vaikutukset ovatkin helpommin havaittavissa ja ylittävät usein uutiskynnyksen. Nimenomaan hulevesien vesistövaikutusten krooninen luonne tekee niiden havainnoinnista ja arvioinnista hankalaa – suoran yhteyden osoittaminen esimerkiksi huleveden hetkellisen laadun, yksittäisen sadetapahtuman ja ympäristössä ha-

vaittavan vaikutuksen välillä ei ole helppoa.

Huleveden haitta-aineiden esiintymismuoto vaikuttaa osaltaan niiden aiheuttamiin vesistövaikutuksiin. Mikäli haitta-aineet kulkeutuvat suurina määrinä liukoisessa muodossa, ne voivat aiheuttaa merkittäviä akuutteja vaikutuksia pienvesissä. Jos haitta-aineet kulkeutuvat ensisijaisesti kiintoaineeseen sitoutuneena, vastaanottavissa vesistöissä havaitaan todennäköisesti kroonisia vaikutuksia. Esiintymismuoto ei kuitenkaan täysin määrää haitta-aineen vaikutuksia, sillä aineen esiintymismuoto ja yhdisteet muuntuvat viemäriverkossa ja vesistöissä.

13.2.2 Vesistövaikutukset

Hulevesiä on toistaiseksi voitu johtaa Suomessa erillisviemäröinnin kautta käsittelemättöminä taajamapuroihin ja rantavesiin. Hulevesi-

en mukanaan kuljettama kiintoaine, ravinteet ja muut haitta-aineet voivat heikentää erityisesti matalien ja herkkien lampien, pikkujärvien ja järvenlahtien veden laatua. Yhteenveto vastaanottavien vesistöjen herkkyydestä hulevesissä esiintyvillä haitta-aineilla on esitetty taulukossa 13-9. Lisäksi taulukossa on esitetty arvioita taajama-alueiden haitta-aineiden ominaiskuormituksen suuruudesta verrattuna muihin maankäyttömuotoihin sekä kuormituksen ja valuma-alueen läpäisemättömän pinta-alan määrän välisestä yhteydestä (Center for Watershed Protection, 2003).

Laadullisten vaikutusten lisäksi hulevedet muuttavat valunnan määriä ja virtaamia, mistä välillisesti aiheutuu laadullisia muutoksia vastaanottavassa vesistössä. Purovesistöihin johdettavat hulevedet kasvattavat ylivirtaamia ja lisäävät virtaamavaihteluita, jolloin eroosio ja kiintoaineskulkeumat uomissa lisääntyvät. Vähentynyt imeytyminen maaperään ja vähentynyt pohjaveden muodostuminen puolestaan pienentävät purojen virtaamia kuivana aikana.

Huleveden sisältämä kiintoaine samentaa

vesistöjä ja voi laskeutua rantavesien ja purojen pohjia peittäväksi kerrokseksi muun kiintoaineksen mukana. Lisäksi kiintoaine kertyy vesialtisiin vähentäen niiden vesitulavuutta sekä tukkii tierumpuja. Hulevesien mukana kulkeutuu runsaasti myös ravinteita, jotka edistävät leväkukintojen muodostumista ja rehevöitymistä. Kesällä kuumentuneilta pinnoilta valuvat hulevedet voivat nostaa purovesistöjen lämpötilaa.

Tiesuola (NaCl), joka liuottaa mukaansa metalleja, voi nostaa sulamistilanteessa äkillisesti purovesien suolapitoisuutta. Myös onnettomuustilanteet ja hulevesijärjestelmään joutuvat sammutusvedet ja -kemikaalit voivat edistää myrkyllisten aineiden kulkeutumista vesistöihin. Useat yllä mainitut vaikutukset voivat johtaa pohjaeläimistön yksipuolistumiseen ja kalaston vähenemiseen ja häviämiseen.

Hulevesiä voi joutua sateella ja tulva-aikoina myös jätevesiviemäriin, jolloin pumppaamoiden ja puhdistamoiden kapasiteetti saattaa ylittyä ja viemäriä päästä vesistöihin.

Huleveden haitta-aine	Vaikutusten kohde ¹⁾					Korkea ominaiskuormitus? ²⁾	Kuormituksen yhteys pinta-alaan? ³⁾
	JO	JÄ	ML	PV	RP		
Kiintoaine	K	K	K	E	K	K*	K
Kokonaistyyppi	E	E	K	K	E	K*	K
Kokonaisfosfori	K	K	E	E	K	K*	K
Metallit	K	K	K	?	E	K	K
Hiljivedyt	K	K	K	K	K	K	?
Bakteerit/patogeenit	K	K	K	E	K	K	K
Orgaaninen hiili	E	?	?	?	K	K	K
MTBE	E	E	E	K	K	K	?
Torjunta-aineet	?	?	?	?	K	K	?
Kloridi	?	K	E	K	K	K	?
Roskat, jätteet	K	K	K	E	?	K	K

1) Haittavaikutuksia voi esiintyä seuraavissa vastaanottajissa (K = kyllä, E = ei): JO = joki, JÄ = järvi, ML = merenlahti, PV = pohjavesiakviferi, RP = raakaveden hankintaan käytetty pintavesi

2) Onko haitta-aineen ominaiskuormitus suurempaa taajamassa kuin muilla maankäyttömuodoilla (metsä, laidun, viljelysmaa, avomaat): K = kyllä, K* = kyllä lukuunottamatta viljelysmaata

3) Kasvaako kuormitus valuma-alueen läpäisemättömien pintojen lisäntymisestä: K = kyllä

? = vaikutus epäselvä tai siitä ei ole riittävästi tietoa

Maakattu lähteestä: Center for Watershed Protection, 2003. Impacts of impervious cover on aquatic systems.

Watershed Protection Research Monograph No.1.

Taulukko 13-9 Huleveden haitta-aineiden vaikutukset vastaanottavissa vesistöissä sekä kuormituksen suuruus verrattuna muihin maankäyttömuotoihin ja läpäisemättömän pinta-alan määrään.

Epäpuhtaus	Lähde	Vaikutus vesistöön
Sedimentti ja kelluva aines	Kadut, nurmikot, pihatiet, tien rakennustyömaat, ilmalaskeuma, uomaerosio	Vähentää valonmäärää -> kalojen kutupaikat vähentyvät, herkätkudokset tukkeutuvat ja vahingoittuvat (mm. kidukset), kasautuu pohjaeläimistöiden päälle ja mataloittaa rantoja
Tuholaismyrkyt ja rikkaruohon torjunta-aineet	Asuinalueiden nurmikot ja puutarhat, tien pientareet, teiden lähialueet, liikekeskusten ja teollisuusalueet maisemoidut alueet, maaperähuuhtouma	Myrkyllisiä eliöille.
Orgaaniset aineet	Asuinalueiden nurmikot ja puutarhat, liikekeskusten maisemointi, eläinten jätökset	Happipitoisuuden vähentyminen -> kalakuolemat, sisäinen kuormitus
Metallit	Autot, sillat, ilmalaskeuma, teollisuusalueet, maaperäerosio, korrodoituvat metallipinnat, palamistapahtumat	Lajimuutokset, myrkyllisiä eliöille.
Öljyt ja rasvat / hiljivedyt	Tiet, pihatiet, pysäköintialueet, ajoneuvojen huoltoalueet, luvaton johtaminen hulevesiviemäriin	Erittäin myrkyllisiä kaloille ja muille vesieläimistöille.
Bakteerit ja virukset	Nurmikot, tiet, vuotavat jätevesiviemärit, jätevesiviemäreiden liitoskohdat, eläinten jätökset, jätevesijärjestelmät	Veden pilaantuminen. Veden välityksellä leviävät sairaudet.
Typpi ja fosfori	Nurmikon lannoitteet, ilmalaskeuma, autojen pakokaasut, maaperän eroosio, eläinten jätökset, pesuaineet	Rehevöityminen, leväkukinnot, umpeenkasvu.
Veden lämpötilan nousu	Pintavalunta läpäisemättömiltä pinnoilta, kasvillisuuden poisto rannoilta	Vähentää happipitoisuutta, voi tappaa kaloja, lisää levien kasvua.

Taulukko 13-10 Huleveden epäpuhtauksien lähteet (US EPA 1999 ja EPA Victoria 2005).

Esimerkiksi sateisena syksynä 2008 raportoitteihin Vantaanjoen vesistöalueella noin 30 viemäriä päästettiin. Suurissa vesistöissä, joihin päätyy valuntaa monilta eri maankäyttömuodoilta, hulevesien vaikutusten arviointia vaikeuttavat usein muut sateiden aiheuttamat huuhtoutumat.

Taulukossa 13-10 on esitetty hulevedessä esiintyvät epäpuhtaudet, niiden todennäköisimmät päästölähteet ja vaikutukset vesistöön.

13.2.3 Pohjavesivaikutukset

Hulevesien määrän vähentämisessä ensisijaisena keinona pidetään läpäisemättömien pintojen minimointia ja sadevesien imeyttämistä, jolloin myös valuma-alueella pintavaluntana poistuva ainehuuhtouma pienenee. Pohjavesialueilla sadeveden imeyttämällä turvataan myös pohjaveden määrällisen tilan säilymistä hyvänä, sillä katetut pinnat ja vesien joh-

taminen pois pohjavesialueelta vähentävät muodostuvan pohjaveden määrää. Pohjavesialueiden rajaamisesta ja sen oikeusturvavaihtuksista on yksityiskohtaista tietoa saatavilla (Hanski ym. 2010).

Hulevesien pohjavesivaikutukset eivät aiheudu pelkästään niistä aineksista, joita hulevedessä itsessään on vaan myös niistä aineista, joita hulevesi saa liikkeelle maaperästä sen läpi kulkiessaan. Liikkeelle lähtevät aineet voivat olla luonnollista alkuperää (esim. kiviaineksen sisältämät metallit) tai voivat olla maaperässä ihmisen toiminnasta peräisin olevia haitallisia aineksia.

Suomessa on pohjavedestä todettu vanhoja markkinoilta ja käytöstä jo poistuneita torjunta-aineita, mm. triatsiineja (atratsiini, simatsiini ja terbutylatsiini) sekä niiden hajoamistuotteita. Vedenhankinnan kannalta tärkeillä tai vedenhankintaan soveltuvilla (luokat I ja II) pohjavesialueilla saa käyttää ainoastaan sellaisia torjunta-aineita, jotka tutkimusten mukaan eivät kulkeudu pohjaveteen. Elintarviketurvallisuuksivirasto (EVIRA) pitää yllä kasvinuojeluainerekisteriä, jossa on tiedot markkinoilla olevien kasvinuojeluaineiden käyttörajoituksista pohjavesialueilla.

Suolan käyttö liukkaudentorjuntaan on tunnetuin uhka pohjavesille, sillä vesiliukoisena aineena suola kulkeutuu erittäin helposti eikä maaperä pysty sitä pidättämään. Vedenhankintaa varten tärkeillä tai veden hankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla tarvitaan pääteiden ja -katujen hulevesiä varten suolan käytön ja onnettomuusriskin takia pohjavesisuojaus ja hulevesien johtaminen pohjavesialueen ulkopuolelle. Suojausten rakentamistarve perustuu alueen ominaisuuksiin ja tehtyihin riskinarviointeihin. Onnettomuuksien kannalta vuorokauden kestävä suojaus katsotaan nykyisin riittäväksi. Suojauksen ei tarvitse siten olla täysin vettä läpäisemätön, ellei suolan käyttöä katsota uhaksi pohjavedelle. Perinteiselle tie-suolalle (natriumkloridi) on jo olemassa korvaavia vaihtoehtoja. Lupaavia tuloksia on Suomessa saatu alhaisissa lämpötiloissa nopeasti biohajoavan kaliumformiaatin käytöstä.

Eryteisesti vedenhankintaa varten tärkeillä ja vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla hulevesien imeytämässä tulee ottaa huomioon myös pohjaveden suojeleminen ja siihen liittyvän lainsäädännön vaatimukset. Tärkeimmät säännökset ovat ympäristönsuojelulain (86/2000) 1 luvun 8 §:n pohjaveden pilaamis-

kielto ja vesilain (264/1961) 1 luvun 18 §:n pohjaveden muuttamiskiello. Lainsäädäntöä on käsitelty tämän oppaan osiossa 6 (Hulevesien hallinnan järjestäminen, vastuut ja velvoitteet).

Taulukkoon 13-11 on koottu tietoa eräiden haitta-aineiden imeytämisen pohjavesille aiheuttamasta pilaantumiskielto (Pitt et al. 1996). Hulevesissä esiintyvien haitta-aineiden aiheuttamaan pohjaveden pilaantumiskieltoon vaikuttavat pääasiassa haitta-aineen esiintymismuoto (liukoinen tai kiintoaineeseen sitoutunut) ja pitoisuus hulevedessä sekä kulkeutuvuus maaperässä (Pitt et al. 1999). Hulevesien imeytämässä suurimman haitan pohjavesien kannalta aiheuttavat aineet, joita esiintyy suurina määrinä hulevesissä joiden pidättyvyys maaperään on heikko; ja jotka kulkeutuvat hulevesissä erityisesti liukoissa muodossa.

Yleistäen voidaan todeta, että monilla haitta-aineilla pilaantumiskielto pienenee, mikäli hulevedet imeytetään maanpinnalta kasvillisuuskerroksen läpi ja imeytysrakennetta edeltää kiintoainetta laskeuttava esikäsitteily-rakenne. Riski on suurin, jos hulevedet johdetaan suoraan maanalaisiin imeytysrakenteisiin ilman maanpinnalta tapahtuvaa imeyttämistä. Päällystetyillä pihoilta sijaitsevat imeytyskaivot ovat esimerkki pohjavesien kannalta huonosta imeytysratkaisusta.

Erytystapauksissa – esimerkiksi teollisuusalueilla ja tiesuolaa käytettäessä – tulisi käyttää tapauskohtaista harkintaa imeytämisen soveltamisessa. Taajama-alueilla tulisi välttää maanalaisia imeytysrakenteita ja ensisijaisesti suosia maan pinnalta, kasvillisuuskerroksen läpi tapahtuvaa imeyttämistä, jolloin imeytysrakennetta tulisi edeltää myös kiintoainetta poistava esikäsitteily. Joissakin tapauksissa on tarpeen pyrkiä estämään pohjaveden pinnan lasku rakenteiden perustuksissa käytettyjen puupaalujen lahoamisen estämiseksi.

Lisätietoa hulevesien haitta-aineiden aiheuttamasta pohjavesien pilaantumiskielto sekä pohjaveden suojeleminen on mm. kohdassa 13-4 mainituissa julkaisuissa (Pitt, R., Clark, S., Field, R. 1999), (Hellstén, P., Salminen, J., Jørgensen, K., Nystén, T. 2005), (Britschgi, R., Antikainen, M., Ekholm-Peltonen, M., Hyvärinen, V., Nylander, E., Siirto, P. ja Suomela, T. 2009) ja (Hanski, M. (toim.), Britschgi, R., Friman, T., Leino, J., Mäkinen, M., Palmu, J-P., Poutiainen, J., Pullola, T., Päätalo, P., Siirto, P. ja Vänskä, M. 2010).

Pohjaveden pilaantumiskielto hulevesien imeytämässä

Aine	Yhdiste	Imeyttäminen maan pinnalta ilman esikäsitteilyä	Imeyttäminen maan alla ilman pintaimeytystä, vähäinen esikäsitteily	Imeyttäminen maan pinnalta, esikäsitteily kiintoaineen laskeuttaminen
Ravinteet	nitraatti	alhainen/keskimääräinen	alhainen/keskimääräinen	alhainen/keskimääräinen
Torjunta-aineet	lindsaani, klorotaali	keskimääräinen	keskimääräinen	alhainen
Muut orgaaniset	pyreeni	keskimääräinen	korkea	keskimääräinen
	nafaleeni	alhainen	alhainen	alhainen
	berbo-a-antraseeni	keskimääräinen	keskimääräinen	alhainen
	DEHP	keskimääräinen	keskimääräinen	alhainen?
	pentakloorifenoli	keskimääräinen	keskimääräinen	alhainen?
Metallit	nikkeli	alhainen	korkea	alhainen
	kadmium	alhainen	alhainen	alhainen
	kromi	alhainen/keskimääräinen	keskimääräinen	alhainen
	lyijy	alhainen	keskimääräinen	alhainen
	sinkki	alhainen	korkea	alhainen
Suolat	kloridi	korkea	korkea	korkea

Muokattu lähteestä: Pitt, R., Clark, S., Palmer, K., Field, R. 1999. Groundwater contamination from stormwater infiltration. Ann Arbor Press, Inc.

Taulukko 13-11 Hulevesien imeytämässä aiheutuva pohjaveden pilaantumiskielto haitta-aineen ja käsitteilymenetelmän perusteella.

13.2.4 Käsittelytarpeen arviointi

Hulevesien käsittelytarpeen arviointi ja käsittelytoimenpiteet perustuvat paikallistason harkintaan ja usein vapaaehtoisuuteen. Kunnan viranomaiset ja vesihuoltolaitos voivat asettaa vaatimuksia hulevesien laadulle. Yksinomaan hulevesiä koskevia ympäristölupia ei tiettävästi ole Suomessa käsitelty lainkaan. Sen sijaan hyvin monissa ympäristöluvuissa on muiden ympäristövelvoitteiden ohella myös hulevesiä koskevia velvoitteita. Lainsäädäntöä on tarkemmin käsitelty osiossa 6 (Hulevesien hallinnan järjestäminen, vastuut ja velvoitteet).

Hulevesien laatuvaikutusten krooninen (tai kumulatiivinen, jota myös on käytetty eräissä selvityksissä) luonne ja pitoisuuksien nopea ajallinen vaihtelu vaikeuttavat pitoisuusraja-arvojen asettamista hulevesille. Toisaalta esimerkiksi kiintoaineen havaittavaa vaikutusta aiheuttamaton pitoisuus eli NOEL-pitoisuus (engl. no observable effects limit), 25 mg/l, ylittyy helposti jo väljällä pientaloalueella, mutta toisaalta hulevedet yleensä sekoittuvat vastaanottavassa vesistössä suureen vesitilavuuteen, jolloin pitoisuudet nopeasti laimenevat.

Akuuttien pitoisuusraja-arvojen määrittämisessä tulee kiinnittää huomiota siihen kuinka usein ja kuinka pitkäkestoisesti pitoisuusraja-arvot ylittyvät. Olisi tarkoituksenmukaisempaa tarkastella keskimääräistä kiintoaineen vuosittaista pitoisuutta kuin hetkellisiä pitoisuuksia, jotka voivat olla hyvin korkeita keskimääräiseen pitoisuuteen verrattuna. Ulkomaisissa hulevesien käsittelyn suunnitteluohjeissa on käsittelyvaatimuksia kiintoainepitoisuuksille tai -kuormitukselle. Esimerkiksi Yhdysvalloissa usein edellytetään käsittelyvaatimuksena valuma-alueelta kertyvän pitkäaikaisen – esimerkiksi yhden vuoden – laskennallisesta kiintoainekuormituksen vähentyvän 70–90 % rakentamisen jälkeen verrattuna rakentamista edeltäneeseen tilanteeseen (osavaltioista riippuen). Yleisiä, kaikkiin kohteisiin soveltuvia ja tiettyihin haitta-aineisiin kohdistuvia käsittelyvaatimuksia ei kuitenkaan ole. Käsittelytarpeen arvioinnin tulee perustua vastaanottavan vesistön ominaisuuksiin, havaittuihin (tai arviointeihin) hulevesien haittavaikutuksiin sekä eri haittavaikutusten ehkäisemisen tärkeysjärjestykseen, missä otetaan huomioon myös alueen virkistyskäyttö- ym. arvot.

Hulevesien käsittelytarpeen arvioinnissa on usein hyvänä lähtökohdana määrittää pitkän aikavälin kuormitus koko valuma-alueelta vastaanottavaan vesistöön. Tällöin arvioinnissa voidaan käyttää maankäyttökohtaisia ominaiskuormitusarvoja, mikäli paikallisia havaintoaineistoja ei ole käytettävissä ja vastaaville alueille on olemassa muualla mitattuja, luotettavia kuormitusarvioita. Kuten kohdassa 13.1.5 osoitettiin, kirjallisuudessa esitetyille ominaiskuormitusarvoille on tyyppillistä laaja vaihtelu. Kuormitusarvioita olisikin hyvä tehdä käyttämällä samalle maankäyttömuodolle useita eri ominaiskuormitusarvoja, jolloin tuloksena saadaan valuma-alueelle kuormituksen vaihteluväli yhden kokonaiskuormitusarvion sijaan. Näin menetellen voidaan paremmin arvioida myös valuma-alueen kuormitukseen liittyvää vaihtelua sekä kuormitusarvion liittyviä epävarmuuksia. Valuma-alueetarkastelun avulla voidaan optimoida vesiensuojelutoimenpiteiden kohdentamista eri päästölähteiden ja maankäyttömuotojen (esimerkiksi taajama tai maatalous) välillä. Yhdysvalloissa on myös käytössä menettely, jossa vastaanottavan vesistön kannalta määritellään raja kokonaiskuormitukselle, jonka tietty vesistö voi vastaanottaa ylittämättä laadulle asetettuja raja-arvoja (nk. TMDL, engl. Total Maximum Daily Load).

Suomessa vedenhankintaan soveltuvilla (luokat I ja II) pohjavesialueilla ei anneta raja-arvoja haitallisten aineiden päästömäärille, vaan jo pohjaveden laadun vaarantaminen sinänsä on kielletty. Käytännössä siis haitallisia aineita ei saa sellaisenaan tai hulevesien mukana päästä lainkaan imeytymään maaperään pohjavesialueilla. Yllä mainittujen pohjavesialueiden ulkopuolella tällaista kieltoa ei ole erikseen asetettu laissa.

Esimerkkejä Yhdysvalloissa määritetyistä TMDL-arvioinneista erilaisille vastaanottajille ja haitta-aineille on EPA:n 2007 julkaisemassa raportissa (kts. kohta 13-4).

13.3 Viitteitä

Hätinen, N. 2010. Hulevesien haitta-aineet ja käsittelytarve pohjavesialueilla sijaitsevilla teollisuuskiinteistöillä. Pro gradu, Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos, 65 s.

Hulevesien haitta-aineet, päästölähteet ja vaikutukset vesistöissä. Burton, A., Pitt, R. 2001. Stormwater effects handbook: A toolbox for watershed managers, scientists, and engineers. CRC Press. Ladattavissa internetistä (25.3.2011): http://rpitt.eng.ua.edu/Publications/BooksandReports/Stormwater%20Effects%20Handbook%20by%20%20Burton%20and%20Pitt%20book/MainEDFS_Book.html

Kotola, J., Nurminen, J. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 1: kirjallisuustutkimus. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 7.

Mäkinen, J. Hulevesien vaikutus uimarantojen veden hygieeniseen laatuun, s. 23-26. Ruth, O. Bakterit kaupunkivesien kuormittajina, Vesitalous 2/2007, s. 19-22.

Kotola, J., Nurminen, J. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 2: koealuetutkimus. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 8.

Melanen, M. 1981. Quality of runoff water in urban areas. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 42, Vesihallitus, Helsinki. s. 123-190. ISBN 951-46-6066-8.

Sillanpää, N. 2007. Pollution loading from a developing urban catchment in southern Finland. Proc. 11th Int. Conf. Diffuse Pollution, Belo Horizonte, Brazil, August 26-31, 2007.

Pitt, R., Clark, S., Field, R. 1999. Groundwater contamination potential from stormwater infiltration practices. Urban Water 1:217-236. (tietoa mm. monista orgaanisista yhdisteistä, torjunta-aineista sekä viruksista).

Tiesuolaa (NaCl) korvaavat liukkaudentorjunta-aineet: Hellstén, P., Salminen, J., Jørgensen, K., Nystén, T. 2005. Use of potassium formate in road winter deicing can reduce groundwater deterioration. Environmental Science & Technology, 39(13): 5095-5100.

Britschgi, R., Antikainen, M., Ekholm-Peltonen, M., Hyvärinen, V., Nylander, E., Siiro, P. ja Suomela, T. 2009. Pohjavesialueiden kartoitus ja luokitus. Ympäristöopas / 2009, 75 s. Suomen ympäristökeskus. ISBN 978-952-11-3375-6 (PDF), ISBN 978-952-11-3374-9 (nid.)

Hanski, M. (toim.), Britschgi, R., Friman, T., Leino, J., Mäkinen, M., Palmu, J-P., Poutiainen, J., Pullola, T., Päätaalo, P., Siiro, P. ja Vänskä, M. 2010. Selvitys pohjavesialueiden rajaamisen menetelmästä. Suomen ympäristö 7/2010, Luonnonvarat, 204 s. Ympäristöministeriö. ISBN 978-952-11-3738-9 (nid.), ISBN 978-952-11-3739-6 (PDF).

Total Maximum Daily Loads with storm water sources: A summary of 17 TMDLs. EPA 841-R-07-002, July 2007. Ladattavissa internetistä (25.3.2011): http://www.epa.gov/owow/tmdl/17_TMDLs_Stormwater_Sources.pdf

14. Hulevesien hallintamenetelmät ja niiden mitoitus

Pitt, R. 1999. Small storm hydrology and why it is important for the design of stormwater control practices. In: Advances in Modeling the Management of Stormwater Impacts, Volume 7. (Edited by W. James). Computational Hydraulics International, Guelph, Ontario and Lewis Publishers/CRC Press. 1999. Ladattavissa internetistä (25.3.2011): <http://rpitt.eng.ua.edu/Publications/UrbanHyandCompsoils/small%20storm%20hydrology%20Pitt%20james98.pdf>

Pitt, R. & Clark, S., "Emerging stormwater controls for critical source areas." In: Wet- Weather Flow in the Urban Watershed (Edited by Richard Field and Daniel Sullivan). CRC Press, Boca Raton. s. 575 – 613, 2002. Ladattavissa internetistä (25.3.2011): <http://rpitt.eng.ua.edu/Publications/StormwaterTreatability/emerging%20controls%20chapter%20Pitt%20and%20Clark%202002.pdf>

E. Eriksson, A. Baun, L. Scholes, A. Ledin, S. Ahlman, M. Revitt, C. Noutsopoulos, P.S. Mikkelsen, Selected stormwater priority pollutants — a European perspective, Science of the Total Environment 383 (2007) 41–51, Ladattavissa internetistä (14.2.2012): <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969707005979>



14.1 Hulevesien hallinnan kokonaisuus

14.1.1 Yleistä

Hulevesien hallinnalla tarkoitetaan hulevesien kertymiseen vaikuttavia ja niiden johtamiseen ja käsittelyyn liittyviä toimenpiteitä. Hyvien ratkaisujen saavuttaminen edellyttää riittävän laaja-alaista, usein valuma-aluelähtöistä, tarkastelua sekä toimenpiteiden ulottamista hulevesien syntypaikoilta lopullisiin purkupisteisiin saakka. Hulevesien hallinnan kannalta ensisijaisen tärkeitä ovat syntypaikalla tehtävät toimenpiteet, joilla ehkäistään hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhahtaa.

14.1.2 Hallinnan keinot

Hulevesien hallintaa varten on kehitetty erilaisia toimintatapoja ja rakenteellisia ratkaisuja, jotka noudattavat luonnonmukaisen hulevesien hallinnan periaatteita. Toimintatavoilla tarkoitetaan käsitteellisiä tai yleisellä tasolla sovellettavia tapoja suunnitella ja toteuttaa yhdyskuntarakennetta siten, että samalla ehkäistään hulevesien muodostumista tai niihin liittyvän laatuhaitan aiheuttajia. Tällaisia toimintatapoja voivat olla esimerkiksi maankäytön suunnittelu siten, että mahdollisimman paljon alkuperäistä luontoa jätetään rakentamatta tai liikennealueet mitoitetaan siten, että läpäisemättömän pinnan määrä on mahdollisimman vähäinen.

Tässä osiossa keskitytään hulevesien hallintamenetelmiin, joilla tarkoitetaan yleensä rakenteellisia ratkaisuja. Hallintamenetelmät voidaan luokitella toimintaperiaatteensa mukaisesti ryhmiin kuten hulevesien vähentämiseen, käsittelyyn, viivyttämiseen ja johtamiseen käytettäviin menetelmiin. Ne voidaan jaotella myös kokonsa ja sijoittumisensa perusteella alueellisiin ja paikallisiin (tontti- tai

korttelikohtaisiin) menetelmiin. Paikallisten menetelmien tarkoituksena on vähentää huleveden määrää, tasata huleveden virtaamia ja poistaa huleveden mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia mahdollisimman lähellä huleveden syntypaikkaa. Alueellisten menetelmien tarkoituksena on vähentää ja tasata huleveden aiheuttamaa tulvariskiä. Käytännössä hulevesien hallintamenetelmät kuitenkin toteuttavat useampaa periaatetta yhtä aikaa. Esimerkiksi painanteilla voidaan niin imeyttää, viivyttää kuin johtaa hulevesiä. Lisäksi samoja menetelmiä voidaan käyttää sekä kiinteistökohtaiseen että laajempaan alueelliseen hulevesien hallintaan. Tästä johtuen jyrkkää jakoa eri menetelmien välillä ei voida tehdä.

14.1.3 Hulevesien hallinnan suunnittelu

Hulevesien hallinta tulisi suunnitella kokonaisvaltaisesti, jolloin useita erilaisia menetelmiä ja toimenpiteitä yhdistämällä päästään parhaaseen lopputulokseen. Hulevesien hallintamenetelmät tulee valita ja suunnitella tapauskohtaisesti ottaen huomioon käytettävissä oleva tila, alueen riskikohteet sekä laadulliset ja esteettiset tavoitteet. Ensisijaisia toimia ovat hulevesien muodostumisen ehkäiseminen sekä vähentäminen esimerkiksi imeyttämällä ja toissijaisia hulevesien viivyttäminen ja hallittu johtaminen. Hulevesien johtamista hulevesiviemäriverkkoon tulisi välttää mikäli tontilla tapahtuva käsittely ja varastointi ovat mahdollisia. Vaikka määrällisen ja laadullisen hallinnan kannalta hulevesien johtamisessa tulisi suosia pääosin avo-ojiin, painanteisiin, ja kanaaleihin perustuvaa avointa järjestelmää, tämä ei ole kaikissa kohteissa tilan, turvallisuuden tai esteettisten tavoitteiden puolesta mahdollista. Tästä syystä avoimilla ja paikallisilla menetelmillä ei voida useinkaan kokonaan korvata perinteisiä kaupunkialueiden hulevesiviemäreihin

perustuvia järjestelmiä. Etenkin jo rakennetuille alueille avoimien järjestelmien rakentaminen jälkikäteen on haastavaa.

Hulevesijärjestelmien suunnittelussa ja mitoituksessa on tärkeä muistaa, että millään järjestelmällä ei voida ehkäistä kaikkein rankimista sateista aiheutuvia haittoja. Mitoitus on aina riskilähtöinen menettelytapa, jossa punnitaan mahdollisten vahinkojen ja hallintamenetelmien aiheuttamien kustannusten suhdetta. Koska kaikkea hallintaa ei ole kannattavaa suorittaa varsinaisilla hulevesien hallintamenetelmillä, tulvareittien suunnittelu ja niiden kunnossapito ovat aina keskeinen osa hulevesien hallintaa. Hulevesijärjestelmien mitoitusperusteita on käsitelty tarkemmin tämän oppaan osiossa 11 (Hydrologia ja hulevesien määrään vaikuttavat tekijät).

14.2 Hulevesien vähentäminen

14.2.1 Yleistä

Hulevesien vähentämisellä tarkoitetaan hulevesien muodostumisen ehkäisemisestä sekä muodostuneiden hulevesien määrän pienentämistä. Toimenpiteet voivat olla ei-rakenteellisia, esimerkiksi erilaisia toimintatapoja ja ohjeistuksia, joita noudattamalla ympäristömme suunnittelu ja rakentaminen tehdään siten, että hulevesiä muodostuu vähemmän. Toisaalta toimenpiteet voivat olla myös rakenteellisia ratkaisuja, joilla muutetaan läpäisemättömiä pintoja vettä läpäiseviksi tai pidättäviksi, tai joilla muodostuneita hulevesiä vähennetään imeytymisen ja kasvillisuuden avulla.

Hulevesien vähentäminen on tärkein osa hulevesien hallintaa, koska vain siihen kuuluvilla toimenpiteillä hydrologista kiertoa voidaan todella ennallistaa rakentamista edeltänyttä tilannetta vastaavaksi. Muilla hallintatoimenpiteillä alkuperäistä tilannetta voidaan matkia esimerkiksi säättämällä rankkasateella purkautuva virtaama luonnontilaista vastaavaksi viivytyksen avulla, mutta vaikutukset hulevesien muodostumiseen ja kokonaismäärään jäävät vähäisiksi. Ainoastaan rajoittamalla hulevesien muodostumista (ts. rakennettujen pintojen määrää pienentämällä), imeyttämällä muodostuneita hulevesiä tai haihduttamalla niitä kas-

villisuuden avulla huleveden kokonaismäärää voidaan vähentää ja hulevettä siirtää pintavalunnasta osaksi maa- ja pohjavettä tai ilmakehän vettä.

Hulevesien vähentämisessä ensisijaisia ovat suuren mittakaavan toimintatavat ja ohjeistukset. Hyvällä suunnittelulla voidaan rakennetuilla alueilla ehkäistä hulevesien muodostumista ilman lisärakentamista tai erillisiä aluevarauksia. Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi toimintojen suunnittelu ja sijoittaminen siten, että tarvittava katu- ja muun kunnallisteknisen verkoston pituus olisi mahdollisimman lyhyt ja katualueen päällystetty osuus mahdollisimman kapea ja että rakentaminen tonteilla edellyttäisi mahdollisimman vähän tasaamista ja luontaisen kasvillisuuden poistoa. Maankäytön suunnittelu on tässä ensisijainen työkalu, joka ohjaa myös toteutukseen tähtäävää suunnittelua. Hulevesien hallinta onkin kyettävä ratkaisemaan tavalla tai toisella jo kaavoitusvaiheessa. Hulevesien vähentäminen tulee asettaa ensisijaiseksi tavoitteeksi.

14.2.3 Kasvillisuuden merkitys

Hulevesien vähentämisessä kasvillisuus on avainasemassa. Kasvillisuuden positiiviset vaikutukset perustuvat kasvillisuuden suureen kykyyn pidättää ja hyödyntää vettä sekä näiden vaikutuksena lisääntyvään haihduntaan. Veden pidättyminen kasvillisuuden pinnoille eli interseptio on suurta etenkin sadetapahtuman alkuvaiheessa. Pinnoille pidättynyt vesi poistuu haihtumalla, jolloin maan pinnalle päätyvä osuus sademäärästä jää alhaisemmaksi. Tämän lisäksi kasvien elintoimintaan liittyvä haihdunta, eli transpiraatio, kasvattaa merkittävästi maa-alueen kokonaishaihduntaa kuljettamalla vettä maaperästä juuri-vari-lehti-systeemin läpi ilmakehään.

Haihdunnan lisääntymisen ohella kasvillisuus ja siihen liittyvä maaperän ekosysteemi muokkaa maaperän koostumusta huokoisemmaksi – mm. paremmin vettä läpäiseväksi. Tällöin veden imeytyminen vähintään maaperän pintakerrokseen asti lisääntyy merkittävästi verrattuna rakennettuihin maapintoihin. Maakerros toimii hyvänä suodattimena, johon hulevesien kiintoaine ja siihen sitoutuneet epäpuhtaudet voivat rikastua. Lisäksi maaperän mikrobiologisella toiminnalla on keskeinen rooli hulevesien mukana kuljettamien epäpuhtauk-

Suunnittelussa huomioon otettavaa

Merkinnät (LP = läpäisevä päällyste, IR = imeytysrakenne, M = molemmat)

- Rakenteen alapuolisen pohjamaan vedenläpäisykyvyn tulee olla riittävä ($k > 1 \cdot 10^{-6}$; karkea siltti tai hiekka) (M).
- Maaperän vedenläpäisykyvyn selvittämiseksi suositellaan tehtäväksi imeytyskokeita (IR).
- Mikäli vedenläpäisykyky on oletettavasti heikko, tulee rakenne varustaa salaojilla ylimääräisen veden poisjohtamiseksi (M).
- Imeytyspainannetta ympäröivän maaperän vedenläpäisykyky voi olla heikompi kuin muita imeytysmenetelmien käytettäessä. Tällöin painanne toimii enemmän hulevettä viivyttävänä kuin imeyttävänä rakenteena. Tällöin pidätys/imeytyskerroksen toteuttaminen ei ole välttämätöntä (IR).
- Rakennetta ei suositella toteutettavaksi hiljattain täytetyille tai tiivistetyille pohjamaalle ilman salaojitusta (M).
- Rakenteen ja pohjaveden pinnan välinen etäisyyden tulee olla vähintään yksi metri (M).
- Rakenteen ja kalloin tai tiivistetyn maaperän välisen etäisyyden tulee olla vähintään 1,25 metriä maaperän vettymisvaaran vuoksi (M).
- Rakenteen pohjan tulee olla tasainen tai lähes tasainen (M) paitsi irtilouhitulla kalliolla (LP).
- Rakenteen pinnan ja valuma-alueen kaltevuuden tulee olla $< 5\%$. Suuremmilla kaltevuuksilla pintoja tulee porrastaa, mutta pintojen tulee toisaalta olla hieman kaltevia ($\sim 1\%$) ylimääräisen veden poisjohtamiseksi (LP).
- Käytettäessä läpäiseviä päällysteitä tulee varmistaa, että niille johdettavan veden mukana ei kulkeudu kiintoainesta tai roskaa ympäristöstä (LP).
- Rakenne on varustettava ylivuotoreitillä (M).
- Gradientin mukaan rakennuksien alapuolelle sijoittuvien imeytysmenetelmien suojaetäisyys rakennuksista tulisi olla vähintään 3 metriä (M).
- Gradientin mukaan rakennuksien yläpuolelle sijoittuvien imeytysmenetelmien suojaetäisyys rakennuksista tulisi olla vähintään 10 metriä, minkä lisäksi imeytysmenetelmän tulisi olla riittävän syvä, jotta veden kulkeutuminen rakennuksen perustuksiin voitaisiin välttää (M).
- Talviaikaisen toiminnan varmistamiseksi imeytyskerroksen pohjan tulisi ulottua roudattomaan syvyyteen tai järjestelmä tulee varustaa salaojilla (IR).
- Imeyttäviä menetelmiä ei suositella käytettäväksi alueilla, joiden hulevedet voivat sisältää runsaasti liukoisia epäpuhtauksia tai kemikaalipäästöjen riski on olemassa (M).
- Pohjavesialueilla hulevesien imeytys tulee suunnitella tarkasti pohjavesien likaantumisen estämiseksi. Tarvittaessa käytetään pohjavesisuojausta, jolloin rakenne toimii biosuodattimena. Kattovesien imeyttäminen on sallittua (M).
- Imeytyskaivannot tulee varustaa kiintoainesta poistavalla esikäsitteilyllä rakennekerrosten tukkeutumisen estämiseksi (IR).
- Imeytysrakenteet tulee toteuttaa muun rakentamisen loppuvaiheessa ja ne tulee suojata rakentamisen aikaiselta kiintoainekuormitukselta (IR).
- Imeytysrakenteiden tulee tyhjäntyä kokonaan vedestä enintään 48 tunnin kuluessa. Mikäli järjestelmän mitoitus-tilavuus on suurempi kuin imeytettävä vesimäärä, tyhjenemisaajan tulisi olla enintään 24 tuntia, jotta peräkkäisten sadetapahtumien hallinta olisi tehokkaampaa (IR).
- Imeyttävät menetelmät tulisi tehdä hajautetusti, jolloin yhden menetelmän valuma-alue ja mitoitusvesimäärä ei kasva liian suureksi. Imeytyspainanteiden ja kaivantojen valuma-alueen ylärajana voidaan pitää 4 hehtaaria (IR).

sien ja ravinteiden poistamisessa tai muuttamisessa vaarattomampaan muotoon.

Kasvillisuus on keskeisessä roolissa useissa luonnonmukaisissa hulevesien hallintamenetelmissä, joita käsitellään jäljempänä. Esimerkkinä mainittakoon etenkin kasvillisuuspeitteiset viivytyspainanteet eli nk. biopidätys- tai biosuodatusalueet sekä viherkatot, jotka perustuvat nimenomaan veden imeyttämiseen, suodattamiseen ja käsittelyyn kasvillisuuden avulla. Lisäksi kasvillisuuden käytöllä tehostetaan mm. altaiden ja kosteikkojen toimintaa. Eri hallintamenetelmiä käsitellään jäljempänä tässä osiossa lukuun ottamatta viherkattoja, joita on tarkasteltu tämän oppaan osiossa 18 (Kiinteistökohtainen hulevesien hallinta).

14.2.4 Lämpäisevät päällysteet

Toimintaperiaate ja käyttökohteet

Lämpäisevillä päällysteillä ehkäistään huleveden muodostumista. Ne vähentävät huleveden kokonaisuutena ja virtaamaa sekä lisäävät pohjaveden muodostumista. Lämpäisevä päällyste koostuu vettä lämpäisevästä pintakerroksesta ja sen alapuolisista karkeasta kiviaineksesta tehdyistä rakennekerroksista. Pintakerroksen lämpäisevä hulevesi varastoituu hetkellisesti karkean kiviaineksen huokostilaan, josta se imeytyy ympäröivään maaperään tai johdetaan eteenpäin salaojilla.

Lämpäisevät päällysteet soveltuvat alueille, joiden liikennemäärät ovat pieniä. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi asuinkorttelien pysäköintialueet, tonttiväylät ja kevyen liikenteen väylät. Lämpäiseviä päällysteitä voidaan käyttää myös osaratkaisuna esimerkiksi siten, että pysäköintialueella ajoväylät ovat lämpäisemättömiä ja pysäköintiruudut lämpäiseviä. Lämpäisevien päällysteiden alueelle voidaan johtaa vesiä myös ympäristöstä, jos maaperän vedenlämpäisyys on riittävä. Lämpäisevien päällysteiden käytössä – kuten muussakin imeytyksessä – tulee ottaa huomioon hulevesien laatu. Esimerkiksi lämpäiseviä päällysteitä ei voi käyttää tai käyttö on suunniteltava harkiten, jos hulevesien imeytyminen aiheuttaa riskin pohjaveden pilaantumiselle. Lämpäisevillä päällysteillä ei ole mainittavaa puhdistusvaikutusta. Pääsääntöisesti lämpäisevät päällysteet eivät sovellu teollisuusalueille, vilkkaasti liikennöidyille katu- ja tiealueille eivätkä muihin kohteisiin, joissa

hulevedet voivat sisältää huomattavia määriä epäpuhtauksia tai kemikaalipäästöjen riski on olemassa. Pohjavesialueilla niiden käyttö tulisi rajoittaa vain asuinkortteleihin ja kevyen liikenteen väyliin. Voimakas kulutus aiheuttaa rakenteiden reikien, rakojen ja etenkin huokosten tukkeutumista.

Lämpäisevä päällyste voidaan tehdä esimerkiksi rei'itetyistä betonilaatoista, harvasta kiveyksestä tai lämpäisevästä (avoimesta) asfaltista. Lisäksi on olemassa toisiinsa kytkettäviä muovisia kennorakenteita, jotka täytetään kiviaineksella tai nurmetetaan. Kiviaineksena voidaan käyttää esimerkiksi sepeliä, soraa tai singeliä eli luonnonsorasta seulottua raekooltaan pientä kiviainesta.

Suomessa pysäköinti- ja liikennealueiden päällysrakenteen tavanomaiset rakennekerrokset ovat sellaisenaan riittäviä lämpäiseville päällysteille. Etenkin sorasta tai murskeesta rakennettuna päällysrakenteen kantava ja jakava kerros toimivat hulevettä varastoivana tilana. Rakennekerroksista vesi johtuu eteenpäin tai imeytyy pohjamaahan. Käytettäessä lämpäiseviä päällysteitä rakenne on varustettava maanpäällisellä ylivuotoreitillä sekä tarvittaessa salaojitettava ylimääräisen veden poisjohtamiseksi. Rakennekerrosten paksuus määräytyy pohjamaan ominaisuuksien ja vaaditun kantavuuden mukaan. Lämpäisevien päällysteiden käytössä tulee ottaa huomioon rakenteen tukkeutumisen mahdollisuus. Tukkeutumista voidaan ehkäistä pintarakenteen säännöllisellä huollolla, esimerkiksi harjauksella ja harvoinnilla. Rakenne-esimerkkejä sekä havainnekuvia toteutetuista rakenteista on jäljempänä tässä osiossa.

Sovellukset

REIKÄLAATTA JA -KIVEYS

Reikälaatan ja -kiveyksen rakenne koostuu kantavan kerroksen päälle tulevasta rei'itetyistä betonilaatasta tai harvasta kiveyksestä, jonka reikiin ja rakoihin on levitetty seulottua mursketta, sepeliä tai ne on nurmetettu. Asennushiekka mukaan luettuna hienojakoisemmat materiaalit tulee seuloa pois vedenlämpäisevyyden parantamiseksi. Reikälaatan ja -kiveyksen käyttöä kävelyalueilla voi rajoittaa kulun esteettömyysvaatimus. Kuvassa 14-1 on esimerkki harvasta kiveyksestä.



Kuva 14-1 Harva kiveys nurmisaumoilla, Stuttgart (FCG).

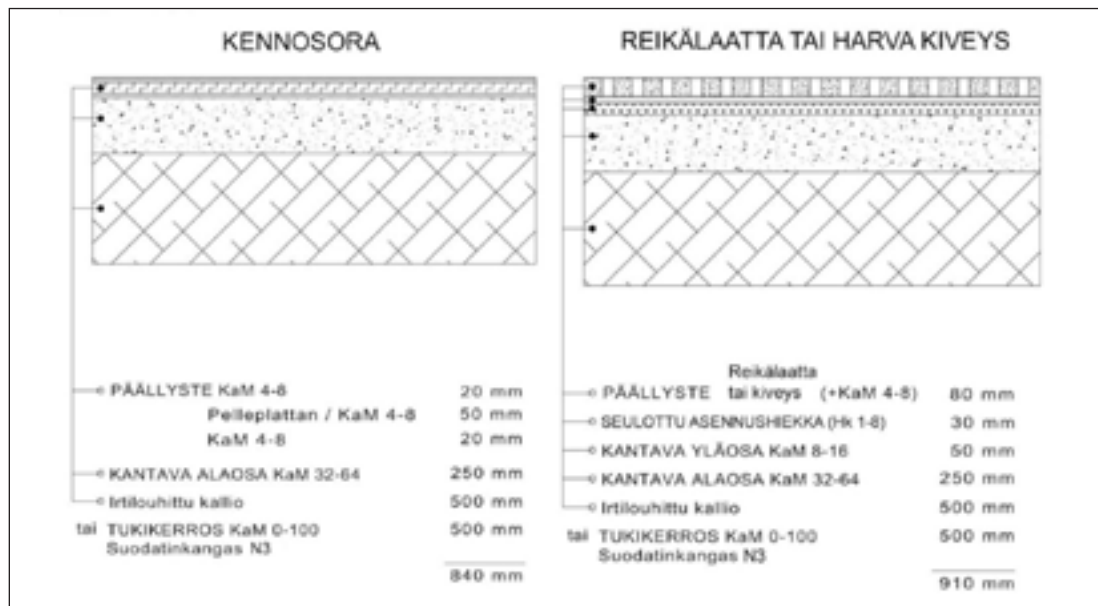


Kuva 14-2 Havainnekuva kennosoran käytöstä (Veg Tech Finland Oy).

KENNOSORA

Kennosoran rakenne koostuu kantavan kerroksen päälle tulevasta seulotusta sepelikerroksesta sekä muovikennosta, jonka reikiin on levitetty mursketta. Muovikennon on peitetty vielä 20 mm sepelikerroksella, jolloin kennon muoto ei ole nähtävissä pinnalta. Muovikennot on kyt-

ketty toisiinsa yhtenäisen pinnan aikaansäämiseksi. Kennosto voidaan peittää murskeen sijaan ohuella kasvukerroksella ja nurmetuksella. Kuvassa 14-2 on havainnekuva kennosoran käytöstä ja kuvassa 14-3 esimerkki lämpäisevän päällysteen rakenteesta.



Kuva 14-3 Esimerkki läpäisevän päällysteen rakenteesta – kennosora, laatta tai kiveys (FCG).

AVOIN ASFALTTI

Avoin asfaltti (AA) on yksi läpäisevän päällysteen muoto. AA on kiviaineksen ja bitumisen sideaineen seos – kuten kaikki asfaltit, mutta siinä sideaineen ja hienoaineksen määrä on normaalia vähäisempi. Tällöin asfaltin rakenne on huokoinen ja päällyste on vettä läpäisevä. Avoin asfaltin päällysrakenne on samanlainen kuin reikälaattaa tai kennosoraa käytettäessä. Avoin asfaltti saattaa tukkeutua nopeastikin ja siten menettää läpäisevyytensä. Avoinasfaltti edellyttää säännöllistä ylläpitoa – esimerkiksi imurointia.

Mitoitus

Vettä varastoivan (kantavan) kerroksen huokostilavuuden tulee olla riittävä mitoitusvesimäärälle. Kerroksen paksuus voidaan mitoittaa seuraavalla kaavalla:

$$h = \frac{\left(\frac{V_{mit}}{n} \right)}{A_p}$$

h = kerrospaksuus [m]
 V_{mit} = mitoitusvesimäärä [m³]
 A_p = alueen pinta-ala [m²]
 n = arvioitu huokostilavuus (esim. 0.25-0.30 kiviainekselle)

Mikäli päällystetylle alueelle ei johdeta ympäristön hulevesiä, ei kerroksen mitoittaminen vesimäärien suhteen ole tarpeen. Kantavan kerroksen minimipaksuutta 100–150 mm voidaan pitää riittävänä tavanomaisten sadeiden aiheuttamien hulevesien varastoimiseksi.

14.2.5 Imeyttäminen

Yleistä

Imeyttämisen tulisi olla ensisijainen hulevesien hallinnan toimenpide hulevesien synnyn ehkäisemisen jälkeen, koska se on tehokkain tapa vähentää muodostuneen huleveden kokonaismäärää. Imeyttämisen tavoitteena on muuttaa pintavaluntaa mahdollisimman suurelta osin maaperässä tapahtuvaksi pintakerros- ja pohjavesivalunnaksi luonnollisen hydrologisen kierron mukaisesti. Imeyttämisellä pystytään vaikuttamaan tehokkaasti rakentamisesta aiheutuvaan pohjaveden pinnan alenemiseen, mikä ei ole juurikaan mahdollista muilla hulevesien hallintakeinoilla.

Imeytysmenetelmät vaikuttavat määrän lisäksi myös hulevesien laatuun. Suotautues-

saan maakerrosten läpi hulevedet puhdistuvat maaperän fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten ominaisuuksien ansiosta. Samalla imeytysmenetelmät pidättävät hulevettä hetkellisesti maaperän huokostilavuuteen. Huokostilavuuden täyttyminen leikkaa ylivirtaamia ja vastaavasti sen tyhjeneminen tasaa alivirtaamia pidemmälle ajanjaksolle. Vaikka imeytyminen vähentää huleveden määrää, imeytysjärjestelmät eivät koskaan voi olla niin tehokkaita, että niillä voitaisiin hallita tulvatilanteita aiheuttavien sadetapahtumien hulevesiä sellaisenaan. Imeyttävät menetelmät voivat kuitenkin vähentää hulevesimääriä ja virtaamahuippuja siinä määrin, että hulevesiviemäriverkoston mitoitus voidaan joissakin tapauksissa pienentää. Hulevesiviemäriverkoston ja tulvareittien suunnittelussa tulee kuitenkin ottaa huomioon, että imeyttävän rakenteen huokostilavuus täyttyy peräkkäisten sadetapahtumien vaikutuksesta, jolloin sen imeyttävät ominaisuudet heikkenevät merkittävästi. Imeytysmenetelmien toimivuutta suurten hulevesimäärien hallinnassa voidaan parantaa yhdistämällä imeytysjärjestelmiin viivytystilavuutta.

Imeyttävät menetelmät ovat tarpeellisia erityisesti kohteissa, joissa pohjaveden pinnan aleneminen voi aiheuttaa haitallisia painumia sekä tietysti pohjavesialueilla, jossa pohjaveden pintaa ei vesilain pohjaveden muuttamiskiellon mukaan lainkaan mukaan alentaa. Tehokas imeyttäminen edellyttää maaperältä vähintään kohtalaista vedenläpäisevyyttä. Imeytysmenetelmiä voidaan kuitenkin käyttää myös heikommin vettä läpäisevässä maaperässä. Tällöin rakenne varustetaan salaojituksella, jolloin se toimii osittain imeyttävänä ja osittain suodattavana.

Imeytysrakenteisiin – etenkin kaivantoihin – tulee liittää esikäsittely kiintoaineen pidättämiseksi, jotta varsinainen imeytysrakenne ei tukkeudu. Esikäsittelyä voi toimia esimerkiksi tasausallas tai kasvillisuuden peittämä pintavalutuskaista, joiden kautta hulevedet johdetaan imeytykseen. Kasvillisuuden peittämät imeytyspainanteet (nk. biosuodatusalueet) tai pelkkiä kattovesiä imeyttävät järjestelmät eivät yleensä edellytä esikäsittelyä. Esikäsittelyn ja biosuodatuksen tarve on suurin alueilla, joiden hulevedet sisältävät merkittäviä määriä kiintoainetta, liukoisia epäpuhtauksia tai jos on olemassa kemikaalipäästöjen riski esimerkiksi liikenne- ja keskusta- ja teollisuusalueil-

ta. Suolattavilla liikennealueilla suoraan pohjavedeksi imeyttäviä menetelmiä tulisi välttää, koska suolan poisto hulevesistä on lähes mahdotonta. Myös onnettomuusriskin takia pohjavesialueilla tarvitaan pääteiden varassa pohjavesisuojaus. Suojauksen päällä olevissa kerroksissa suositellaan käytettäväksi biosuodatusta, jolloin muuten puhdistetut mutta suolaa sisältävät vedet johdetaan pohjavesialueen ulkopuolelle. Suolaa korvaavan liukkaudentorjunnan käyttö mahdollistaa usein myös imeytyksen, kunhan onnettomuuksien varalta huolehditaan, että imeytystä edeltävä viivymä on vähintään yksi vuorokausi.

Eri imeytysmenetelmistä on alla tarkasteltu kahta päätyyppiä: imeytyskaivantoja ja imeytyspainanteita. Imeytysmenetelmät voivat olla hajautettuja, jolloin niihin johdetaan hulevesiä vain pieneltä alueelta kuten yhdeltä katolta tai pihalta, tai keskitettyjä, jolloin niihin johdetaan hulevesiä laajemmalta valuma-alueelta. Imeytysratkaisut edellyttävät kokonaisvaltaista katu- ja tonttialueiden kuivatussuunnittelua ja toteutusta (SKTY 2003). Imeytystä tulee käyttää pääsääntöisesti uudisrakentamisen yhteydessä, koska jo rakennetuilla alueilla voi rakennuksille aiheutua menetelmistä kosteusvaurioriski (Stockholms Stad 2001). Imeytysmenetelmien käyttö edellyttää aina riittävää etäisyyttä järjestelmän ja kuivatettavien rakenteiden kuten rakennusten perustusten välillä.

Imeytyskaivannot

YLEISKUVAUS

Imeytyskaivannot ovat kaivantoja, jotka on täytetty karkealla kiviaineksella. Kaivantoon ohjattu hulevesi varastoituu täytemateriaalin huokostilaan ja imeytyy hiljalleen ympäröivään maaperään. Imeytyskaivanto on tyypillisesti pinnaltaan avoin, jolloin hulevedet johdetaan siihen pintavaluntana. Kaivannot voidaan sijoittaa myös maan alle, jolloin hulevedet johdetaan niihin hulevesiviemäreillä tai salaojilla. Avoimet imeytyskaivannot sekä etenkin maanalaiset kaivannot tulee varustaa hulevesien esikäsittelyllä, joka poistaa hulevedestä kiintoainetta ja ehkäisee järjestelmän tukkeutumista. Avoimille kaivannoille esikäsittelyksi soveltuu viherpainanne, kasvillisuuden peittämä pintavalutuskaista tai pieni viivytysallas. Maan-

alaisille rakenteille kyseeseen tulevat edellisten lisäksi hulevesiviemärijärjestelmään kytkettävät teollisesti valmistetut hiekan- ja öljynerotimet.

Imeytyskaivannon täytemateriaalina voidaan käyttää kiviaineksen sijasta myös muuta huokoista materiaalia, kuten esimerkiksi tarkoitusta varten suunniteltuja muovikennostoja. Tällainen rakenne soveltuu parhaiten suurehköön maanalaiseen, hulevesiviemäriin kytkettyyn järjestelmään. Etenkin pohjavesialueilla tarvitaan kuitenkin riittävä esikäsittely.

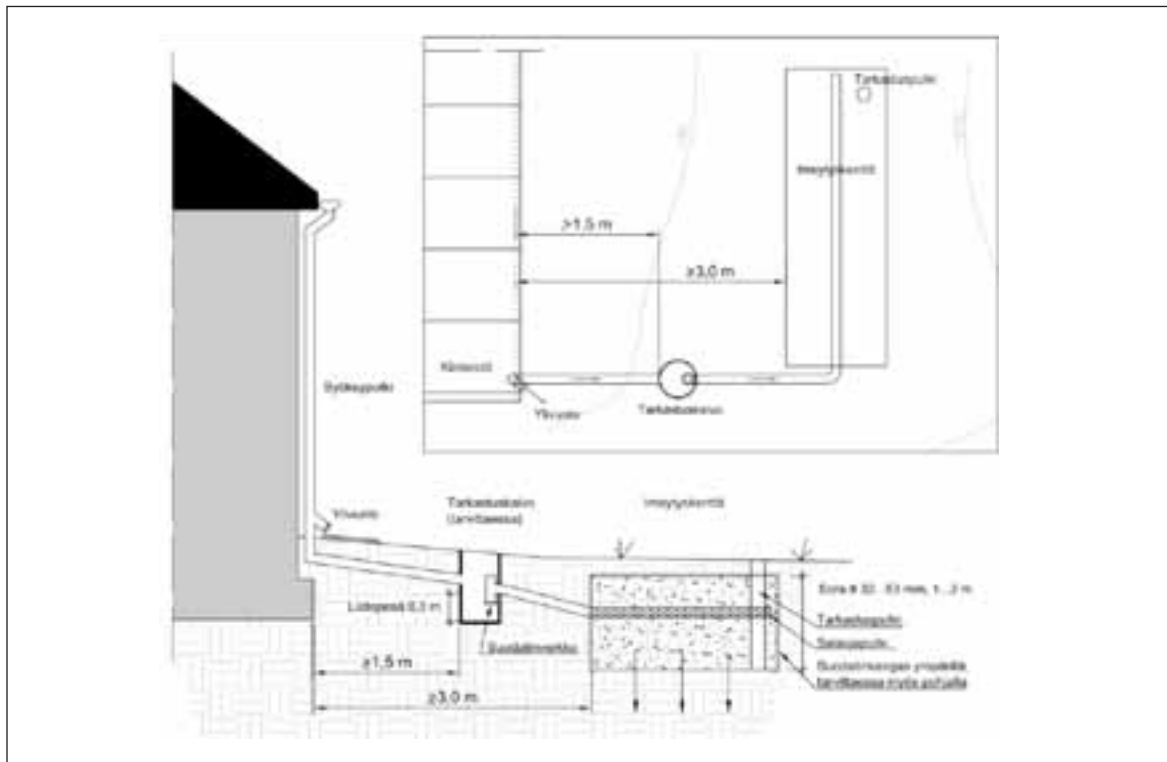
Imeytyskaivannot tulee eristää ympäröivästä maasta suodatinkankaalla, jotta ympäröivät maalajit eivät sekoitu täytemateriaaliin ja tuki sitä. Avoimen imeytyskaivannon pintakerros tulee myös erottaa alemmasta kerroksesta suodatinkankaalla tai siirtymäkerroksella, jolloin hienoaines pidättyy pintakerrokseen eikä pääse tukkimaan alempia rakennekerroksia. Suodatinkankaan vedenläpäisykyvyn tulisi olla niin hyvä että se ei aiheuta lammikoitumista kaivannon pinnalla. Suodatinkankaat voivat tukkeutua ajan kuluessa, mikä tulee ottaa huomioon imeytyskaivantojen kunnossapidossa.

Suodatinkankaan tukkeutumisriskiä voidaan vähentää esikäsittelyllä tai korvaamalla suodatinkangas siirtymäkerroksella.

Imeytyskaivannot tulee varustaa tarkastusputkella, jotta vedenpinnan tasoa kaivannossa voidaan seurata. Mikäli ympäröivän maaperän vedenläpäisykyky ei ole riittävä, voidaan kaivanto varustaa myös salaojilla ylimääräisen veden poisjohtamiseksi. Salaojitustason alapuolelle tulee jäädä riittävä varastotilavuus imeytettävälle vedelle. Avoimiin imeytyskaivantoihin tulee rakentaa myös maanpäällinen ylivuoreitti.

MAANALAINEN IMEYTYSKAIVANTO

Maanalainen imeytyskaivanto soveltuu kattovesien tai muiden vähän epäpuhtauksia sisältävien hulevesien käsittelyyn sellaisenaan, mutta se edellyttää tavanomaisia hulevesiä käsiteltäessä esikäsittelyä, esimerkiksi hiekanerotinta tai tasausallasta. Maanalaiset kaivannot voivat olla osa hulevesiviemärijärjestelmää, jolloin niiden yläpuolelle tulee asentaa



Kuva 14-4 Maanalaisen kattovesien imeytyskaivannon rakenne- ja sijoitusesimerkki (FCG).



Kuva 14-5 Maanalainen muovikaseteilla täytetty imeytys/viivytyskaivanto (Wavin Labko Oy).

det kaivosta kerääntyvät ja imeytyvät edelleen ympäröivään maaperään. Tällainen ratkaisu edellyttää maaperältä kohtalaista vedenläpäisykykyä ja hulevesien riittävän hyvää laatua. Hulevedet tulee johtaa imeytyskaivon sakkapesäisten hulevesikaivojen kautta.

Maanalaisten imeytyskaivantojen soveltuvuus ei rajoitu pelkästään pieniin yksiköihin, vaan maaperän salliessa myös laajoilta pinoilta tulevia suuria hulevesimääriä voidaan imeyttää maanalaisissa kaivannoissa. Tämä vaatii suurta varastotilavuutta, mikä yleensä sulkee pois kiviaineksen käytön täytemateriaalina, koska sen huokostilavuus on parhaimmillaankin vain noin 20–30 % rakenteen kokonaistilavuudesta. Kiviaineksen sijasta voidaan käyttää esimerkiksi tarkoitusta varten valmistettuja muovisia hulevesikasetteja, jotka pystyvät varastoimaan vettä yli 90 % kokonaistilavuudestaan. Suurikokoiset järjestelmät kytkeytyvät yleensä hulevesiviemärintiin ja ovat varustettuja hiekan- ja öljynerotimilla. Tällaista suurikokoista rakennetta on havainnollistettu kuvassa 14-5.

AVOPINTAINEN IMEYTYSKAIVANTO

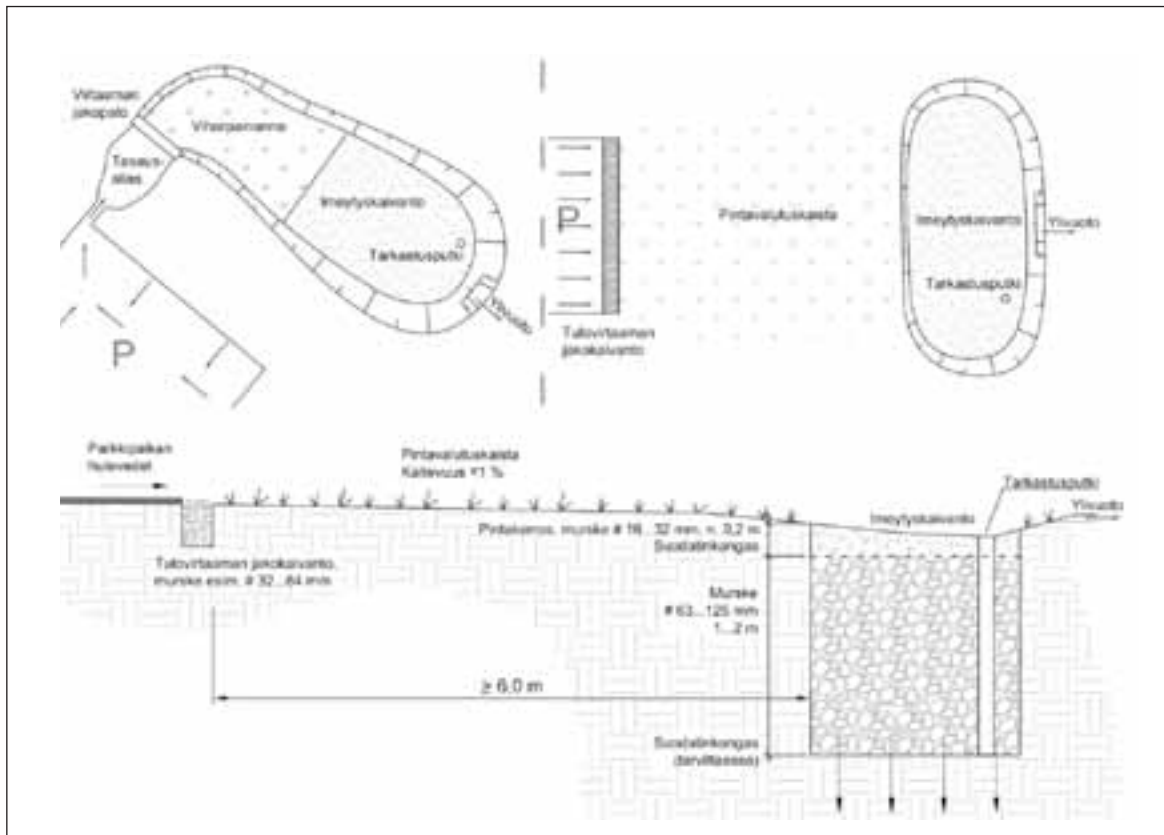
hiekan- ja öljynerotuskaivot epäpuhtauksien pysäyttämiseksi. Hulevesiviemäriin kytketyt imeytyskaivannot tulee varustaa myös ohivirtausjärjestelmällä (by-pass). Pienen ja yksinkertaisen, kattovesien käsittelyyn tarkoitetun imeytyskaivannon rakennetta on havainnollistettu kuvassa 14-4.

Kuvan 14-4 mukaisessa järjestelmässä katoilta tulevat hulevedet johdetaan syöksyputkella tarkastuskaivon ja edelleen salaojilla imeytyskaivantoon. Tarkastuskaivolla pyritään estämään roskien yms. kulkeutuminen kaivantoon. Pien- ja rivitalotonteilla tarkastuskaivo ei ole välttämätön, vaan voidaan korvata syöksyputkeen asennettavalla roskasihdillä. Imeytyskaivanto ei liity perustusten kuivatusjärjestelmään eikä korvaa sitä mitään osin. Yksinkertaisimmillaan pientalokohteissa imeytyskaivantona voidaan käyttää pohjatonta rengaskaivoa, mikäli maaperän vedenläpäisevyys on kohtuullinen.

Maanalaisen imeytyskaivannon yhtenä tyyppinä voidaan pitää hulevesiviemärijärjestelmään kytkettyjä imeytyskaivoja, jotka ovat pohjattomia tarkastuskaivoja. Niiden alapuolelle on tehtävä riittävä, vähintään 500 mm paksuinen sora- tai mursketäyttö, jonne ve-

Avoin imeytyskaivanto soveltuu keskitetyksi imeytysmenetelmäksi, johon hulevedet johdetaan laajahkolta valuma-alueelta. Avoin imeytyskaivanto on varustettava esikäsittelyllä, esimerkiksi tasausaltaalla, pintavalutuskaistalla tai muulla esikäsittelyllä, jolla ehkäistään kiintoaineksen kulkeutuminen kaivantoon. Imeytyskaivannot sopivat hyvin osaksi hulevesien pintajohtamista, jolloin ne kytkeytyvät ojien ja painanteiden kautta muihin käsittelymenetelmiin. Imeytyskaivannoilla tulee aina olla maanpäällinen ylivuoreitti mitoituksen ylittävän tai talviaikaisen hulevesivirtaaman hallittua johtamista varten. Avoimen kaivannon rakennetta on havainnollistettu kuvissa 14-6 ja 14-7.

Edellä on esitetty pysäköintialueen hulevesien imeyttämiseen tarkoitettu avoin imeytyskaivanto. Pysäköintialueen hulevedet kerätään pinnan kaadoilla ja johdetaan imeytyskaivantoon esikäsittelyn kautta. Esikäsittelynä voi olla esimerkiksi tasausallas ja viherpainanne tai pintavalutuskaista, joiden tarkoitus on poistaa kiintoainetta hulevedestä ennen imeytystä. Varsinainen kaivanto voidaan toteuttaa ympäristöään alempana olevaan painanteeseen, jol-



Kuva 14-6 Avoimen imeytyskaivannon rakenne- ja sijoitusesimerkkejä (FCG).

loin hulevedet ohjautuvat kaivannon kohdalle. Kuvan rakenne-esimerkit ovat perusratkaisuja, todellisudessa avoimen imeytyskaivannonkin voi toteuttaa monimuotoisena ja mielenkiintoisena maisemaelementtinä kuten kuvassa 14-7.



Kuva 14-7 Avoimen imeytyskaivanto kerrostalon piha-alueella, Hannover (FCG)

Imeytyspainanteet

YLEISKUVAUS

Imeytyspainanteet ovat ympäristöään alempana olevia kasvillisuuden peittämiä alueita, joihin hulevedet voivat lammikoitua ja joista ne voivat imeytyä maaperään. Niistä käytetään muitakin nimityksiä, esimerkiksi biopidätystai biosuodatusalue (engl. bioretention), sadeputarha (engl. rain garden), jne. Menetelmien toimintaperiaate on kuitenkin sama ja tässä yhteydessä niistä kaikista käytetään yhteistä nimitystä imeytyspainanne.

Imeytyspainanteen ero muihin imeytysmenetelmiin on maanpäällinen viivytyksen eli lammikoitumistila. Lammikoitumisen takia imeytyspainanteilla on parempi hulevesiä viivyttävä vaikutus kuin muilla imeytysmenetelmillä. Lammikoitumisen syvyyttä ja kestoa voidaan säädellä esimerkiksi hulevesiviemäriin kytkettävällä reiätetyllä purkupuutella tai maanpäällisellä purkureitillä varustetulla padolla. Viivytystilavuuden tulisi tyhjentyä viimeistään vuorokauden kuluttua täyttymisestäään, jotta suunniteltu viivytystilavuus olisi käytettävissä seuraavan rankkasateen sattuessa. Riittävän nopea tyhjentymisen ja kuivuminen edistää myös toimivuutta talvikauden sade- ja sulamistilanteissa. Lammikoitumistilasta huolimatta imeytyspainanteen ei ole tarkoitus toimia hulevesialtana, vaan vettä imeyttävänä ja suodattavana rakenteena. Siksi imeytyspainanteen valuma-alueen tulisi olla enintään muutamia hehtaareja hulevesimäärän pitämiseksi maltillisena. Vaihtoehtoisesti imeytyspainannetta tulisi käyttää yhdessä varsinaisen hulevesiä viivyttävän rakenteen kanssa.

Hulevedet ohjataan imeytyspainanteisiin pääasiassa pintavaluntana. Hulevesi lammikoituu pintakerroksen päälle matalana, korkeintaan 10–25 cm kerroksena ja imeytyy hiljalleen kasvukerroksen lävitse ympäröivään maaperään tai varstokerrokseen. Heikommin vettä johtavassa maaperässä imeytyspainanteeseen voidaan asentaa salaojitus rakenteen tyhjenemisen varmistamiseksi. Salaojitus tason alapuolelle tulee jäädä riittävä varstotilavuus imeytettävälle vedelle. Painanne tulee varustaa myös ylivuotoreitillä hulevesiviemäriverkostoon tai avouomaan.

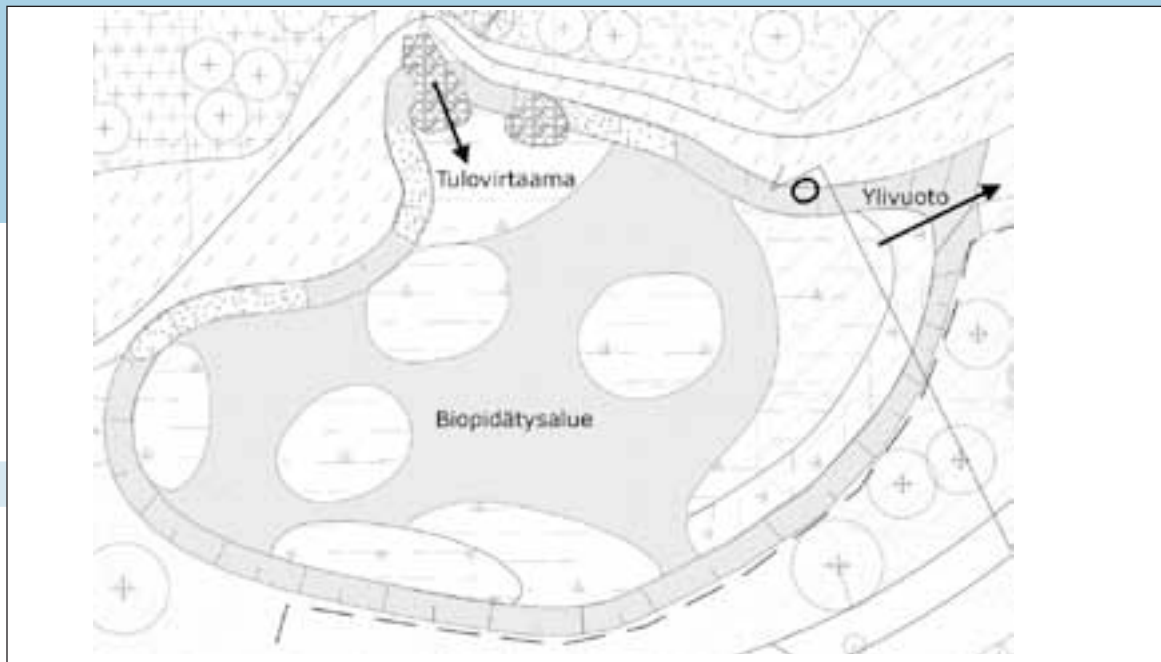
RAKENNE

Imeytyspainanteen alaosan rakenne vaihtelee ympäröivän maaperän ja ympäristöolosuhteiden mukaan. Hyvin vettä läpäisevässä maaperässä imeytyspainanne ei edellytä muita rakennustöitä kuin pinnan muotoilun ja kasvukerroksen ja kasvillisuuden asentamisen. Heikosti vettä läpäisevässä maaperässä voidaan tehdä syvempi massanvaihto, jolloin kasvukerroksen alle rakennetaan pidätys-imeytyskerros karkeasta kiviaineksesta imeytyskaivannon tapaan. Imeytyspainanne voidaan tehdä myös kallioalueelle, jolloin kasvukerroksen alapuolinen kallio irtilouhitaan vedenjohtavuuden parantamiseksi. Rakennekerrokset eristetään ympäröivästä maaperästä suodatinkankaalla tai siirtymäkerroksella tarpeen mukaan.

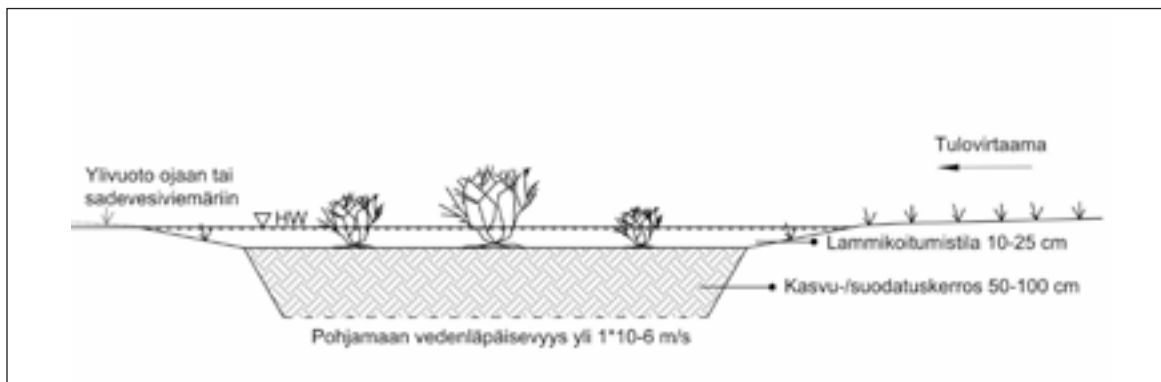
Salaojitus käytetään vettä heikosti läpäisevässä maaperässä johtamaan ylimääräinen vesi eteenpäin, jolloin rakenne toimii osittain imeyttävänä ja osittain suodattavana. Laadultaan hyvin huonoja hulevesiä käsiteltäessä painanteen rakenteet voidaan eristää ympäröivästä maasta kokonaan kalvolla, jolloin järjestelmä toimii pelkkänä suodattimena.

Pintarakenne koostuu noin 5 cm kerroksesta kariketta tai kompostimultaa (engl. mulch) sekä 50–100 cm paksuisesta kasvu- ja suodatuskerroksesta. Suodatuskerroksen paksuus riippuu painanteeseen istutettavan kasvillisuuden tarpeista sekä tavoitellusta puhdistustehosta. Kasvu- ja suodatuskerroksen maa-aineksen tulee olla sekoitemaata, joka sisältää karkeaa hiekkaa (noin 50 %), multaa (20–30 %), viherjätteistä saatua kompostia (20–30 %) ja mahdollisesti pieniä määriä savea (< 5%). Esitetty jakauma on esimerkinomainen. Tarkoituksena on, että suodatuskerroksen maa-aines on vettä sopivasti läpäisevä ja bioaktiivinen epäpuhtauksien pidättämiseksi.

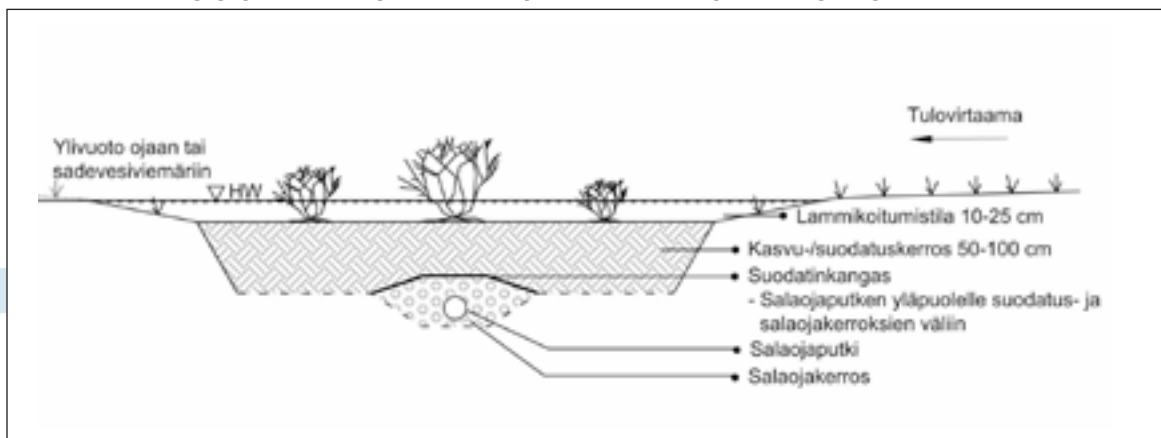
Imeytyspainanteen rakennetta on havainnollistettu kuvissa 14-8 – 14 17.



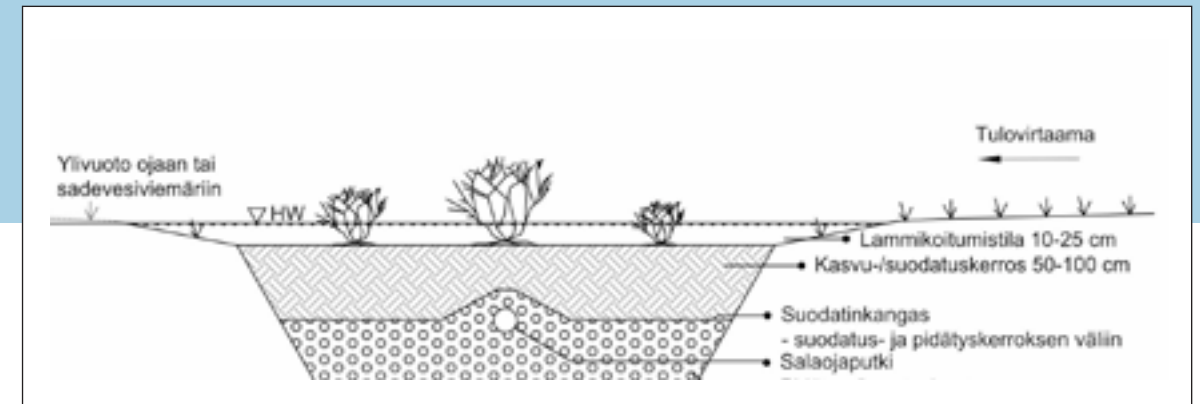
Kuva 14-8 Imeytyspainanteen asemapiirros-esimerkki (FCG).



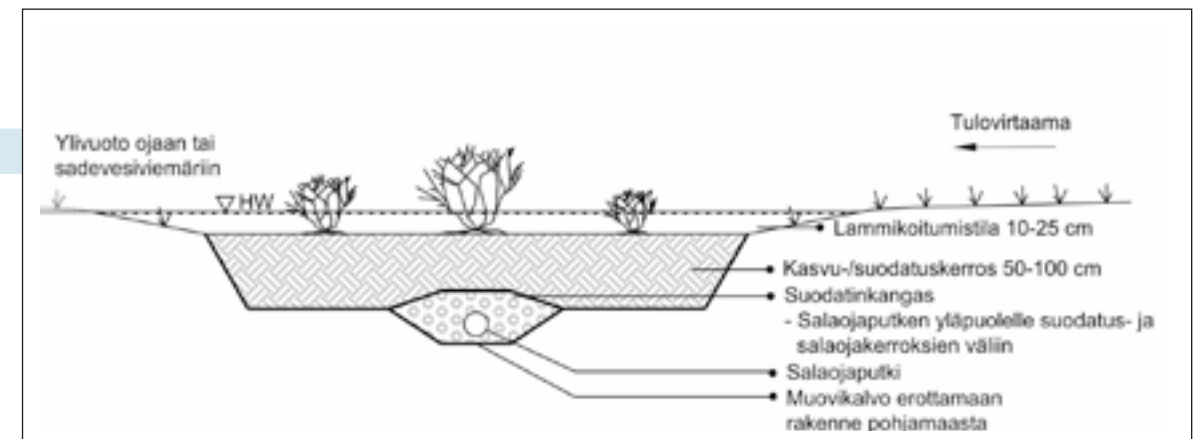
Kuva 14-9 Imeytyspainanne hyvin vettä läpäisevässä maaperässä (FCG).



Kuva 14-10 Imeytyspainanne kohtalaisesti vettä läpäisevässä maaperässä (FCG).



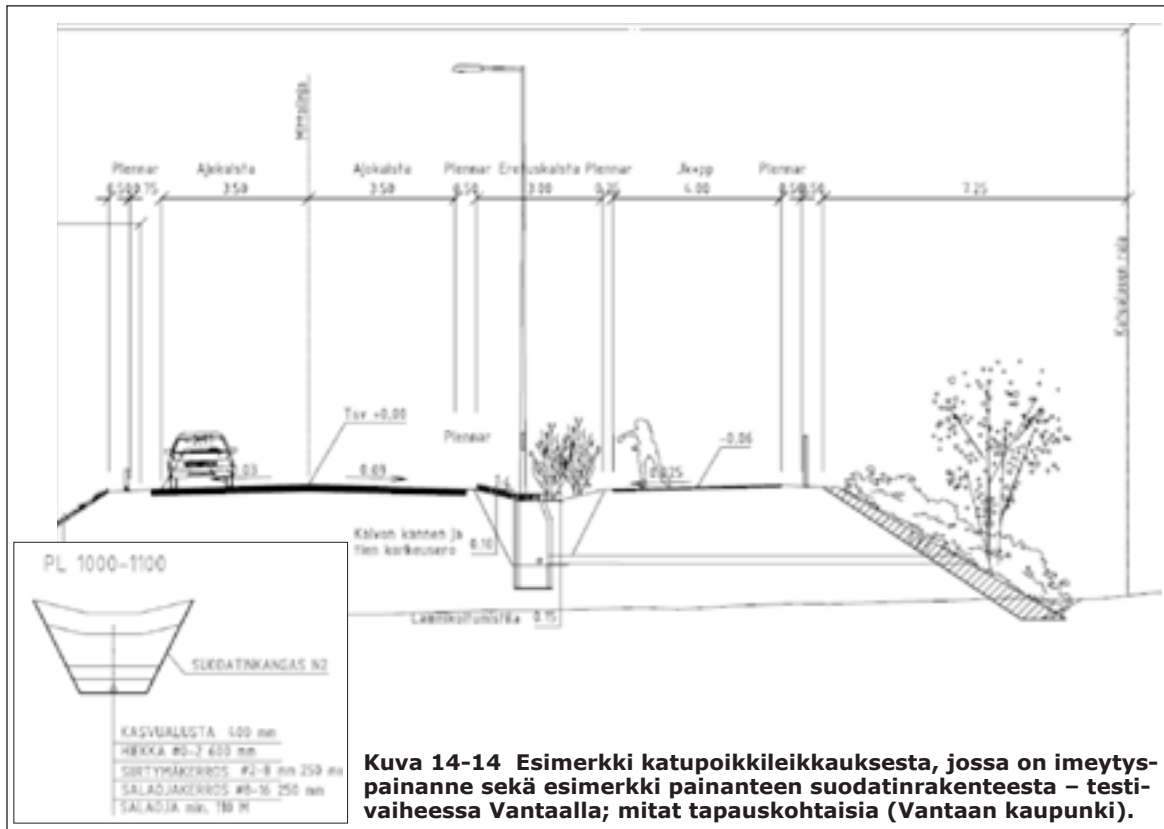
Kuva 14-11 Imeytyspainanne varustettuna kasvukerroksen alapuolisella varastokerroksella (FCG).



Kuva 14-12 Kalvorakenteella eristetty suodatuspainanne (FCG).



Kuva 14-13 Esimerkki imeytyspainanteesta pysäköintipaikan vieressä, Seattle (FCG).



Kuva 14-14 Esimerkki katupoikkileikkauksesta, jossa on imeytyspainanne sekä esimerkki painanteen suodatinrakenteesta – testi-vaiheessa Vantaalla; mitat tapauskohtaisia (Vantaan kaupunki).

Kuva 14-15 Imeytyspainanne yhdistettynä korkeatasoiseen maisemasuunnitteluun, Minnesota (FCG).



Kuva 14-16 Suurehko imeytyspainanne julkisen rakennuksen vieressä, Minnesota (FCG).



Kuva 14-17 Laaja-alainen imeytyspainanne koulun pihalla, Minnesota (FCG).

Mitoitus

Imeytysjärjestelmiä suunniteltaessa on huomattava, että imeytyksen mitoitus on yleensä pienempi kuin muilla hulevesien hallintamenetelmillä, koska luonnontilaisillakin alueilla muodostuu poikkeuksellisten sateiden aikana pintavaluntaa eikä koko vesimäärä imeydy pohjavedeksi. Imeytysmitoitus on siis pienempi kuin esimerkiksi viivytyksessä. Imeytysjärjestelmät toteutetaan usein kuitenkin myös hulevettä viivyttäväksi, jolloin järjestelmä voi koostua eri perusteilla mitoitettavista osista. Esimerkiksi painanteissa maanpäällinen viivytystilavuus voidaan mitoittaa isommalle tahtumalle kuin maanalainen imeytyskerros. Imeytysmitoituksen ylittävä vesi johdetaan viivytyksen jälkeen pois esimerkiksi salaojilla tai maanpäällisellä purkuputkella.

Pääsääntöisesti järjestelmät mitoitetaan siten, että imeytettävä vesimäärä mahtuu joko rakenteen täytemateriaalin huokostilaan (kaivannot) tai maanpäälliseen viivytystilaan (painanteet). Mikäli järjestelmällä halutaan lisäksi viivyttää vettä enemmän kuin imeytymistä tahtuu, tulee tilavuutta kasvattaa.

Imeytyskaivannot mitoitetaan siten, että mitoitusvesimäärä mahtuu kaivannon täytemateriaalin huokostilaan.

Vettä varastoivan kerroksen paksuus voidaan mitoittaa seuraavalla kaavalla:

$$h = \frac{\left(\frac{V_{mit}}{n} \right)}{A_p}$$

- h = kerrospaksuus [m] (2)
 V_{mit} = mitoitusvesimäärä [m³]
 A_p = alueen pinta-ala [m²]
 n = arvioitu huokostilavuus (esim. 0.25-0.30 kiviainekselle)

Imeytyskaivantojen esikäsittelymenetelmät – esimerkiksi – tasausallas mitoitetaan siten, että niiden vesitilavuus on 25 % mitoitusvesimäärästä. Vaihtoehtoisesti esikäsittelyyn voidaan käyttää vähintään 6 metriä leveää pintavalutuskaistaa.

Imeytyspainanteet mitoitetaan siten, että lammikoitumistila on riittävä mitoitusvesimäärän varastoimiseen. Mikäli painanteella pyritään myös hulevesien määrälliseen hallintaan, tulee lammikoitumistila mitoittaa suuremmaksi kuin puhtaasti hulevesien laadulliseen hallintaan ja imeytykseen tarkoitettulla painanteella. Lammikoitumisalueen pinta-ala saadaan seuraavalla kaavalla:

$$A_L = \frac{V_{mit}}{h_i}$$

A_L = lammikoitumisalueen pinta-ala [m²]
 V_{mit} = mitoitusvesimäärä [m³]
 h_i = keskimääräinen syvyys [m] (3)

Imeytyspainanteiden pinta-alan tarpeen nyrkisääntönä voidaan pitää, että painanteita tarvitaan 10 % läpäisemättömien alueiden pinta-alasta, mikäli painanteilla pyritään myös hulevesien määrälliseen hallintaan. Tällöin painanteiden viivytystilavuus riittää keran viidessä vuodessa toistuvan 10 minuutin rankkasateen aiheuttaman hulevesivirtaaman pysäyttämiseen kun lammikoitumissyvyys on keskimäärin 0,1 metriä. Kohteesta riippuen lammikoitumissyvyys voi olla suurempi, jolloin pinta-alatarve pienenee. Mikäli painanteiden tarkoitus on pelkästään hulevesien imeyttäminen ja laadullinen hallinta, viivytystilavuuden ja siitä johtuen myös pinta-alan tarve on selvästi vähäisempi. Tällöin pinta-alan nyrkisääntönä voidaan pitää, että painanteita tarvitaan 2 % läpäisemättömien alueiden pinta-alasta.

Imeytyspainanteen kasvu/suodatuskerroksen vedenläpäisykyvyn tulee olla vähintään $k > 1 \cdot 10^{-6}$, jotta rakenne tyhjenee vedestä riittävän nopeasti. Tällä vedenläpäisevyydellä läpimenoaika on noin 1 vuorokausi kun mitoitus on 1 m³ hulevettä/10 m² imeytuspintaa ja rakenne on veden kyllästämä. Mikäli mitoitus on tätä suurempi, tulee suodatuskerroksen vedenläpäisykyky olla suurempi tai rakenne varustaa tyhjennysmekanismilla, jota kautta ylimäärä vedestä pääsee poistumaan. Pohjarakenteen salaojitus luonnollisesti nopeuttaa tyhjenemisaikaa.

Imeytyspainanteeseen liittyvä pidätys/imeytyskerros mitoitetaan kuten imeytyskaivannossa.

14.2.6 Talviolosuhteiden vaikutus

Kylmässä ilmastossa veden imeyttämiseen ja suodattamiseen perustuvien hallintamenetelmien käyttöä rajoittavat maanpinnan jäätyminen ja maaperän routaantuminen, mitkä ehkäisevät imeytymistä tai estävät sen kokonaan. Esimerkiksi läpäisevien päällysteiden pintakerros on talvella usein jään ja lumen peittävä eikä imeytymistä juuri tapahdu. Lisäksi lumenläjitys ja liukkauden torjuntaan käytettävän hiekan tai murskeen mukana kulkeutuva hienoaines voivat aiheuttaa läpäisevän päällysteen tukkeutumista. Viimeaikaiset tutkimukset (Roseen et. al.) ovat kuitenkin osoittaneet, että imeytys- ja suodatusmenetelmät voivat toimia talvellakin hyvin eikä niiden käyttöä pitäisi tästä syystä vältellä. Talviolosuhteet on vain otettava huolella huomioon suunnittelussa.

Imeytyskaivannossa vesi voi varastoitua täyttemateriaalin huokosiin talvellakin edellyttäen, että koko rakennekerros ja maan pinta eivät ole jäässä. Mikäli kaivanto ulottuu routarajan alapuolelle, myös imeytymistä voi tapahtua. Imeytyspainanteiden kasvu- ja suodatuskerros jäätyy helpommin kuin imeytyskaivannoissa käytettävä karkearakeisempi kiviainestäyttö. Vaikka jäätyneen pintakerroksen läpi imeytymistä ei tapahdu lainkaan, painanne toimii edelleen hulevettä viivyttävänä rakenteena. Imeytyspainanteet sijaitsevat pääasiassa viheralueilla riittävän etäällä muista rakenteista, joten mahdollinen routiminen ei aiheuta yleensä ongelmia. Imeytys- ja suodatusmenetelmien talviaikaisen toiminnan varmistamisessa tärkeintä on joko riittävän karkea (vedenläpäisykyvyltään suuri) materiaali imeytys/suodatuskerroksessa tai rakenteen salaojittaminen, jolloin vesi läpäisee rakenteen nopeasti eivätkä kerrokset jäädy umpeen. Joka tapauksessa imeytysjärjestelmissä tulee varautua ohjaamaan talviaikaisten sateiden aiheuttamat hulevedet ylivuodon kautta joko hulevesiviemäriin tai muuhun johtamisjärjestelmään.

Lumen poistaminen imeyttämiseen pyrkivien pintojen päältä on suositeltavaa ennen sulamiskauden alkua, jotta imeytyminen saadaan keväällä käyntiin mahdollisimman nopeasti. Tulvareittien avoimena pysyminen tulee varmistaa sulamiskauden aikana.

14.3 Hulevesien johtaminen

14.3.1 Yleistä

Huleveden johtamisjärjestelmillä tarkoitetaan rakenteita, joilla hulevesiä kootaan ja johdetaan hallitusti käsiteltäväksi tai pois kuivatavalta alueelta. Johtamismenetelmiä on kahdenlaisia: pinta- ja putkijärjestelmiä. Pintajohtamisen menetelmiä ovat avo-ojat, purot, viherpainanteet, kourut, kanavat yms. avouomavirtaukseen perustuvat johtamismenetelmät. Putkijärjestelmiä ovat hulevesiviemärit ja salaojat, jotka ovat olleet pitkään hallitsevina johtamismenetelminä rakennetuilla alueilla. Rummut ovat pintamenetelmiin liittyviä putkittettuja osuuksia, joilla johdetaan hulevesiä esimerkiksi katujen tai muiden esteiden alitse tai läpi. Jäljempänä tässä osiossa käsitellään pintajohtamisen menetelmiä, putkijärjestelmiä käsitellään tarkemmin kohdassa 14.6.

Pintajohtamismenetelmien tarkoituksena on johtaa hulevettä siten, että virtaama hidastuu ja epäpuhtauksien laskeutuminen ja imeytyminen mahdollistuu. Virtaaman hidas-

tumista, imeytymistä ja puhdistumista voidaan tehostaa johtamisreittien kasvillisuudella, pienellä pituuskaltevuudella ja riittävällä pituudella.

Hulevesien määrällisen ja laadullisen hallinnan kannalta soveltuvin tapa hulevesien keräämiseen ja johtamiseen on niin sanottu avoin kuivatusjärjestelmä, joka muodostuu painanteista, avo-ojista ja tarvittavilta osin rummuista ja hulevesiviemäriosuuksista.

Hulevesien johtaminen maan pinnalla soveltuu etenkin alueille, joilla maankäyttö ja rakentaminen ovat suhteellisen väljää. Pienillä valuma-alueilla – esimerkiksi yksittäisten kiinteistöjen ja tonttien alueella – pintajärjestelmiä voidaan käyttää myös tiivistä rakennetuissa kohteissa. Laajempia valuma-alueita palvelevat pintajärjestelmät edellyttävät aina tilavarausta kiinteistöön kuuluvalta viheralueelta, katualueelta tai yleiseltä alueelta.



Kuva 14-18 Avo-oja taajaman keskustassa, Hampuri (FCG).

14.3.2 Suunnittelussa huomioon otettavaa

- Hulevesien johtamismenetelmät on tarkoitettu ensisijaisesti veden hallittuun johtamiseen, eikä niillä tulisi pyrkiä koko mitoitusvesimäärän viivyttämiseen.
- Pienet rakenteet – kuten kourut ja kivettyt painanteet – on tarkoitettu yksinomaan veden johtamiseen.
- Pienten valuma-alueiden hulevesien johtamiseen tarkoitettuja menetelmiä ei ole yleensä tarpeen mitoitaa hydrologisesti.
- Johtamismenetelmien yhteyteen voidaan rakentaa lisäviivytystilavuutta kosteikko-alueiden, viivytyspainanteiden, tulvasanteiden tms. muodossa jos tilaa on riittävästi.
- Viherpainanteiden suositeltava pituuskaltevuus on välillä 1–3 %. Jos kaltevuus on suurempi, tulisi painanteeseen tehdä patorakenteita ja varmistaa riittävä eroosiosuojaus esimerkiksi osittaisella kiviverhoilulla.
- Patoja voidaan käyttää myös kanavissa ja rakennetuissa noroissa.
- Patojen käyttäminen vähentää virtaamaa, lisää imeytymistä ja edistää epäpuhtausien laskeutumista. Padot muodostavat painanteeseen sarjan pieniä lammituotumisaalueita.
- Padot on suositeltavaa tehdä puusta, betonista tai kivistä eroosiokestävyyden takia. Pato tulee varustaa purkuaukolla, -putkella tms. rakenteella, joka varmistaa viivytystilavuuden tyhjenemisen viimeistään vuorokauden kuluttua täyttymisestä.
- Padon maksimikorkeus on puolet johtamismenetelmän kokonaissyvyydestä.
- Mikäli painanteilla pyritään huleveden imeyttämiseen, tulee suunnittelussa huomioida imeyttämistä rajoittavat tekijät.
- Kasvillisuuden käyttö parantaa epäpuhtausien sitoutumista, ehkäisee eroosiota ja hidastaa virtaamia.
- Hulevedet voidaan ohjata pintajohtamisen menetelmiin tasaisesti pintavaluntana tai keskitetysti esimerkiksi hulevesiviemäristä. Keskitetyn virtaaman purkupaikkoihin tulee rakentaa eroosiosuojaus esimerkiksi kiveämällä.
- Katualueen ja tonttien reunaan sijoittuvien painanteiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon mahdollinen lumitilan tarve (minimileveys on 2 m).
- Jotta viherpainanteiden koneellinen niitto olisi mahdollista, tulee sivuluiskien kaltevuuden olla enintään 1:3 ja hiekoitus-hiekka on poistettava niitettäviltä alueilta vuosittain.

14.3.3 Avo-ojat

Avo-ojia (engl. trench) käytetään muun muassa hulevesien johtamiseen. Hulevesien johtamiseen maantieojaan pitää saada tienpitä-

jän lupa. Salaojavedet voivat aiheuttaa talvella paannejäätä ja johtaa rummun jäätymiseen ja veden tulvimiseen tielle.

Avo-ojat voivat perinteisesti olla hyvin syviä ja jyrkkäluiskaisia. Syviä avo-ojia on mahdollista käyttää myös ympäristön rakenteiden kuivatukseen eli niihin voidaan joutaa myös salaojavesiä. Ojan syvyyttä, muotoa ja viettoa vaihtelemalla voidaan korostaa hallittua toiminnallista ominaisuutta: imeytystä, varastointia tai johtamista. Ojan kelpoisuus imeytykseen riippuu ennen kaikkea maaperän laadusta.

Avo-ojajärjestelyssä on huomattava, että sen edellyttämät tilavaraukset voivat olla suuria. Ojista muodostuu helposti syviä jos niihin on tarpeen purkaa myös mm. rakennusten salaojia tai hulevesiviemäreitä. Jyrkkäluiskaiset ojat voivat olla kaupunkikuvaa rumentavia, turvallisuutta heikentäviä ja hankalia kunnossapidettäviä. Avo-ojien suurimpia ongelmia on voimakas eroosio ja sortumat, mitkä aiheuttavat etenkin liian jyrkistä luiskista, puutteellisesta eroosiosuojauksesta ja kunnossapidon laiminlyönnistä. Avo-ojat tulisikin suunnitella perinteistä monimuotoisempina uomina kiinnittäen huomiota ulkonäköön ja ekologiseen merkitykseen. Eroosiohaittoja voidaan ehkäistä jättämällä ojan pituuskaltevuus sekä luiskalkevuus riittävän alhaisiksi. Pituuskaltevuutta tulisi rajoittaa siten, että taulukossa 14-2. esitettyjä sallittuja virtausnopeuksia ei ylitetä. Ojaluiskien kaltevuuden tulisi olla jyrkimmillään 1:1 ja tällöinkin luiskat on syytä suojata. Eroosion hallinnassa on keskeistä myös kiinteistöillä tehtävä hulevesien viivytys ennen vesien johtamista suurempiin avo-ojiin. Kuvassa 14-18 on esimerkki taajaman keskustassa olevasta avo-ojasta.

Syvien avo-ojien käyttö on viime aikoina vähentynyt, kun ojia on putkitettu tai alueen kuivatus muutettu hulevesiviemärillä hoidettavaksi. Tämä ei kuitenkaan ole suositeltava kehityssuunta, koska normaalilla avo-ojallakin on hulevesiä viivyttäviä ja virtaamia tasaavia ominaisuuksia. Lisäksi avo-ojan tulvaherkkyys on hulevesiviemäriä huomattavasti pienempi.

Rakennetun alueen avo-ojien suunnittelusta on saatavilla hyviä ohjeita, esimerkiksi Tiehallinnon kuivatuksen suunnitteluohjeet (1993). Puistoihin ja viheralueille sijoittuvien avo-ojien suunnittelussa tulee ottaa huomioon luonnonmukaisen vesirakentamisen (Sy631) ja virtavesien kunnostuksen (Sy737) periaatteet. Lisätietoa avo-ojista löytyy myös Maankuivatuksen ja -kastelun suunnittelu -raportista (SYKEra23/2007).

14.3.4 Painanteet

Viherpainanteet (engl. swale) ovat toiminnaltaan samantyyppisiä kuin avo-ojat, mutta niiden rakenteissa on pieniä eroja. Perinteisesti avo-ojat voivat olla hyvinkin syviä ja jyrkkäluiskaisia, kun taas viherpainanteiden on tarkoitus olla matalia, loivaluiskaisia ja kauttaaltaan nurmetettuja tai muuten verhoiltuja. Painanteet voivat olla ulkonäöltään pelkistettyjä tai niihin voi liittyä runsastakin kasvillisuutta, kiveyksiä yms. rakenteita. Painanteet poikkeavat avo-ojista myös sikäli, että niitä ei ole mataluutensa johdosta tarkoitettu ympäristön rakenteiden kuivatukseen. Yksinkertaisia painanteita käytetään ainoastaan pintavalunnan johtamiseen, mutta painanteilla voidaan imeytyksen, suodatuksen ja viivytyksen kautta myös käsitellä hulevesiä. Painanteiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon useampia hulevesien hallintaan liittyviä tekijöitä kuin avo-ojien suunnittelussa. Esimerkiksi tie- ja katualueen painanteet voidaan helposti toteuttaa suodattavina rakenteina, jolloin maaperästä riippumatta pystytään parantamaan kadun hulevesien laatua muodostumisalueen välittömässä läheisyydessä.

Painanteen pituuskaltevuuden olisi suositeltavaa olla 1–3 % ja enintään 5 %. Jyrkemmässä maastonkohdissa vettä tulee padottaa tai painanne porrastaa. Painanteen leveys voi vaihdella suuresti. Pienten virtaamien johtamiseen tarkoitettujen painanteiden voi olla luiskeen vain noin metrin levyisiä, kun taas hulevedettä viivyttävien tai laajojen alueiden vesiä johtavien isojen painanteiden pohjan leveys voi olla parikin metriä.

Painanteisiin voidaan rakentaa pohjapatoja tai -kynnyksiä, joilla hidastetaan virtaamaa sekä mahdollistetaan huleveden viivyttäminen painanteessa. Padot voivat olla tehty esimerkiksi puusta, betonista, kivistä tai maaineksista. Maapadot ovat kuitenkin alttiita eroosiolle, joten niitä käytettäessä ainakin kynnyskohtien tulee kestää veden virtausta. Padot on suositeltavaa varustaa purkuputkella tai -aukolla, jota pitkin viivytetty vesimäärä voi hitaasti tyhjentyä. Padon korkeuden tulisi olla enintään noin puolet painanteen kokonaissyvyydestä.

Painanteiden yhteyteen voidaan toteuttaa lisäkäsittelyä viivytyksalueilla, joihin johdetaan osa painannetta pitkin virtaavista vesistä. Viivytyksalueet voivat olla pelkästään vettä vii-

vyttäviä, jolloin niihin varastoitunut vesi palaa painanteeseen virtaamahuipun jälkeen, tai hulevesiä voidaan imeyttää, jolloin kokonaisvesimäärää pystytään vähentämään.

Esimerkkejä hulevesien johtamispainanteen rakenteesta on esitetty kuvissa 14-19 – 14-22. Kaikki esimerkit voidaan toteuttaa maaperästä riippuen myös imeyttävänä tai suodattavana.

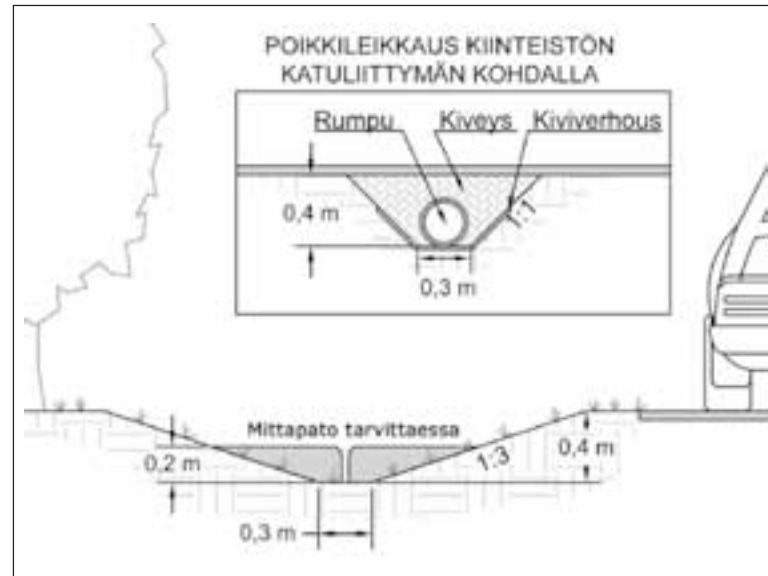
Kuvissa 14-19 ja 14-20 esitetty painante on tarkoitettu katualueen sekä enintään

noin hehtaarin kokoisen asuinalueen hulevesien johtamiseen. Painanteen kokonaisleveys on noin 2,5 metriä. Mikäli pituuskaltevuus on 5 % tai enemmän tai hulevesien viivytystä halutaan muuten tehostaa, tulee painanteeseen tehdä tasaisin välimatkoin patoja virtaaman hidastamiseksi. Hulevedet johdetaan painanteeseen joko tasaisena pintavaluntana koko painanteen matkalla tai keskitetysti esimerkiksi kouruista tai reunakiveyksen aukoista.

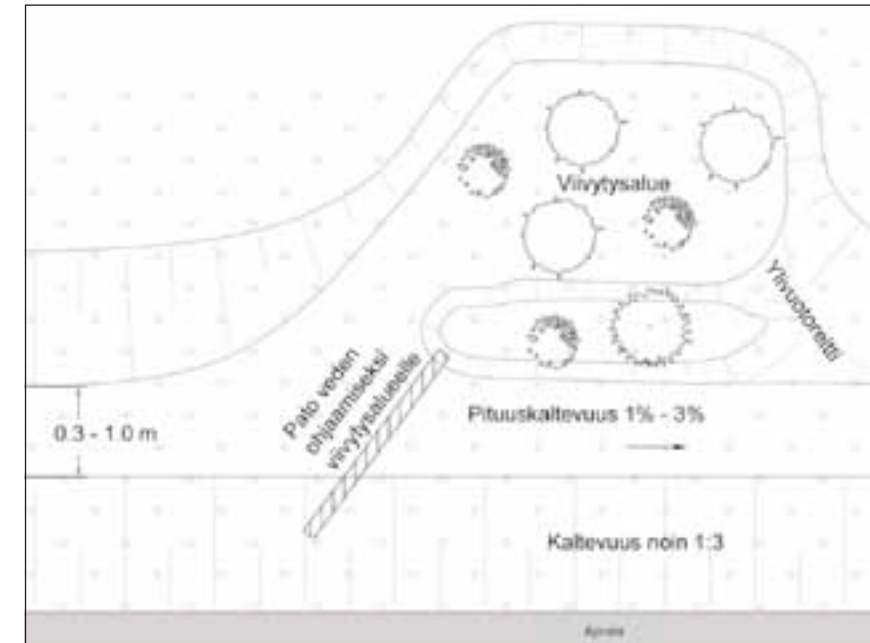
Kuvissa 14-21 ja 14-22 esitetty leveää painanteen pystyy johtamaan usean hehtaarin kokoisen asuinalueen hulevedet. Painanteeseen tehdään patoja, joilla hulevesiä ohjataan pääuoman sivuun kaivetuille viivytysalueille pidättymään

ja imeytymään. Painanteen leveys on pääuoman kohdalla noin neljä metriä ja viivytysalueen kohdalla noin 10 metriä.

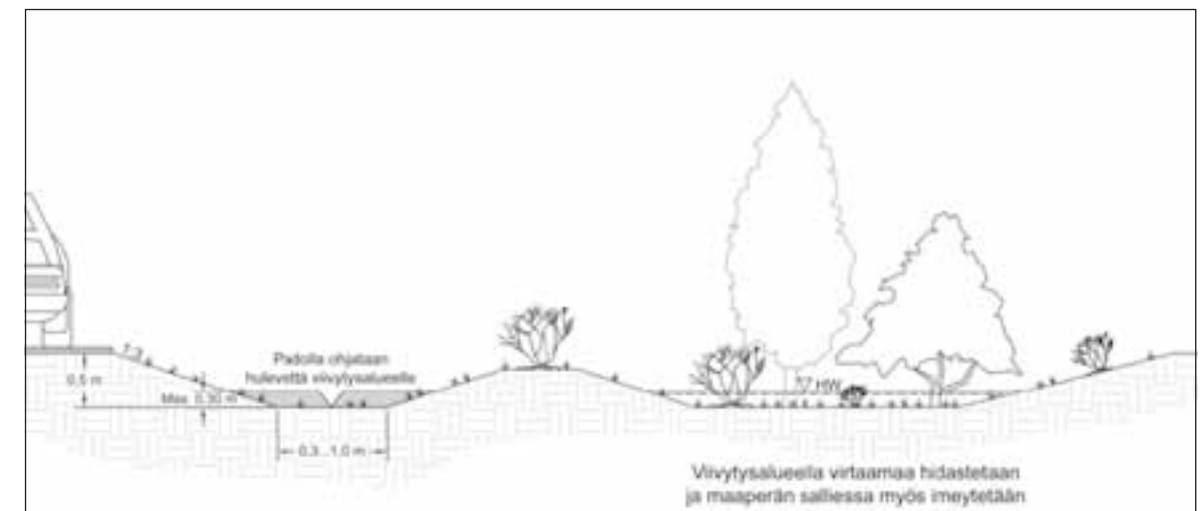
Kuvissa 14-23 – 14-26 on esitetty havainnekuvia erilaisista painanteista.



Kuva 14-19
Poikkileikkausesimerkki hulevesien johtamispainanteesta (FCG).

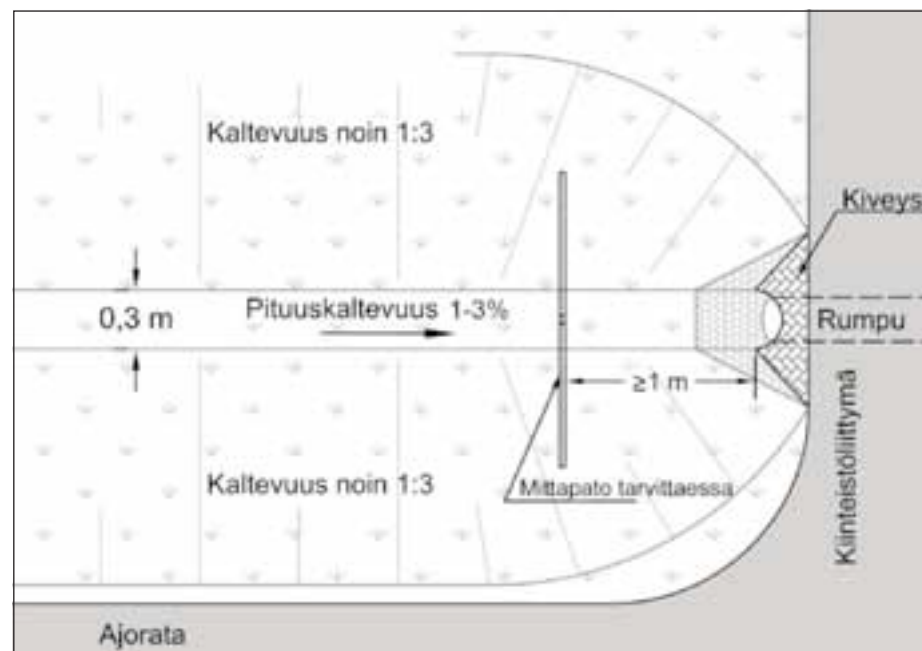


Kuva 14-21 Asemapiirrosesimerkki johtamispainanteesta ja viivytysalueesta.



Kuva 14-22 Poikkileikkausesimerkki johtamispainanteesta ja viivytysalueesta.

Kuva 14-20
Asemapiirrosesimerkki hulevesien johtamispainanteesta (FCG).





Kuva 14-23 Katuvesiä johtava ja imeyttävä painanne (FCG).



Kuva 14-24 Hulevedet voidaan johtaa painanteisiin esimerkiksi reunakiven aukosta, Seattle (FCG).



Kuva 14-25
Kaltevissa painanteissa virtausta voidaan hidastaa patoamalla, Minnesota (FCG).



Kuva 14-26
Leveitä painanteita voidaan käyttää tehokkaasti myös huleveden viivytykseen, Hampuri (FCG).

14.3.5 Rakennetut kanavat ja uomat

14.3.5 Rakennetut kanavat ja uomat
 Kanavat (engl. channel) ovat linjaukseltaan suoraviivaisia, usein betonista tai kivistä rakennettuja hulevesien johtamisreittejä. Niiden leveys ja syvyys voi vaihdella suuresti muutamasta kymmenestä sentistä jopa metreihin ja niiden reunat ovat hyvin jyrkkäluiskaisia tai pystysuoria. Kanavien vedenjohtokyky on hyvä vähäisen karkeuden ja jyrkistä luiskista johtuvan tehokkaan poikkipinta-alan takia. Niitä voidaan käyttää myös keskusta-alueilla niiden pienen tilantarpeen ja rakennetun ulkonäön ansiosta. Kanavista on käytetty myös termiä ka-naali, mutta kanava on oikeampi termi.

Kanavia käytetään lähinnä huleveden johtamiseen. Läpäisemättömän pinnan takia ei tapahdu veden imeytymistä, mutta hulevesiä voidaan kuitenkin viivyttää patorakenteiden avulla. Sallittujen pituuskaltevuuksien osalta voidaan noudattaa tämän oppaan osiossa 15 (kohdassa 15.1.3) suurille hulevesiviemäreille annettuja ohjeita. Mikäli järjestelmä halutaan tehdä vettä viivyttäväksi tai imeyttäväksi, tulisi kanavien yhteyteen tehdä erillisiä viivytyksalueita, jonne ohjataan vettä esimerkiksi tietyn vesisyvyyden ylittymisen jälkeen.

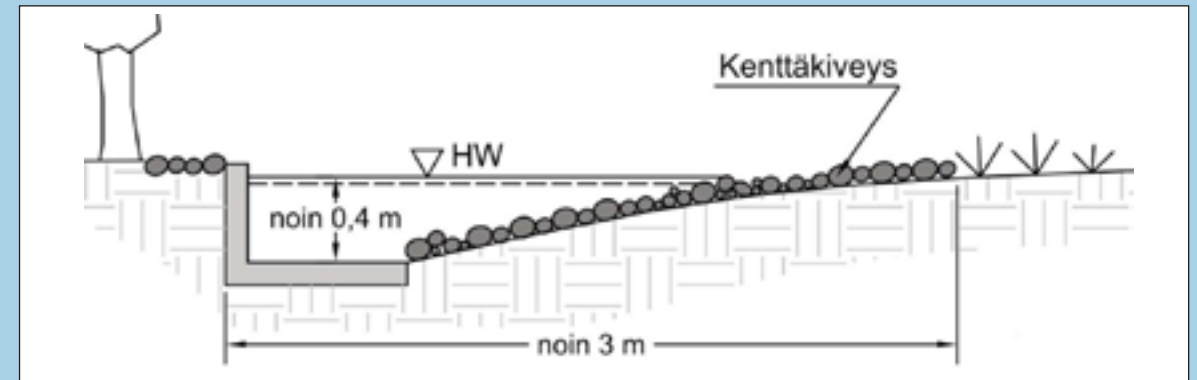
Rakennetut uomat ovat luonnonmukaisen kaltaisia avo-uomia, kooltaan yleensä noroa vastaavia. Rakennetut norot voivat olla varta vasten kaivettuja tai esimerkiksi muotoilemalla ja linjausta muuttamalla parannettuja avo-ojia. Luonnontilaisia noroja tai puroja ei suositella muutettavan rakennetuiksi paitsi kulutuskestävyyden parantamisen osalta. Rakennetut norot ovat linjaukseltaan mutkittelevia ja niihin voi liittyä levennyksiä, lampia, tulvasantei-

ta sekä runsasta kasvillisuutta. Rakennetuissa noroissa voidaan käyttää myös kiveyksiä, esikasvatetusta vesikasvillisuudesta tehtyjä ranterullia tai muita luiskaverhouksia.

Rakennetut norot soveltuvat hulevesien pääpurkureiteiksi ja ne sijoittuvat yleensä virkistysalueille. Niiden mutkaisuuden ja kasvillisuuden takia virtausvastukset ovat melko suuria; rakennetuilla noroilla onkin merkitystä hulevesien viivyttämisessä. Uoman varteen voidaan helposti liittää rakennettuja kosteikkoalueita hulevesien käsittelyn tehostamiseksi. Uoman pituuskaltevuuden tulisi olla pieni, korkeintaan muutamia prosentteja. Jyrkissä maastonkohdissa voidaan käyttää pohjapatoja tai esimerkiksi luonnonkiviä (Ø200-1000) hidastamaan virtausnopeutta ja muodostamaan suvantoja. Pienillä putouksilla saavutetaan myös rakennettuun uomaan veden kohinaa, jolla voidaan peittää liikenteen melua tai pelkästään luoda tunnelmaa. Koska virtaamat voivat olla suuria, tulee eroosiosuojaukseen kiinnittää huomiota esimerkiksi kiveämällä tai tätä tarkoitusta varten suunnitelluilla kasvillisuusrakenteilla.

Puistoissa ja keskusta-alueiden ympäristössä kanavat ja norot voivat limittyä toisiinsa siten, että rakennettujen alueiden vieressä hulevesiä johdetaan kanavassa, joka muuttuu noromaiseksi päästyään viheralueelle. Rakennettuihin uomiin voidaan luoda keinotekoisesti elinolosuhteet kalojen menestymiselle esimerkiksi kutusoraikkoja rakentamalla, kiveämällä, rumpuja sijoittamalla, vaellusesteitä poistamalla ja säilyttämällä varjostavaa kasvillisuutta.

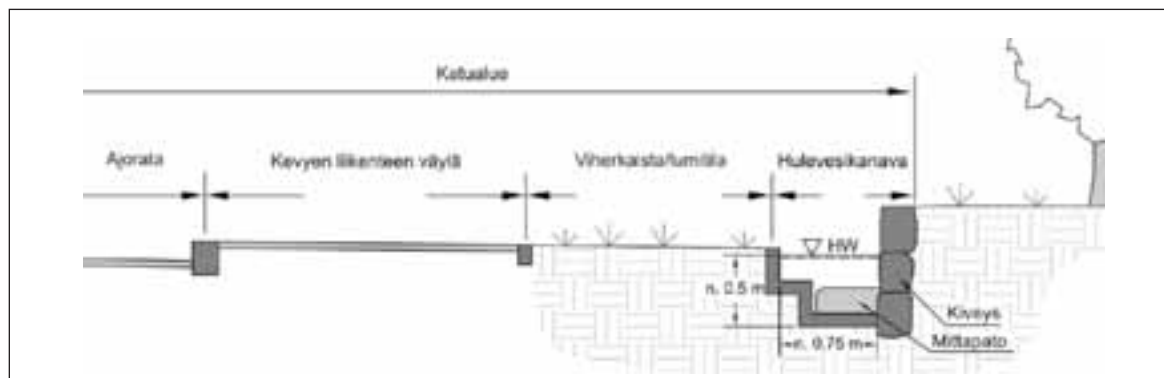
Esimerkkejä kanavan ja rakennetun puron rakenteesta on esitetty 14-27 - 14-34.



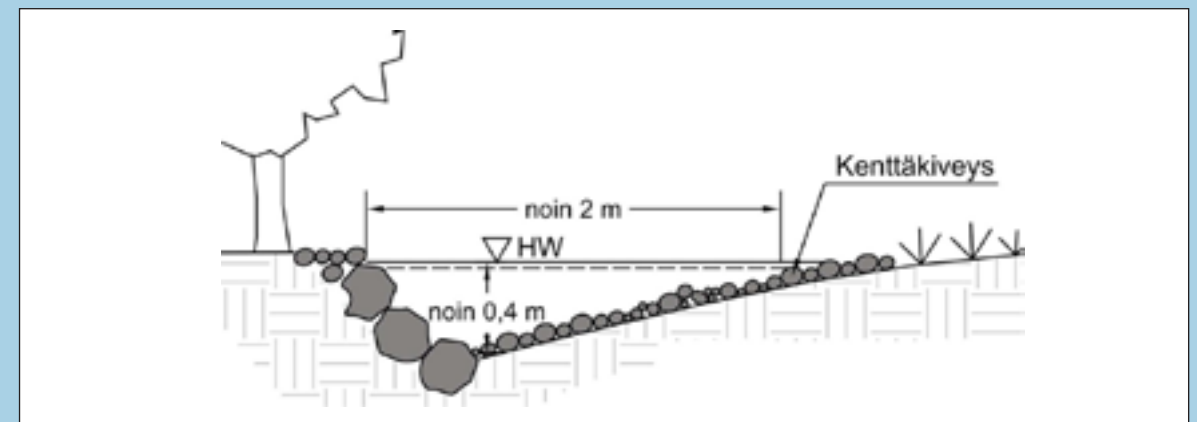
Kuva 14-28 Poikkileikkausesimerkki kanavan ja puron yhdistelmästä.



Kuva 14-29 Esimerkki tuotteesta joka toimii sekä reunakivenä että hulevesikanavana.



Kuva 14-27 Poikkileikkausesimerkki katualueen reunaan rakennetusta hulevesikanavasta.



Kuva 14-30 Poikkileikkausesimerkki kivillä verhotusta purouomasta.



Kuva 14-31 Kapea hulevesikanava korttelin sisällä (International Sustainable Solutions).



Kuva 14-33 Puistoon rajautuva kanava, Hampuri (FCG).



Kuva 14-32 Rakennettu kanava suurille vesimäärille (International Sustainable Solutions)



Kuva 14-34 Rakennettu puro asuinalueella, Hannover (FCG).

14.3.6 Kourut

Kouruilla tai hulevesikouruilla tarkoitetaan pintavesien johtamiseen käytettäviä betonisia tai kivistä valmistettuja matalia ja kapeita painanteita. Kouruja käytetään johtamaan pieniä määriä hulevesiä. Sovelluskohteita ovat esimerkiksi kiinteistön kattovesien tai pysäköinti-alueen hulevesien johtaminen viheralueille viiyttäväksi.

Tyypillisiä rakennustuotteita ovat kapeat, pyöreäpohjaiset betonikourut. Ne voidaan varustaa myös ritiläkansilla, jolloin kourun yläpinnasta tulee tasainen. Ritiläkannellisia kouruja kutsutaan linjavesikouruiksi. Yleisiä rakennus-

tuotteita ovat myös leveämmät, loivapiirteiset kourulaatat kuten kuvassa 14-35. Niitä valmistetaan sekä betonista että luonnonkivistä.

Yllä mainittujen lisäksi kouruja voidaan rakentaa latomalla luonnonkivistä tai betonikivistä. Ladontaan voidaan käyttää nupu-, noppa- tai kenttäkiviä, jolloin ne tyyppillisesti asennetaan maakostean betoniin ja niiden saumat tiivistetään kivituhkalla, bitumilla tai betonilla.

Kourujen ja kivettyjen painanteiden rakennetta on havainnollistettu kuvissa 14-36 – 14-38.

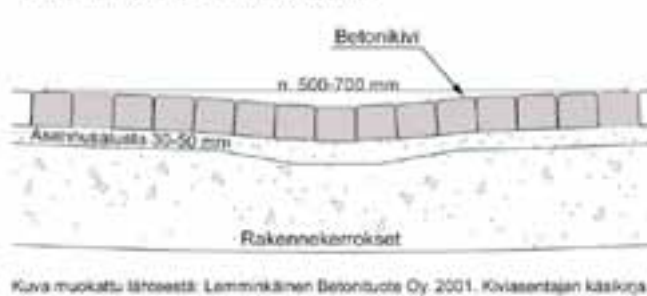
KOURULAATTA



Kuva muokattu lähteestä: Lemminkäinen Betonituote Oy 2001. Kiviasentajan käsikirja.

Kuva 14-35 Esimerkki kourulaatan rakenteesta (FCG).

PAINANNE BETONIKIVISTÄ



Kuva 14-36 Esimerkki kivetystä painanteesta (FCG).



Kuva 14-38 Kivikouru kulkuväylän yhteydessä, Hannover (FCG).



Kuva 14-37 Esimerkki kivetyn painanteen käytöstä, Hannover (FCG)

14.3.7 Tulvareitit

Tulvareitit ovat tärkeä osa hulevesien johtamisjärjestelmiä. Tulvareittien tarkoituksena on johtaa hulevedet hallitusti tilanteissa, joissa varsinaisen hulevesijärjestelmän mitoitus on ylittynyt. Tulvareittien avulla pyritään estämään tulvimista riskikohteiden läheisyydessä ja johtamaan vedet nopeasti pois purkuvesistöön tai turvallisemmalle tulvimisalueelle. Mikäli varsinaisia tulvareitteja ei ole suunniteltu, tulvivat hulevedet löytävät oman, usein ihmistoiminnan ja rakenteiden kannalta vahingollisen tulvareittinsä eteenpäin.

Tulvareitit voivat koostua kaikista edellä kuvatuista hulevesien johtamisjärjestelmistä ja ne voivat vaihdella huomattavasti kooltaan ja tyyppiltään kohteesta riippuen. Esimerkiksi tiiviisti rakennetuilla keskusta-alueilla voidaan joutua turvautumaan suurikokoisiin putki- tai kanavarakenteisiin, kun taas pienemmissä kohteissa tulvareittinä voi toimia esimerkiksi katukiveyksen kouru, viheralueen painanne tai perinteinen reunakivetty ajorata.

Tulvareitit liittyvät hulevesien johtamisjär-

jestelmien lisäksi käytännössä kaikkiin muihinkin hulevesijärjestelmiin. Erityisen suuri tarve tulvareiteille on imeyttävissä ja suodattavissa järjestelmissä sekä hulevesiä käsittelevissä erotinjärjestelmissä, joita ei ole suunniteltu suurille virtaamille. Myös altaiden patorakenteisiin suunniteltavat ylivuotoaukot tai -reitit ovat tyyppiltään tulvareittejä, joiden kautta johdetaan järjestelmän kapasiteetin ylittävät virtaamat.

Tulvareittien tärkein tehtävä on ehkäistä tulvivien hulevesien aiheuttamat vaaratilanteet ja estää riskikohteiden vahingoittuminen erityistilanteissa, joten tulvareittien mitoituksessa ei useinkaan voida ottaa huomioon kaikkia ympäristönäkökohtia. Tästä huolimatta tulvareittien suunnittelussa tulee ottaa huomioon suurien vesimäärien ja virtaamien mukanaan tuomat ongelmat: eroosiohaitat tulvareiteillä ja rantavyöhykkeillä sekä veden laadun heikkeneminen. Tulvavedet voivat syövyttää myös uoman tai rummun vieressä olevaa liikenneväylää niin, että syntyy sortuma

Tulvavesien haittavaikutuksien takia tulvareittien purkamista suoraan vesistöön tulisi välttää. Sen sijaan tulvareittien tulisi mahdollisuuksien mukaan johtaa virtaamia tasaaville tulva-alueille, joilla hulevesien määrää saadaan vähennettyä ja myös laatua parannettua. Tulvareiteilla ja niiden purkupisteissä tulee huolehtia riittävästä eroosiosuojauksesta. Tulvareitteja ja varautumista erityistilanteisiin on käsitelty tarkemmin kohdassa 14.7.

14.3.8 Mitoitus

Huleveden pintajohtamisreitit mitoitetaan avouomavirtauksen mukaisesti käyttäen ns. Manningin kaavaa, jonka avulla selvitetään virtaaman, uoman muodon, pituuskaltevuuden sekä pintamateriaalista johtuvan vastuksen suhde.

$$Q_{mit} = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}}{n}$$

- Q_{mit} = mitoitusvirtaama [m³]
 A = veden poikkipinta-ala [m²]
 R = hydraulinen säde [m]
 I = uoman kaltevuus (h/L)
 n = karkeuskertoimen

Virtausvastusta kuvaavan karkeuskertoimen arvoja on esitetty taulukossa 14-1. Arvot riippuvat lähinnä pinnan karkeudesta, kasvillisuudesta, poikkileikkauksen epäsäännöllisyydestä ja uoman mutkaisuudesta.

Uoman laatu	Karkeuskertoimen
Sora ja hiekka	0,020–0,030
Savi ja siltti	0,025–0,040
Tasainen ruoholuiska	0,040–0,070
Epätasainen ruoholuiska	0,070–0,120
Luonnonuoma, paljon kasvillisuutta	0,080–0,150
Asfalttipinta	0,013–0,016
Betonikouru	0,013–0,018

Taulukko 14-1 Karkeuskertoimen arvoja (Tiehallinto 1993).

Pintajohtamisreitin toimivuuden kannalta vedenjohtokyvyn lisäksi kulutuskestävyydellä on suuri merkitys. Mitä nopeampi on virtaus, sitä suurempi on eroosioriski. Suosituksia erilaatuisten uomien suurimmiksi virtausnopeuksiksi on esitetty taulukossa 14-2.

Maalaji tai verhoustapa	V _{max} [m/s]
Siltti, liejusavi	0.30
Hieno hiekkamaa	0.35
Konsolidoitumaton savimaa, maatunut turve	0.40
Karkea hiekkamaa	0.45
Hieno soramaa	0.60
Raaka turvemaa	0.70
Karkea soramaa	0.80
Konsolidoitunut lihava savimaa	1.15
Tiivis moreenimaa	1.20
Kivikko	1.50
Hyvin juurtunut nurmi	1.80
Betoniverhous	4.00

Taulukko 14-2 Erilaatuisten uomien suurimmat sallitut keskimääräiset vedennopeudet (SYKEra23/2007).

Mitoituslaskelma on tarpeen tehdä merkittäville huleveden johtamisreiteille. Katujen ja pienten valuma-alueiden (pinta-ala alle 1000–2000 m²) hulevesien johtamiseen käytettävien painanteiden muoto ja syvyys eivät yleensä määrydy hydrologisen mitoituksen perusteella. Pienten kanavien ja kivettyjen painanteiden vedenjohtokykyä on kuitenkin tarpeen tarkastella kohteissa, joissa veden pienikään tulviminen ei ole sallittua. Tarkempia mitoitusohjeita ja -esimerkkejä on Tiehallinnon (1993) kuivausohjeissa.

Pintareittien mitoitus voidaan tehdä myös mallinnusohjelmien avulla, jolloin suunnitellun järjestelmän toimivuutta voidaan tarkastella erilaisilla sadetapahtumilla ja virtaamilla sekä määrittellä iteroimalla johtamisreiteille tarvittava mitoitus.

Painanteisiin liittyvät patorakenteet tulee suunnitella siten, että mikäli padotettu vesitilavuus ei poistu imeytymällä maaperään, se purkautuu padossa olevan purkuaukon kautta tai padon läpi suotautumalla viimeistään vuorokauden kuluessa viivytystilan täyttymisestä. Tällä turvataan, että suunniteltu viivytystilavuus on todennäköisesti käytettävissä seuraavan rankkasateen esiintyessä.

14.3.9 Talviolosuhteet

Talviolosuhteilla ei ole merkittävää vaikutusta kourujen ja kivettyjen painanteiden toimintaan. Pakkautunut lumi tai sohjo saattaa aiheuttaa tukkeutumia, jolloin veden johtamiskyky heikkenee. Kourut ja kivipainanteet eivät pidätä vettä, jolloin niihin ei muodostu helposti jääpeitettä kunhan niiden pituuskaltevuus on riittävä (~1 %).

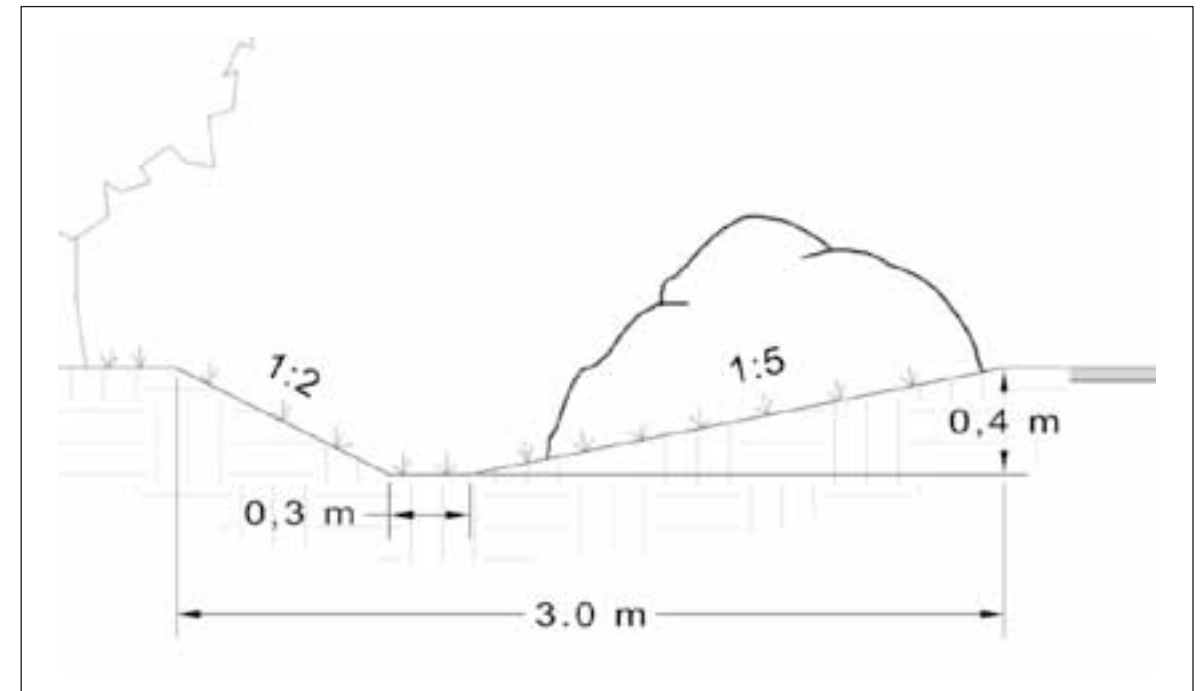
Suuremmat painanteet sijoittuvat yleensä katualueen tai tontin reunaan, jolloin niitä voidaan joutua käyttämään lumitilana talven aikana. Lumitilana käytettävät painanteet tulee suunnitella niin leveiksi, että painanteen pohjalle ei tarvitse läjittää lunta, jolloin virtausreitti säilyy avoimena. Esimerkki painanteesta, jonka kadun puoleinen luiska toimii lumitilana, on esitetty kuvassa 14-39.

Mikäli kadun hulevedet johdetaan suoraan painanteisiin, tulee kadun viereen läjitettävään lumikasoihin jättää aukkoja tasauksen alimpiin kohtiin. Tällöin näihin kohtiin kertyvät vedet pääsevät purkautumaan painanteisiin aiheuttamatta lammikoitumista tai tulvimista kadulla. Laajempien valuma-alueiden hulevesiä joh-

taviin painanteisiin lumen läjitykselle tulee varata oma erillinen tila. Keväällä painanteita tulisi tyhjentää lumesta esimerkiksi kaivinkoneella.

Mikäli painanteilla pyritään myös huleveden imeytymiseen, tulee painanteen pohjamaan olla vedenläpäisykyvyllään riittävä. Imeytettävän vesimäärän varastoimiseksi painanteeseen on tarvittaessa tehtävä massanvaihto, jossa hienojakoinen maa-aines vaihdetaan karkeampaan. Riittävän huokoisella maa-aineksella (vedenläpäisevyyskerroin $k \sim 1 \cdot 10^{-5}$) painanteen pohja ei jäädy umpeen, jolloin imeytymistä tapahtuu myös sulamiskauden alussa. Umpeen jääytymistä voidaan ehkäistä myös salaojituksella. Salaojitus edellyttää purkumahdollisuutta – käytännössä hulevesiviemäriin – sekä sopivaa kaltevuutta.

Kanavien tilantarve suhteessa vedenjohtokykyyn on vähäinen, eikä niitä ole yleensä tarpeen käyttää lumitilana vaan lumitila voidaan varata kanavan viereen. Tonttiliittymien ym. pienten rumpujen minimikaltevuuden tulisi olla 1 % eikä rumpuihin saa padottaa vettä jäätymisongelmien estämiseksi.



Kuva 14-39 Lumitila painanteen sisäluiskassa (FCG).

14.4 Hulevesien viivyttäminen

14.4.1 Yleistä

Määritelmä ja tarkoitus

Huleveden viivytyksen menetelmällä tarkoitetaan rakenteita, joilla hulevesivirtaamaa hidastetaan ja pidätetään. Viivytyksen menetelmien tarkoituksena on varastoida menetelmään johdettava hulevesi tietyksi aikaa ja vapauttaa se

vähitellen tulovirtaaman loppumisen jälkeen. Viivytyksen menetelmät voidaan karkeasti luokitella kosteikkoihin, lammikoihin, painanteisiin sekä rakennettuihin altaisiin ja kaivantoihin. Näistä kosteikoissa, lammikoissa ja altaissa on

14.4.2 Suunnittelussa huomioon otettavaa

- Hulevesikosteikot ja -lammikot edellyttävät riittävän suurta valuma-aluetta, jotta pysyvä vesipinta ja kasvillisuus voidaan säilyttää. Valuma-alueen vähimmäiskoon tulisi olla 10 hehtaaria. Pienempi valuma-alue edellyttää purkautuvaa pohjavettä tai muuta varmistusta riittävälle perusvirtaamalle.
- Kosteikoilla ja lammikoilla voidaan hallita suurten valuma-alueiden sekä poikkeuksellisten sateiden hulevedet. Mitoituksella ei periaatteessa ole ylärajaa.
- Viivytyspainanteet ja kaivannot ja rakennetut altaat on tarkoitettu toteutettavaksi rakennettujen alueiden sisälle, eikä niitä tule mitoittaa käsittelemään poikkeuksellisia vesimääriä.
- Menetelmät, joissa pyritään säilyttämään pysyvä vesipinta, tulisi sijoittaa alueille, joiden maaperän vedenläpäisevyys on heikko tai rakenteen pohja tulee tehdä vettä eristäväksi.
- Kasvillisuus on merkittävä osa kosteikkojen ja lammikoiden toimivuutta. Paljaat alueet ovat eroosiolle herkkiä. Kasvillisuutta tulee tarvittaessa istuttaa ja pohjamaa peittää kasvialustalla.
- Rakennetut altaat edellyttävät enemmän puhtaanapitoa kuin muut viivytyksen menetelmät.

- Tasausaltaiden, -kaivojen tms. rakenteiden käyttö vähentää kiintoaineksen kulkeutumista ja helpottaa siten kunnossapitoa.
- Kaikki menetelmät on varustettava ylivuodolla ja tyhjennysmekanismilla.
- Kosteikkojen ja lammikoiden ylivuotojen suunnitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota, koska vesimäärät ovat suuria.
- Viivytyksen menetelmät tulee sijoittaa sellaisiin paikkoihin, että niiden huolto olisi mahdollisimman helppoa. Kosteikkojen ja lammikoiden luokse on rakennettava huoltotie.
- Maanpäällisten viivytyksen menetelmien suunnittelussa on etenkin rakennetuilla alueille kiinnitettävä erityistä huomiota esteettisyyteen ja yhteensopivuuteen muun rakentamisen kanssa.
- Rakennetun alueen sisällä olevien järjestelmien viivytystilavuus tulisi tyhjäntyä 24 tunnin kuluessa sadetapahtuman jälkeen, jotta järjestelmä olisi käytössä seuraavankin sadetapahtuman aikana. Hulevesilammikoilla ja kosteikoilla, joiden vesitilavuus on suuri, tyhjenemisaika voi olla pidempi – kuitenkin mielellään enintään kaksi vuorokautta.

tyypillisesti pysyvä vesipinta, kun taas painanteet ja kaivannot kuivuvat sadetapahtumien välissä.

Viivytyksen menetelmällä voidaan tehokkaasti pienentää hulevesivirtaamia järjestelmän alapuolisilla purkureiteillä vähentäen näin tulvariskejä ja eroosiota. Hulevesien määrään ja virtaamaan kohdistuvan hallinnan lisäksi viivytyksen menetelmällä pystytään parantamaan hulevesien laatua, kun kiintoaine ja siihen sitoutuneet epäpuhtaudet pääsevät laskeutumaan. Viivytyksen menetelmiin usein liittyvä kasvillisuus lisää puhdistusvaikutusta sitomalla itseensä huleveden kuljettamia ravinteita.

Etenkin kasvillisuutta hyödyntävät viivytyksen menetelmät – esimerkiksi kosteikot ja lammikot – voivat toimia hulevesien hallinnan lisäksi ympäristöä parantavana esteettisenä tekijänä. Erilaiset viivytyksen menetelmät mahdollistavat myös huleveden keräämisen ja varastoinnin hyötykäyttöön esimerkiksi kasteluvodeksi.

Käyttökohteet

Hulevesien viivytyksen menetelmiä voidaan käyttää kaikäntyyppisillä alueilla. Kosteikot ja lammikot soveltuvat laajojen valuma-alueiden hulevesien hallintaan ja ne sijoitetaan yleensä virkistysalueille olemassa olevien oijien tai norojen yhteyteen tai läheisyyteen. Varsinaisten vesistöjen, kuten purojen, muuttamista ja patoamista tulee välttää ja toimenpiteitä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon vesilain vaatimukset. Esimerkiksi eliöiden vapaata kulkua ei saa estää.

Viivytyspainanteet soveltuvat mm. asuinalueille ja niitä voidaan käyttää kiinteistökohtaisina hallintamenetelminä. Rakennetut altaat soveltuvat kaupunkimaisiin kohteisiin, joissa hulevesistä halutaan näyttävä maisemaelementti. Maan alle sijoitettavat säiliöt ja kaivannot soveltuvat taas hyvin tiheästi rakennetuille alueille, missä ei ole tilaa maanpäällisille viivytyksratkaisuille.

14.4.3 Lammikot

Hulevesilammikot ovat hulevesien viivytystä varten rakennettuja pienikokoisia altaita. Lammikoita käytetään tasaamaan ja alentamaan huleveden virtausnopeutta ja vähentämään hulevesien epäpuhtauksia. Lammikon puhdistusteho perustuu laskeutukseen, epäpuhtauksien sitoutumiseen kasvillisuuteen sekä bak-

teerien ja muiden mikro-organismien avulla tapahtuvaan epäpuhtauksien hajottamiseen. Lammikoiden puhdistusteho voi vaihdella keskinkertaisesta hyvään.

Lammikot voivat periaatteessa olla sadetapahtumien välissä pääsin vedestä tyhjeneviä, mutta yleensä lammikolla tarkoitetaan allasta, jossa on pysyvä avovesipintainen alue. Pysyvän vesipinnan yläpuolelle jää tilaa huleveden väliaikaista varastointia varten eli nk. viivytystilavuutta. Pysyvää lammikkoa ympäröivällä viivytystilavuudella on usein runsasta kasvillisuutta. Kasvillisuus parantaa rantojen stabiiliiteetin ja esteettisyyden lisäksi altaiden turvallisuutta, koska pääsy rannalta veteen vaikeutuu. Hulevesilammikot ovat alueellisia hallintarakennelmia, joihin vedet johdetaan laajahkoilta valuma-alueilta keskitetyksi.

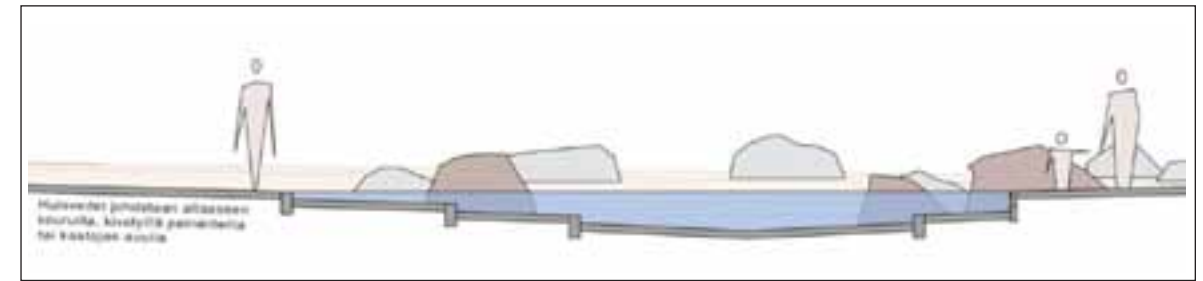
Lammikoiden vesisyvyys on melko suuri. Jotta altaassa säilyisi pysyvä vesipinta myös kuivina kausina, tulisi pysyvän osan keskisyvyyden olla vähintään metri. Lammikon maksimisyyvyyden tulisi olla alle 2,5 metriä, jotta kaivu- ja pengerrytyöt eivät olisi liian massiivisia. Lammikon reunojen tulisi olla kaltevuudeltaan loivia, 1:4–1:5. Lammikon pituuden ja leveyden suhteen tulisi olla vähintään 2:1, puhdistustehon kannalta optimaalinen suhde on tätä suurempi 3:1–4:1.

Lammikon viivytystilavuutta ja purkautuvan veden määrää säädellään padolla ja juoksutusrakenteella. Pato on yleensä tiivistettyä savesta tai moreenista rakennettu ja kivillä verhoiltu pengeri, johon on rakennettu ylivuotoreuna tai penkereen läpäisevä purkupuutki tai purkukaivo. Purkupuutki tai ylivuotoreuna tulee suunnitella siten, että viivytystilavuus tyhjenee viimeistään 1–2 vuorokauden kuluessa täyttymisestä. Säätölevänä rakenteena voi toimia myös kapea rako, jonka korkeus määrittelee vedenpinnan vaihtelun. Pelkkää purkupuutkea käytettäessä putkikoon täytyy tukkeutumisen riskin vähentämiseksi olla riittävän suuri, halkaisijaltaan vähintään 200 mm. Purkukaivon voidaan taas toteuttaa monimutkaisempikin säätömekanismi suojaan säältä ja roskien aiheuttamalta tukkeutumiselta.

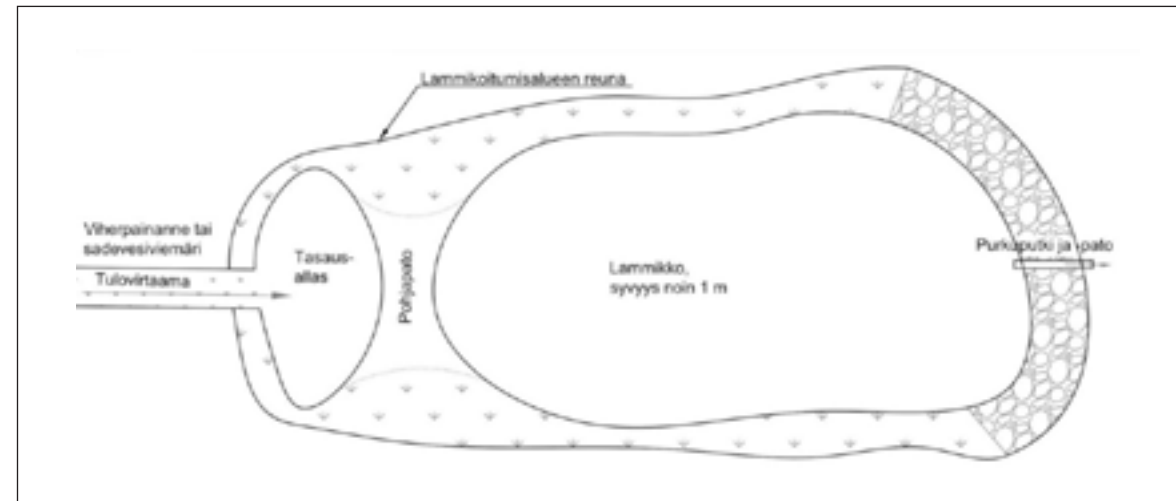
Huollon kannalta lammikon pohjan tasoon on tarpeen rakentaa tyhjennysputki, jolla pysyvän veden alue saadaan tyhjennetyksi. Padon harja on rakennettava siten, että mitoitustilavuuden ylittävä vesimäärä voi purkautua sen yli turvallisesti, tai vaihtoehtoisesti padon ohitse voidaan rakentaa ylivuotoreitti.

Lammikon alkupäähän on suositeltavaa rakentaa esikäsitteilyksi tasausallas suurimpien kiintoainemäärien laskeuttamiseksi. Tällöin varsinaisen altaan liettyminen ja huoltotarve on vähäisempi. Tasausaltaan tilavuuden tulee olla

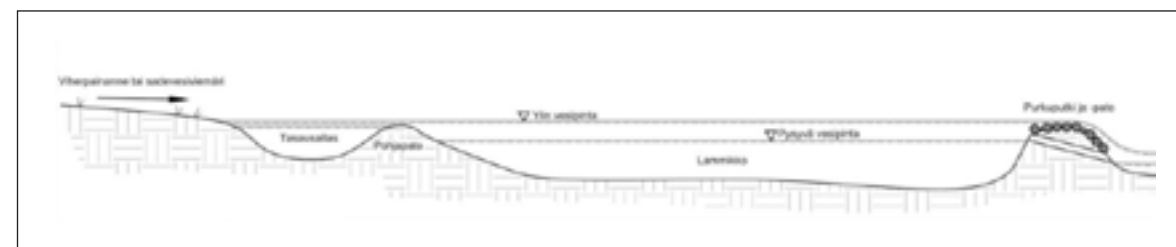
10–15 % lammikon mitoitustilavuudesta ja sen tulee olla tyhjennettävissä kaivinkoneella. Tasausallas erotetaan varsinaisesta lammikosta pohjapadolla. Kuvissa 14-40 ja 14-41 on esimerkki hulevesilammikosta.



Kuva 14-42 Rakennetun altaan poikkileikkausesimerkki (FCG).



Kuva 14-40 Esimerkkipiirros hulevesilammikosta (FCG).



Kuva 14-41 Lammikon pituusleikkausesimerkki (FCG).

14.4.4 Rakennetut altaat

Rakennetut altaat ovat täysin keinotekoisia vesialtaita, joita käytetään hulevesien viivyttämiseen. Altaat voivat olla rakennettuja kivistä tai betonista tai sitten ne voivat olla ulkonäöltään lammikoiden kaltaisia. Altaissa pyritään säilyttämään pysyvä vesipinta eli ne on rakennettava vesitiiviiksi esimerkiksi vuoraamalla pohja vettä läpäisemättömällä muovikalvolla,

savikerroksella bentoniittimatolla (lammikot) tai verhoamalla pohja kivilaatoilla. Vesisyvyys rakennetuissa altaissa on yleensä matala – vain muutamia kymmeniä senttimetrejä – kuten kuvassa 14-42.

Rakennetut altaat tulee varustaa ylivuotoreitillä sekä tyhjennysputkella, jolla allas saadaan tyhjennetyksi huoltoa varten.

14.4.5 Kosteikot

Kosteikko on rakenteeltaan samankaltainen kuin lammikko; suurimpina eroina lammikon verrattuna ovat matala vesisyvyys ja monipuolisempi kasvillisuus. Yleisesti ottaen kosteikolla tarkoitetaan aluetta, joka suuren osan vuodesta on veden peitossa ja muunkin ajan pysyy kosteana. Kosteikkoja käytetään huleveden viivyttämiseen ja puhdistamiseen. Kosteikot puhdistavat vettä fysikaalisen laskeutumisen ja suodattumisen lisäksi myös biologisesti sitomalla liukoista typpeä ja fosforia kasvillisuuteen.

Kosteikoissa on tyypillisesti runsasta vesi- ja kosteikkokasvillisuutta. Kosteikot rakennetaan pinnanmuodoiltaan vaihteleviksi siten, että niihin liittyy avovesipintaisia syvemmän veden alueita, ajoittain veden peittämiä matalia alueita sekä harvoin veden peittämiä korkeita alueita. Vaihtelevuudella turvataan erityyppisten kasvien ja eliöiden elinympäristöt kosteikolla ja saavutetaan mahdollisimman monipuolinen biologinen toiminta. Veden keskisyvyys kosteikoissa on matala, yleensä muutamia kymmeniä senttimetrejä. Kosteikot tulisi sijoittaa olemassa olevien pintavalunnan purkureittien yhteyteen tai maastopainanteisiin, joihin hulevedet voidaan helposti johtaa. Menetelmien sijoittaminen painanteisiin myös vähentää tarvittavia rakennustöitä. Luiskakaltevuuksien tulisi olla kosteikossa ja sen ympärillä loivia, 1:4–1:5. Kosteikot ovat tilaa vaativia eivätkä aina sovi käyttöpuistoihin.

Yksinkertaisimmillaan kosteikko toteutetaan ojan tai noron yhteyteen patoamalla purku-uoma, jolloin vesi nousee rankkasateella perusuoman äyräiden yläpuolelle ja levittäytyy ympäristöön muodostaen tulva-alueen. Kuivana aikana vesi purkautuu padon lävitse purkupaikalle ja vettä on vain kosteikon syvim-

missä osissa.

Purkurakenteet mitoitetaan siten, että kosteikon viivytystilavuus tyhjenee viimeistään kahden vuorokauden kuluttua täyttymisestäään. Erittäin suuren virtaaman aikana tai purkurakenteen tukkeutumisen johdosta vesi purkautuu yli patokynnyksen, joka on tehtävä riittävän vahvaksi, jotta vesi voi purkautua padon rakenteita rikkomatta. Vaihtoehtoisesti padon ohitse voidaan rakentaa ylivuotoreitti.

Kosteikon alkupäähän on suositeltavaa toteuttaa tasausallas, jonka tilavuuden tulee olla 10–15 % kosteikon mitoitustilavuudesta. Se toimii kiintoaineksen laskeutumisalueena ennen varsinaista kosteikkoa. Toinen syvemmän veden alue tulee sijaita kosteikon purkupäädessä, missä se toimii lietetilana. Usein alkuperäinen painanne tai purouoma on niin kapea tai matala, että toimivan kokoisen kosteikon tai lammikon toteuttaminen edellyttää kaivutöitä etenkin syvemmän veden alueen tai lietetilän toteuttamiseksi.

Kosteikon toimivuuden kannalta sen rakenteen tulisi olla sellainen, että vesi jakaantuu tasaisesti koko kosteikon alueelle ja että oikovirtauksia ei esiinny. Kosteikon pituuden ja leveyden suhteen tulisi olla vähintään 2:1, mutta toiminta parantuu suhteen ollessa suurempi, välillä 3:1–4:1. Kosteikon toiminnallista pituutta voidaan lisätä rakentamalla perusuoma mutkittelevaksi ja ohjaamalla virtaamaa penkereillä.

Kosteikoilla voidaan saavuttaa hyviä tuloksia myös liukoisten ravinteiden poistossa kasvukauden aikana, mutta tämä edellyttää pitkää viipymää. Ravinteiden pidättymiseen vaikuttavat lisäksi merkittävästi kosteikon maaperä sekä kosteikkokasvillisuuden tila. Kosteikkojen on monissa tapauksissa havaittu päästä-

vän enemmän ravinteita kuin tuleva vesi sisältää. Nyrkkisääntönä voidaan todeta, että jos kosteikon maaperä on ravinnerikasta ja sinne johdettavan huleveden ravinnepitoisuus ei ole iso, ravinnehuuhtouman mahdollisuus on suuri. Ravinteikas pintamaa tulee siksi ajoittain poistaa.

Rakennettujen kosteikkojen kohdalla tulee ottaa huomioon myös kasvillisuuden kehittymiseen tarvittava aika. Mikäli kosteikko rakennetaan alusta lähtien, kasvillisuuden tulee ehtiä kasvaa ja kypsyä vähintään yhden kas-

vukauden ajan, jotta kosteikko kestävä virtaaman erodoivaa vaikutusta. Valmiiden kasvillisuusmattojen ja eroosiosuojauksen avulla aikaa voidaan lyhentää.

Kosteikkojen ja lammikkojen suunnittelusta, toiminnasta ja mitoituksista on saatavilla kattavasti tietoa mm. Suomen ympäristökeskuksen selvityksistä (Puustinen et al. 2001 ja 2007). Hulevesikasvillisuutta on tarkasteltu varsin yksityiskohtaisesti tämän oppaan osiossa 15 (Hulevesikasvillisuus). Esimerkkejä kosteikoista on kuvissa 14-43 ja 14-44.

14.4.6 Viivytyspainanteet

Viivytyspainanteet ovat ympäristöään alempana olevia alueita, joihin hulevedet voivat lammitua. Ne eivät eroa aiemmin esitetyistä imeytyspainanteista muuten kuin siinä, että viivytyspainanteissa imeytymistä ei pyritä tehostamaan, eli niihin ei rakenneta imeytys- ja varastointikerrosta.

Viivytyspainanteet varustetaan virtaamaa säätelevällä rakenteella, joka tyhjentää viivytystilavuuden enintään muutaman vuorokauden kuluessa täyttymisestään. Tyhjeneminen voi tapahtua esimerkiksi hulevesiviemäriin johdettavalla pienellä purkuputkella tai karkeasta maa-aineksesta tehdyn padon läpi suotautamalla.

Viivytyspainanteet ovat usein kasvillisuuden peittämiä, mutta se ei ole välttämätöntä. Mikäli alueen luonteeseen sopii, ne voivat olla esimerkiksi kiviaineksella verhoiltuja.

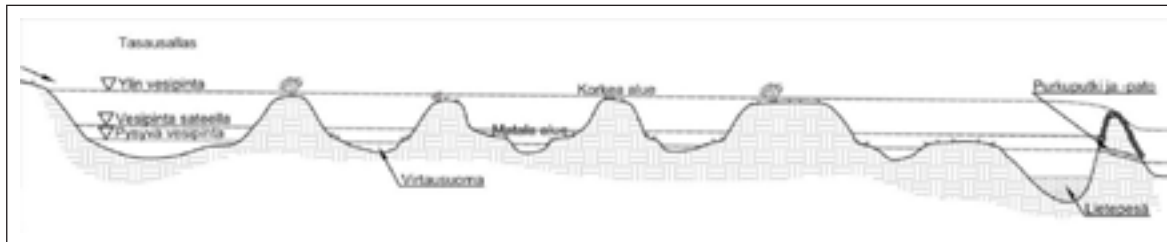
14.4.7 Viivytyaskaivannot

Viivytyaskaivannot ovat maanalaisia hulevesien viivyttämiseen tarkoitettuja rakenteita. Ne soveltuvat kohteisiin, joissa hulevesien viivytyks on tarpeen mutta tilaa maanpäällisille ratkaisuille ei ole. Tyypillisiä käyttökohteita ovat esimerkiksi kaupan suuryksiköiden piha-alueet.

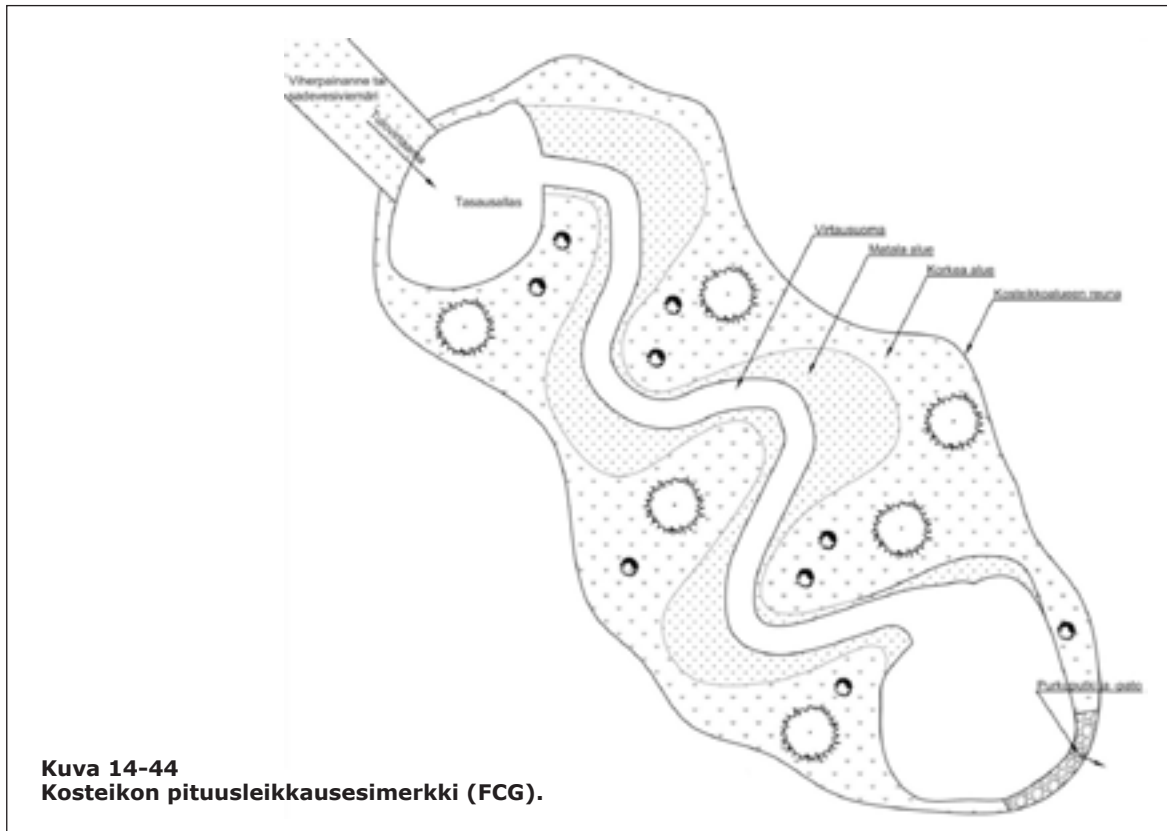
Viivytyaskaivannot ovat rakenteeltaan imeytyaskaivantoihin verrattavia. Koska hulevettä ei pyritä imeyttämään, viivytyaskaivannot on varustettava salaojituksella ja purkuputkella, joilla kaivanto tyhjenetään vedestä. Viivytyaskaivannot ovat osa hulevesiviemäriverkostoa.

Viivytyaskaivantojen yhtenä tyyppinä voidaan pitää maanalaisia viivytyssäiliöitä, jotka ovat esimerkiksi suuria muovi-, betoni- tai teräsputkijärjestelmiä, jotka tasaavat hulevesiviemäriin johdettavaa virtaamaa.

Kuvissa 14-45 – 14-53 on esimerkkejä viivytyratkaisujen rakenteesta ja ulkonäöstä.



Kuva 14-43 Esimerkkipiirros hulevesikosteikosta (FCG).



Kuva 14-44 Kosteikon pituusleikkausesimerkki (FCG).



Kuva 14-45 Rakennettu kosteikko, Hampuri (FCG).



Kuva 14-46 Rakennettu lammikko, Hampuri (FCG).



Kuva 14-47 Rakennettu lammikko asuinalueen keskellä, Hampuri (FCG).



Kuva 14-48 Lammikon reunarakenteita, Minnesota (FCG).



Kuva 14-49 Yksityiskohta lammikosta, tulovirtaaman hajottaja.



Kuva 14-50 Rakennettu lammikko asuinrakennusten vieressä, Hampuri (FCG).



Kuva 14-52 Rakennettu allas, Hannover (FCG).



Kuva 14-51 Rakennettu allas kerrostalon pihalla, Hannover (FCG).



Kuva 14-53 Lammikkomainen allas, Hannover (FCG).

14.4.8 Mitoitus

Maanpäälliset viivytysmenetelmät mitoitetaan siten, että viivytystila on riittävä mitoitusvesimäärän varastoitumiseen. Mitoituksessa on otettava huomioon, että hallintamenetelmän läpi on yleensä päästettävä tietty, esimerkiksi rakentamista edeltäneen tilanteen virtaama.

Menetelmän keskimääräinen pinta-alan tarve saadaan kaavalla:

$$A_L = \frac{V_{mit}}{h_i}$$

A_L = lammikoitumisalueen pinta-ala [m²]
 V_{mit} = mitoitusvesimäärä [m³]
 h_i = keskimääräinen syvyys [m]

Maanalaiset viivytyskaivannot mitoitetaan samoin kuin imeytyskaivannot eli täyttömateriaalin huokostilavuus otetaan huomioon laskelmassa.

Kosteikkojen ja lammikoiden suunnittelussa voidaan käyttää lisäksi seuraavia nyrkkisääntöjä:

- Kosteikon pinta-alan tulee olla 1–2 % valuma-alueen pinta-alasta, jopa 2–4% jos pyritään ravinteiden poistamiseen.
- Lammikon pinta-alan tulisi olla noin 1 % valuma-alueen pinta-alasta, kuitenkin vähintään 0,1–0,2 % prosenttia.
- Optimaalinen lammikon pituuden ja leveyden suhde on 3:1–4:1. Vähimmäisvaatimus 2:1.

Laatikossa 14-1 on altaan mitoituslaskelmaesimerkki. Laskelma perustuu tapauskohtaisiin lähtötilanneoletuksiin, jotka on esitetty laatikossa.

Oletukset: alue 1 ha, jolle sataa 10 mm vettä 10 minuutissa eli 167 l/s/ha. Vettä siis sataa alueelle siis 20 minuutissa 100 m³. Lähtötilanteessa valuntakerroin on 0,1, jolloin alueelta poistuva virtaama on 16,7 l/s eli 10 minuutissa poistuu noin 10 m³.

Mitoitus:Altaan tilavuuden tulisi olla noin 90 m³ (oletuksena että loppu hulevesi, joka ylittää luonnollisen virtaaman) otetaan mitoitusasteella altaaseen. Tämä 90 m³ puretaan altaasta valuma-alueelle sopivassa ajassa pois altaasta. Sopiva aikaa tulee arvioida riskittömän purkupaikan suhteen. – 12 ja 24 tunnin purkuai-ka on joissakin tapauksissa tarpeettoman pitkä; mikä voi vaikeuttaa ylläpitoa jos se edellyttää hankalia, huoltoa vaativia rakenteita ja kasvattaa tukkeutumiseriskiä.

Myös allasrakenteiden suunnittelussa on muistettava ylivuotorakenteet hallituille purkuvirtaamille ja ohjaukset tulvareiteille.

14.4.9 Talviolosuhteet

Viivytysmenetelmät toimivat myös talvella, tosin toimivuutta rajoittaa lumen ja jään viemä osa käsittelytilavuudesta. Mikäli purkurakenteet ovat tukkeutuneet syksyllä roskien tai jäätyneen takia, koko käsittelytilavuus voi olla jäässä, jolloin talviaikaisten sateiden aiheuttama hulevesivirtaama ohittaa rakenteet. Tästä syystä rakenteet tulisi huoltaa ja tarkastaa syksyllä ennen lumen tuloa. Purkurakenteet voidaan myös toteuttaa siten, että kelluvan roskan pääsy purkuaukkoon estetään, mikä ehkäisee jääty-misriskiä.

Rakennetun alueen sisällä sijaitsevia viivytyspainanteita ja altaita ei tulisi käyttää lumen läjittämiseen, jotta niillä pystytään käsittelemään talviaikaisia hulevesiä ja lumen sulamisvesiä. Käytännössä tämä on usein lähes mahdotonta, mistä johtuen täytyy vähintään varmistaa, että menetelmien ylivuotoreitit ovat kunnossa ja kytkeytyvät seuraaviin hallintamenetelmiin tai hulevesiviemäriin.



14.5 Hulevesien käsittely

14.5.1 Taustaa

Hulevesien käsittelyllä tarkoitetaan yleensä hulevesien laadullista hallintaa eli epäpuhtauksien poistamista hulevedestä. Laadullisessakin hallinnassa pitäisi ensisijaisesti pyrkiä vaikuttamaan ongelmaan ennen sen muodostumista. Huleveden laadun hallinnan ja parantamisen lähtökohta on päästölähteiden vähentäminen ja päästöjen ennaltaehkäisy (engl. source control). Tavoitteena on erityisesti läpäisemättömiltä pinnoilta hulevesien mukana huuhtoutuvien epäpuhtauksien vähentäminen, mihin

pyritään mm. katujen siivouksella. Katuja harjaamalla ja pesemällä saadaan roskat, kiintoaine ja näihin kertyneet epäpuhtaudet poistetuksi kadulta hallitusti. Ennaltaehkäisyssä merkittävä tekijä on myös tietoisuuden lisääminen ja ohjeistus esimerkiksi koirien jätösten keräämisen tai lannoittamisen suhteen.

Rakennusaikaiset hulevedet ovat laadultaan usein selvästi huonompia kuin rakentamisen jälkeiset hulevedet. Etenkin kiintoainepitoisuudet ovat rakentamisen aikaisissa hulevesissä

korkeita, koska eroosiolta suojaava kasvukerros on poistettu ja maanpinta tasattu. Esimerkiksi Suomessa on yksittäisessä tutkimuksessa mitattu rakennustöiden aikana 20–60 -kertaisia kiintoainepitoisuuksia ja 5–9 -kertaisia fosforipitoisuuksia keskimääräisiin pitoisuuksiin nähden. esimerkiksi todettu rakennustöiden vaikutus (Kotola & Nurminen, 2003). Kiintoainekuormituksen ehkäisemisessä rakentamisen aikaiset toimenpiteet – etenkin työmaalla (ton-teilla) suoritettavat toimet – ovatkin erityisen tärkeitä.

Muodostuneiden hulevesien laadullisessa käsittelyssä pyritään erottamaan vedestä sen kuljettamia aineksia, esimerkiksi kiintoainetta tai öljyä. Kiintoaineeseen on yleensä sitoutunut suurin osa huleden epäpuhtauksista. Hulevesien käsittelyssä ongelmia aiheutuu huleveden laadun ja eri aineiden pitoisuuksien vaihteluista alueen ominaisuuksien, sateen rankkuuden ja keston ja vuodenaikojen mukaan. Monilla hulevesien hallintamenetelmillä on määrällisen hallinnan lisäksi huleveden laatua parantava vaikutus. Ohessa on kuitenkin esitelty muutamia menetelmiä, jotka on tarkoitettu nimenomaan epäpuhtauksien poistamiseen.

14.5.2 Suodatus

Toimintaperiaate

Suodatuksessa hulevedet johdetaan jonkin väliaineen läpi. Väliaine pidättää vedestä epäpuhtauksia sekä suodatuskerroksen pinnalle että väliaineeseen. Suodatuksella pyritään hulevesien laadun parantamiseen eikä sillä voida vaikuttaa hulevesien kokonaismäärään eikä merkittävästi virtaamiin, vaikka osaan suodattavia järjestelmiä liittyy myös määrälliseen hallintaan tarvittavaa viivytystilavuutta. Yksinkertaisimmat suodatusjärjestelmät ovat kasvillisuutta hyödyntäviä pintavalutuskaistoja tai viherpainanteita, joissa hulevesi suodattuu kasvillisuuden ja kasvukerroksen läpi. Rakennetumpia ratkaisuja ovat esimerkiksi salaojitettut biosuodatusalueet, missä suodatukseen osallistuu sekä pinnan kasvillisuus että alempi suodatuskerros. Kasvillisuuden määrä ja laatu vaikuttavat käsittelyn tehoon. Käytössä on myös täysin rakenteellisia hiekkasuodattimia, joiden toiminta ei juuri eroa esimerkiksi taloustai jätevedenkäsittelyssä käytettävistä suodat-

timista. Myös öljynerotusta voidaan käsitellä osana suodatusta, vaikka järjestelmät poikkeavatkin muista suodatusratkaisuista.

Käyttökohteet

Pelkkää kasvillisuutta hyödyntävät suodatusmenetelmät soveltuvat parhaiten esikäsittelyksi ennen muita hulevesien hallintamenetelmiä, esimerkiksi imeytystä. Varsinaisen suodatuskerroksen omaavat menetelmät ovat riittäviä ja tehokkaita hulevesien laadullisen hallinnan menetelmiä, mutta niiden suunnittelussa tulee varmistaa, että käsiteltävät virtaamat ja vesimäärät eivät ole liian suuria. Valuma-alueiden tulisi olla pienehköjä ja suodatinrakenteen tulisi varustaa jonkinlaisella virtaamaa tasaavalla rakenteella. Koska suodatusmenetelmät eivät johda vettä maaperään, voidaan niitä käyttää myös pohjaviesialueella.

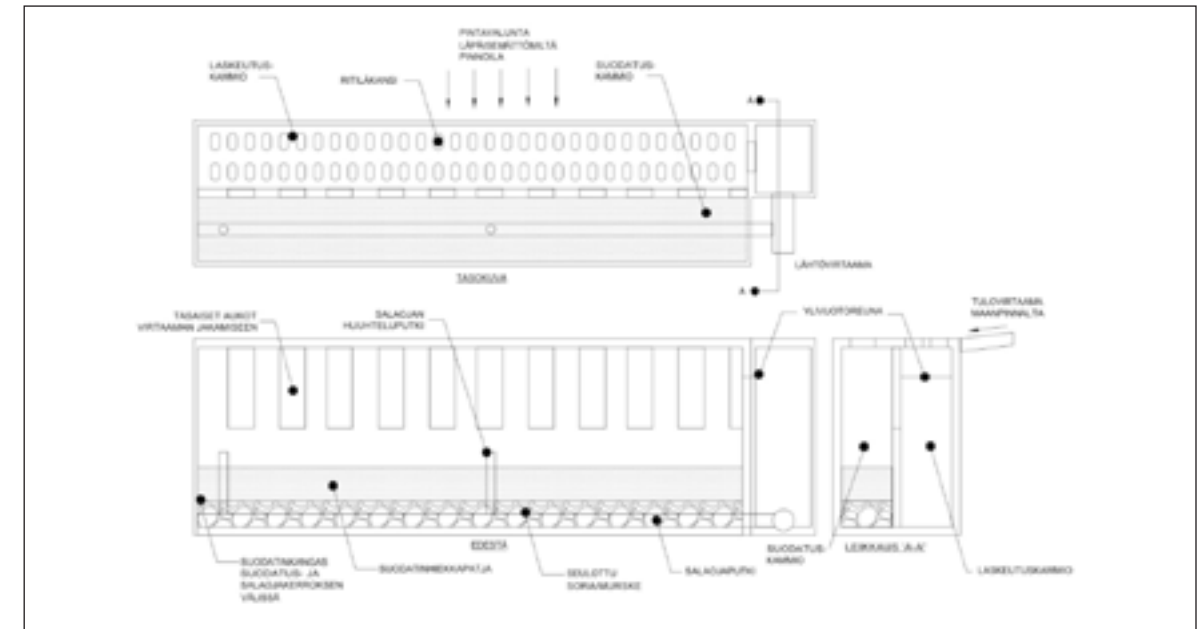
Rakenne

Pelkkää kasvillisuutta hyödyntävien suodattimien rakenne ei merkittävästi poikkea viherpainanteiden rakenteesta, jota on käsitelty yllä kohdassa 14.3.3. Tärkeää on, että pituuskaltevuus on pieni, jolloin myös virtausnopeudet ovat alhaisia ja suodattuminen kasvillisuuden ja pintamaan läpi on mahdollista. Hidastumista ja suodatusta voidaan tehostaa patoamalla. Pintavalutuskaistan tapauksessa tärkeintä on johtaa hulevedet tasaisena, koko vyöhykkeen levyisenä erittäin matalana virtauksena, mikä edellyttää virtaaman hajottamista jakokaivannolla. Hulevesiä johtavat painanteet voidaan myös rakentaa biosuodatusalueen kaltaiseksi, jolloin painanteeseen tehdään erillinen kasvu/suodatuskerros ja sen alle salaojitus.

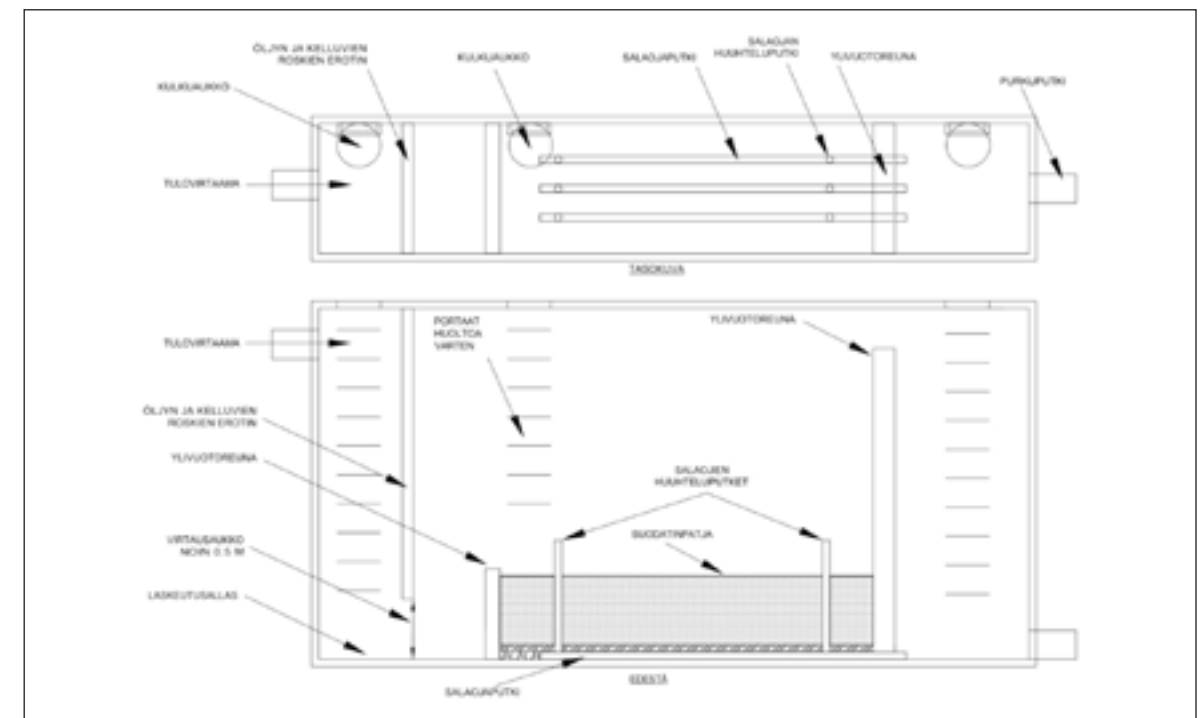
Kasvillisuutta sekä suodatuskerrosta käytävät biosuodatus on rakenteeltaan täsmälleen samanlainen kuin edellä kohdassa 14.2.5 tarkastellut biopidätysalueet, tosin ne on aina varustettu salaojilla. Mikäli imeytymistä ei sallita lainkaan, tulee rakenne erottaa pohjamaasta vedenpitävällä eristeellä.

Rakenteelliset hiekkasuodattimet ovat yleensä betonista rakennettuja ja jakaantuvat tulokammioon ja suodatuskammioon. Tulokammiossa on pysyvästi vettä ja sen tarkoituksena on tasata tulovirtaamaa ja laskeuttaa siitä suurimmat epäpuhtaudet. Tulokammiossa vedet ohjataan suodattimelle, joka on yleensä hiekkapatja, jonka alapuolella on salaojaker-

ros. Järjestelmä on aina varustettu ylivuodolla. Hiekkasuodattimien rakennetta on havainnollistettu kuvissa 14-54 ja 14-55.



Kuva 14-54 Pintavalutusta vastaanottava hiekkasuodatin (Minnesota Stormwater Manual).



Kuva 14-55 Maanalainen, hulevesiviemäriin kytketty hiekkasuodatin (Minnesota Stormwater Manual).

Mitoitus

Suodattavien painanteiden mitoituksessa käytetään samoja perusteita kuin hulevesiä johtavien ja imeyttävien painanteidenkin mitoituksessa. Näitä perusteita on käsitelty edellä.

Hiekkasuodattimien mitoitusta tehdään seuraavalla kaavalla:

$$A = \frac{V * h_s}{k * (h_s + h_v) * t}$$

- A = suodattimen pinta-ala [m²]
 V = mitoitusvesimäärä [m³]
 h_s = suodatinkerroksen paksuus [m]
 h_v = keskimääräinen vedenkorkeus suodattimen päällä (h_{max/2}) [m]
 k = suodatinmateriaalin vedenläpäisevyyskerroin [m/s]
 t = tyhjenemisaika [s]

Hiekkasuodattimen esikäsittelynä käytettävän laskeutusaltaan tai -kammion tulisi olla tilavuudeltaan noin 50 % mitoitusvesimäärästä ja syvyydeltään vähintään yksi metri.

Talviolosuhteet

Talviolosuhteiden vaikutukset suodatukseen ovat vähäisemmät kuin imeytysmenetelmiin, sillä suodatuksessa rakenteen kuivuminen on varmistettu salaojituksella.

Suunnittelussa huomioon otettavaa

- Suodattavat menetelmät tulisi tehdä hajautetusti, jolloin yhden menetelmän valuma-alue ja mitoitusvesimäärä eivät kasva liian suureksi.
- Yksittäisen suodattimen valuma-alueen tulisi olla enintään 2 hehtaaria, suositeltava valuma-alueen koko on alle yksi hehtaari.
- Suodattimena toimivan biopidätysalueen valuma-alueen koko voi olla suurempi, mutta ylärajana voidaan pitää neljää hehtaaria.
- Maaperän vedenläpäisykyvyllä ei ole vaatimuksia jos järjestelmän ei ole tarkoitus imeyttää osaa vedestä.
- Suodatus soveltuu pohjavesialueille ja pohjavesiä pilaavia haitta-aineita sisältävien hulevesien käsittelyyn jos rakenne on vesitiiviisti eristetty ympäröivästä maaperästä.
- Hiekkasuodatus vaatii aina esikäsittelyn suodattimen tukkivan kiintoaineksen poistamiseksi.
- Hiekkasuodattimet suositellaan toteutettavaksi siten, että mitoituksen ylittävät virtaamat voidaan ohjata järjestelmän ohi esikäsittelyn ja suodatinpatjan huuhtoutumisen estämiseksi.
- Suodatusjärjestelmän tyhjenemisajan tulee olla enintään 48 tuntia.
- Suodatusmenetelmät tulee toteuttaa muun rakentamisen loppuvaiheessa ja ne tulee suojata rakentamisen aikaiselta kiintoainekuormitukselta.

14.5.3 Öljynerotus

Öljynerottimet ovat yleensä tehdasvalmisteisia hulevesiviemärijärjestelmään kytkettyjä säiliöitä, joiden läpi käsiteltävät hulevedet johdetaan. Säiliössä vesi virtaa öljyä puoleensa vetävien koalisattorien läpi, joiden pinnalle öljypisarat tarttuvat. Öljypisarat liittyvät toisiinsa, jolloin ne erottuvat vesifaasista ja nousevat säiliössä olevan veden pinnalle.

Ympäristönsuojelun kannalta merkittäviä alueilla on usein tarpeen käyttää ns. suora erotinjärjestelmää, joka käsittelee kaikki järjestelmän läpi kulkevat hulevedet. Normaaliosuhteissa erotinjärjestelmän pääomakustannuksia ja tilantarvetta on kuitenkin mahdollista vähentää käyttämällä öljynerotuksen yhteydessä ns. ohivirtausjärjestelmää. Ohivirtausjärjestelmän tarkoituksena on johtaa sateen aiheuttamat huippuvirtaamat erotinjärjestelmän ohi estäen näin erottimeen kertyneen öljyn ja kiintoaineen huuhtoutumisen hulevesiviemäriin. Ohivirtausjärjestelmän avulla voidaan käsitellä noin 95 % vuotuisesta sademäärästä. Menettely perustuu ns. first flush-ilmiöön, jonka mukaan suurin osa huleveden kuljettamista epäpuhtauksista huuhtoutuu jo sateen alkuvaiheessa ennen virtaamahuippua. Viimeaikaisissa tutkimuksissa (Sillanpää et. al) on kuitenkin todettu, että esimerkiksi metallien

osalta pitoisuudet voivat olla samaa tasoa koko sadetapahtuman ajan. Tästä huolimatta ohivirtausjärjestelmän käyttöä voidaan pitää perusteltuna ainakin vähemmän herkissä kohteissa, koska tällöin öljyn- ja hiekanerottimien koko ja kustannukset pysyvät maltillisina.

Täydelliseen öljynerotinjärjestelmään kuuluu itse öljynerottimen lisäksi hiekan-/lietteenerotin sekä näytteenottokaivo. Hiekan-/lietteenerotus ennen öljynerotinta on aina tarpeen järjestelmän toimintavarmuuden kannalta. Käytettäessä ohivirtausmenetelmällä varustettua öljynerotusjärjestelmää, varustetaan se lisäksi virtauksensäätökaivolla. Öljynerottimen lähtöpuoli ei saa padottaa. Padotustilanteessa erottimen yläosaan joutuu vettä ja tällöin erottunut öljy virtaa pois huleveden mukana, kun padotustilanne päättyy.

Öljynerottimen mitoituksessa tulee ottaa huomioon erottimeen tulevan huleveden virtaama, öljyn tiheys sekä öljyn erottumiseen vaikuttavien kiinto- ja haitta-aineiden olemassaolo. Markkinoilla olevat öljynerotinmallit nimetään usein niiden nimelliskoon (NS) mukaisesti, mikä samalla vastaa myös erottimen maksimivirtaamaa. Öljynerotinjärjestelmän nimelliskoko sadevesille määritetään alla olevan taulukon 14-3 mukaisesti.

Taulukko 14-3 Öljynerottimen mitoitus.

Öljynerottimen nimelliskoko sadevesille			
NS = Q_r * f_d			
Q _r = mitoitusvirtaama			
f _d = öljyn tiheyskerroin			
Öljyn tiheys g/cm ³	0,85	>0,85-0,9	>0,9-0,95
Tiheyskerroin (I-luokan erotin)	1	1,5	2
Tiheyskerroin (II-luokan erotin)	1	1,5	2

Taulukko 14-4 Öljynerottimien käyttöluokat.

Luokka	Lähtevän veden öljypitoisuus	Tyypilliset käyttökohteet
I-luokka	max 5 mg/l	- autopesulat - sadevedet, joita ei johdeta jätevedenpuhdistamolle
II-luokka	100 mg/l	- mittari- ja täyttökentät - korjaamot ja romuttamot - parkkipaikat ja -hallit

Suomessa yleisesti käytössä olevilta öljynerottimilta vaadittavista ominaisuuksista on säädetty tarkemmin eurooppalaisessa standardissa EN 858-2 sekä Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D1.

Standardin (EN 858-2) mukaisesti öljynerottimet jaetaan kahteen käyttöluokkaan erotinjärjestelmästä lähtevän veden öljypitoisuuden mukaan. Käyttöluokat on esitetty taulukossa 14-4.

Öljynerottimen toimintaperiaatetta sekä järjestelmäkokonaisuutta on havainnollistettu kuvissa 14-56 ja 14-57.

14.6 Hulevesiviemäriverkosto

14.6.1 Viemäröinnin tehtävät

Hulevesien kokoaminen ja johtaminen

Hulevesiviemäröinnin ensisijaisena tehtävänä on koota ja johtaa pois katu-, tie- ja pihalueilla sekä rakennusten katoilla muodostuvat hulevedet. Hulevesiviemäröinnillä on tavoiteltu nopeaa pintojen kuivatusta ja vesien pois johtamista esteettisistä ja alueiden käyttöön liittyvistä syistä. Maankäytön tiivistyessä vanhoja avo-ojiin perustuneita kuivatusratkaisuja on korvattu yhä suuremmassa määrin maanalaisilla hulevesiviemäreillä, millä on pyritty katutilan siistimiseen ja hyötypinta-alan kasvattamiseen. Tästä näkökulmasta hulevesiviemäröinnin käyttö onkin perusteltua ja monin paikoin ainoa vaihtoehto hulevesien hallitulle johtamiselle etenkin tiiviisti rakennetussa kaupunkiympäristössä. Hulevesiviemäröinnin käyttö on yleistä myös taajamissa ja esikaupunkialueilla, missä hulevesiviemäröinnin ja avo-ojien käyttö on usein rinnakkaista. Katutyypeittäin voidaan yleistää, että kaksiajorataisiin ja reunakivillä varustettuihin katuihin rakennetaan hulevesiviemäröinti samoin kuin katutilaltaan kapeille kaduille.

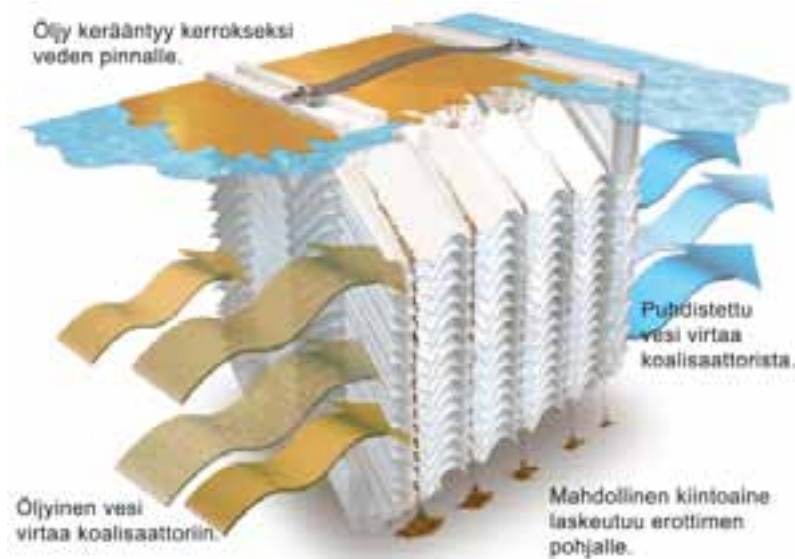
Hulevesiviemäröinti pyritään järjestämään painovoimaisesti luonnollisia valumareittejä mukailien ja luonnolliset valuma-alueajat huomioon ottaen. Vaikka luonnollisia valumareittejä noudatettaisiin, hydrologisen kierron kannalta viemäröinti on kaukana luonnollisesta menetelmästä. Viemäröinti ei mahdollista hulevesien imeytymistä maaperään, minkä lisäksi se johtaa hulevedet liian nopeasti ja käsittelemättöminä purkuvesiin. Tämä aiheuttaa suuria virtaamavaihteluita, rantavyöhykkeen eroosiota ja heikentää vesien tilaa. Erilaisin hulevesien hallintamenetelmien hulevesiviemäröinnin mitoitus voidaan pienentää, tulvimisherkkyttä vähentää ja purkuvesistön kuormitusta vähentää. Uusista hulevesien hallintamenetelmistä huolimatta maanalaisia putkijärjestelmiä tarvitaan edelleen osana hulevesien hallinnan kokonaisratkaisua.

Salaojavesien johtaminen

Toinen merkittävä hulevesiviemäröinnin tehtävä on rakenteiden kuivatuksessa muodostuvien salaojavesien johtaminen. Suomen ilmastosta ja maaperäolosuhteista, missä rakenteiden kastumisen ja roudan aiheuttamat ongelmat ovat suuria, rakenteellisen kuivatuksen merkitys korostuu. Tällöin hulevesiviemärillä on etuja pintakuivatusjärjestelmiin verrattuna, koska vain harvoin salaojat pystytään purkamaan maastoon tai hulevesipainanteeseen toimintavarmasti. Sitä vastoin hulevesiviemäri on yleensä sopivalla syvyydellä tarvittavaan kuivatustasoon nähden. Salaojien kytkeminen hulevesiviemäriin takaa näin ollen varmemman purkureitin salaojavesille, mutta aiheuttaa myös ongelman: hulevesiviemäriverkoston tulviminen on sallittua mitoituksen ylittävillä saateilla, kun taas rakenteellisen kuivatuksen tulisi toimia aina. Hulevesiviemäriverkoston tulviesä paluuvirtaus salaojia pitkin rakenteisiin on estetty kiinteistökohtaisilla takaiskuventtiileillä, jotka saattavat kuitenkin vanhemmiten lakata toimimasta. Kiinteistön omistajan vastuu tontilla tapahtuvasta hulevesien johtamisesta ja järjestelmien kunnossapidosta korostuu näissä tapauksissa.

Ihannetilanteessa salaoja- ja perusvesien johtamiselle olisi omat putkensa, jonne ei johdettaisi hulevesiä lainkaan. Tällöin perusvesijärjestelmän tulviminen olisi käytännössä mahdotonta eikä olisi riskiä rakenteiden kastumisesta. Jos ja kun hulevesien hallinnassa ja johtamisessa siirrytään kohti avoimia kuivatusjärjestelmiä, tulee hulevesiviemäröinnin tai täysin eriytetyn perus- ja salaojavesien johtamisen putkijärjestelmän tarpeellisuus pitää mielessä.

Hulevesiviemäröinnistä ja rakenteellisesta kuivatuksesta löytyy tarkkaa tietoa ja ohjeistusta mm. seuraavista oppaista: InfraRyl 2006, Katu 90, Tiehallinnon ohjeet (1993) sekä Pohjarakennus (RIL 95). Kolmessa ensin mainituksa on käsitelty yksityiskohtaisesti myös liikennealueiden suunnittelussa huomioon otettavia pintavesien hallintaan ja kuivatukseen liittyviä kysymyksiä.



Kuvan lähde: Wavin-Labko Oy

Kuva 14-56 Öljynerottimen koalisattorin toimintaperiaate (Wavin-Labko Oy).



Kuvan lähde: Wavin-Labko Oy

Kuva 14-57 Esimerkki Öljynerotinjärjestelmästä osana muuta hulevesiverkostoa (Wavin-Labko Oy).

14.6.2 Viemäröintijärjestelmät

Viemäröintijärjestelmät voidaan jakaa kahteen pääryhmään: erillisviemäröintiin ja sekaviemäröintiin. Erillisviemäröinnissä hulevedet sekä rakenteiden kuivatusvedet johdetaan omassa putkistossaan erillään jätevesistä. Sekaviemäröinnissä hule- ja kuivatusvedet johdetaan jätevesien kanssa yhteisissä putkistoissa.

Toinen luokitteluperuste on hulevesiviemärien jako putki- ja avoviemäreihin. Putkiviemärit muodostuvat maanalaisista putkista, kaivoista ja näihin liittyvistä laitteista. Avoviemärit ovat sen sijaan maanpäällisiä, avonaisia kanavia kuten avo-oja. Viemäröintiverkostot voivat sisältää sekä putki- että avoviemäreitä, mutta seuraavassa keskitytään putkiviemäreistä muodostuviin verkostoihin. Huleveden avoviemäreitä, jotka Suomen olosuhteissa ovat pääasiassa avo-oja, on käsitelty yllä kohdassa 14.3.

Erillisviemäröinti

Pääsääntöisesti Suomessa käytetään erillisviemäröintiä, jossa hulevedet ja rakenteiden kuivatusvedet johdetaan erillään jätevesistä. Uusille alueille rakennetaan kadunrakennuksen yhteydessä lähes poikkeuksetta hulevesiviemäröinti. Myös katujen tai putkistojen saneerauskohteissa hulevesiviemäröinti rakennetaan usein jälkikäteen. Erillisen hulevesiviemärin seurauksena erillisviemäröinti on yleisesti kalliimpi toteuttaa kuin sekaviemäröinti. Ympäristönsuojelullisista syistä erillisviemäröinti on kuitenkin merkittävästi parempi ratkaisu. Erillisviemäriverkon rakennetta tontin rajalta aina verkoston purkupisteeseen on kuvattu seuraavassa.

Sekaviemäröinti

Ensimmäiset Suomeen rakennetut viemäröintijärjestelmät olivat periaatteeltaan sekaviemäreitä. Uusia sekaviemäreitä ei Suomessa enää käytännössä rakenneta, mutta vanhoissa kaupunkikeskustoissa on edelleen vanhoja sekaviemäröityjä alueita. Aikana, jolloin jätevedenpuhdistamoita ei vielä ollut, erillisviemäröinnille ei ollut nykyisen kaltaista tarvetta.

Sekaviemäröinnin ongelmana on, että rankasateiden tai kevätylivalunnan aikana suuret hulevesimäärät voivat aiheuttaa verkoston

kapasiteetin ylittymisen, koska verkostoja ei ole mitoitettu tällaisiin tilanteisiin. Kapasiteetin ylittyessä sekaviemäriverkkoihin rakennetut tulvakynnykset päästävät ylimääräiset viemäriverdet tarkoituksella suoraan maastoon tai vesistöön, jotta vedet eivät tulvisi kaduille ja rakennuksiin. Tulvivat sekaviemärit voivat aiheuttaa myös huomattavia vahinkoja rakennuksille sekä hajuhaittoja.

Tulvariskin ja tulvimisen aiheuttamien haittojen takia sekaviemäröinnistä pitäisi yleisesti ottaen pyrkiä eroon. Tämä on kuitenkin kustannusten ja rakennustöiden vaikeuden takia haastavaa vanhoilla keskusta-alueilla. Laajojen saneerausten yhteydessä siirtymistä erillisviemäröintiin tulee kuitenkin harkita.

14.6.3 Verkoston rakenne

Hulevesiviemäriverkoston katsotaan alkavan kiinteistön tarkastuskaivosta ja päättyvän pisteeseen, jossa verkosto purkaa vedet purkuvesiin tai valittuun purkupisteeseen maastossa. Verkoston purkupisteenä voi toimia esimerkiksi maastonpainanne, avo-oja tai noro, puro, joki tai järvi. Viemäriverkosto muodostuu pääasiassa erilaisista kaivoista ja viemäriputkista, joiden lisäksi siihen kuuluu erilaisia laitteita: venttiilejä, ylivuotorakenteita, pumppamoita ja muita erikoisrakenteita. Verkoston materiaaleja, rakenteita ja laitteita on kuvattu yksityiskohtaisemmin jäljempänä. Hulevesiviemäreitä ja laitteita sijoitetaan myös kiinteistöjen alueelle, mutta ne ovat osa tonteilla tapahtuvaa kuivatusta ja hulevesien johtamista, jota käsitellään tämän oppaan osioissa 18–20.

Verkostoon kuuluvat viemäriputket voidaan luokitella hierarkkisesti yhdys- eli viiksijohtoihin ja tontti-, kokooja-, pää- ja runkoviemäreihin, joista runkoviemäri on putkikooltaan ja yläpuoliselta viemäröintialueeltaan suurin. Runko- ja pääviiemärit sijoitetaan yleensä pääkaduille ja vastaavasti kokooja- ja tonttieviiemärit katuhierarkian mukaisesti kokoojakaduille ja tonttikaduille. Putket yhdistetään toisiinsa kaivoilla, jotka voidaan luokitella hulevesikaivoihin, tarkastuskaivoihin ja näitä pienempiin tarkastusputkiin. Hulevesikaivot voivat olla tyypiltään perinteisiä ritiläkannellisia kaivoja tai reunakiveyksen yhteyteen sijoitettavia kita-kaivoja. Hulevesikaivot yhdistetään verkoston

tarkastuskaivoihin yhdys- eli viiksijohdoilla. Tarkastuskaivot palvelevat putkiston kunnossapitoa ja ne on varustettu tyypillisesti umpikansilla.

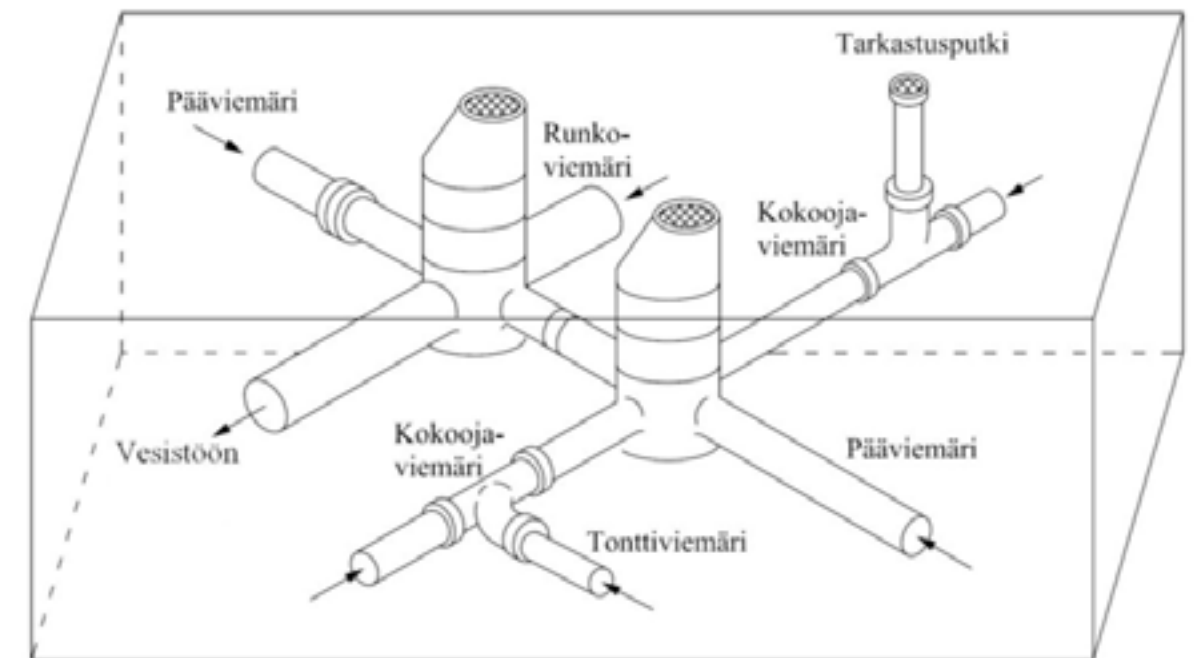
Hulevesikaivot sijoitetaan yleensä maaston tai kadun tasauksen alimpiin kohtiin ja niiden tehtävänä on johtaa pintavalunta maan alle hulevesiviemäriverkkoon. Hulevesikaivo voidaan kuitenkin sijoittaa yleemmäksi silloin, kun sen lähelle toteutetaan imeytys- tai suodatusalue, josta on salaojakuivatus hulevesiviemäriin ja kaivo toimii ylivuotona.

Hulevesikaivojen sijoittaminen suoraan viemäriin on yksinkertaisinta ja niin voidaan toimia kokooja- ja tonttieviiemäreissä, joissa kaivon yläpuolinen viemäröintialue on kooltaan pieni. Pää- ja runkoviemäreiden hulevesikaivot on usein syytä sijoittaa viemäriin erilleen ja yhdistää niin sanotulla viiksiputkella viemäriin tarkastuskaivoon, jotta hulevesikaivon mahdollinen tukkeutuminen ei johtaisi koko viemäriin tukkeutumiseen. Yleisen nyrkkisäännön mukaan yhtä hulevesikaivoa

kohti tulee olla enintään 500–800 m² päällystettyä pintaa. Tarkastuskaivot sijoitetaan kaikkiin viemäriin pysty- ja vaakataitteisiin, alusrakenteen oleellisiin muutoskohtiin ja joka tapauksessa vähintään 50–80 metrin välein. Tarkastuskaivojen välillä viemäri rakennetaan suoraksi, mikä helpottaa putkien kunnan valvontaa ja ylläpitoa.

Kiinteistöjen kattovedet ja rakenteiden kuivatuksesta syntyvät salaojavedet voidaan kerätä tontin sisäisen hulevesiviemäröinnin kautta tontilla sijaitsevaan tarkastuskaivoon. Se yhdistetään katualueella sijaitsevasta hulevesiviemäriverkosta osoitettuun hulevesi- tai tarkastuskaivoon (hulevesiviemärin liitoskohta). Paluuvirtaus hulevesiviemäriverkosta salaojia pitkin rakenteisiin on estetty kiinteistökohtaisilla takaiskuventtiileillä, jotka sijaitsevat yleensä tontilla tarkastuskaivon läheisyydessä.

Hulevesiviemäriverkon rakennetta tontin tarkastuskaivolta viemäriverkon purkupisteeseen on havainnollistettu alla kuvassa 14-58.



Kuva 14-58 Hulevesiviemäriverkoston rakenne tontilta vesistöön (FCG).

14.6.4 Mitoitus

Hulevesiviemäri on tarkoitettu veden johtamiseen, jolloin mitoitusperusteena on sateen aiheuttama hulevesivirtaama valitulla toistuvuudella. Hulevesiviemäri suunnitellaan siten, että se pystyy johtamaan ilman padotusta valitun mitoitusilanteen aiheuttaman virtaaman, mikä yleensä on 1/2a...1/10a toistuvuudella esiintyvän sateen aiheuttama. Hulevesiviemäröinnin mitoitusta on käsitelty tarkemmin tämän oppaan osiossa 15 Hulevesiviemäreiden mitoitus.

14.6.5 Materiaalit, rakenteet ja laitteet

Putket ja yhteen

Hulevesiviemärit tehdään suunnitelmien mukaisesti käyttäen uusia laadultaan hyviä ja jatkuvan laadunvalvonnan piirissä olevilta valmistajilta hankittuja putkia, yhteyksiä ja osia. Kaikissa putkissa tulee olla niitä koskevan standardin mukaiset merkinnät. Hulevesiverkostot rakennetaan samoilla vaatimuksilla kuin jätevesiviemärit, niin tiiveydeltään kuin muiltakin vaatimuksiltaan, sillä niiden tulee olla tiiviitä muun muassa johdettaessa pohjavesialueilta likaisia tai suolapitoisia vesiä. Hulevesiviemäreitä voidaan joskus tarvita tilapäisesti myös jätevesien johtamiseen. Materiaaleista ja työohjeista löytyy lisätietoa InfraRyl 2006:sta.

Viettoviemäreissä voidaan käyttää voimassa olevien standardien mukaisia polyvinyylikloridiputkia (PVC-putkia), polyeteeniputkia (PE-putkia), polypropeeniputkia (PP-putkia) ja näiden yhteyksiä sekä voimassa olevien normien (Betoni-putkinormit 2001) mukaisia betoniputkia ja niiden liitososia.

Paineviemäreissä voidaan käyttää muoviputkia ja valurautaputkia sekä matalapaineisissa viemäreissä ja erityisolosuhteissa myös betoniputkia. Muoviputkina tulevat kysymykseen voimassa olevien standardien mukaiset polyvinyylikloridiputket (PVC-putket; EN ISO 1452), polyeteeniputket (PE-, PEH- ja PEM-putket; EN 12201) ja polypropeeniputket (PP-putket) sekä näiden yhteyksiä. Paineiskujen ja alipaineen takia putkien paineluokan tulee olla PN 10, vaikka staattinen nostokorkeus olisikin huomattavasti

alempi. Alipaine voi myös irrottaa PVC-salkojen kumitiivisteet putken sisälle, mikäli asennusta ei ole tehty oikein.

Paineviemäreissä käytettävien valurautaputkien tulee olla pallografiittivalurautaputkia (SG-valurautaputkia), jotka täyttävät voimassa olevan standardin vaatimukset. Ulkopuolisen pintakäsittelyn vähimmäisvaatimuksena on tehtaalla suoritettu sinkitys ja kuumabitumikäsittely. Sisäpuolinen pintakäsittely määritellään suunnitelmassa. Valurautaputkien muotokappaleina käytetään valmistajan suosittelemia tehdasvalmisteisia putkiyhteyksiä tai suunnitelman mukaisesti tehtyjä osia. Materiaalin ja pintakäsittelyn tulee yleensä olla sama kuin putkilla. Sellaisia putkia, joiden laatuvaatimuksia ei ole määritelty standardissa tai normeissa, käytetään vain erikseen sovittaessa suunnitelman ja putkien valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Salaojaputket ovat oleellinen osa hulevesiverkoston perustuvaa alueellista kuivatusjärjestelmää. Salaojissa käytetään standardien mukaisia PVC-, PP- ja PE-putkia ja niiden yhteyksiä.

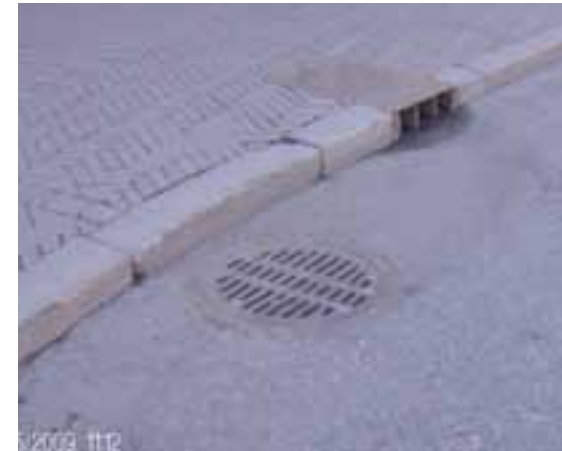
Pinnoitetun kierresaumatun teräspuutken käyttö osana hulevesiverkostoa voi tulla kysymykseen varsinkin suurilla putkikokoluokilla.

Kaivot

Tavallisesti tarkastuskaivot rakennetaan erikseen umpikannellisena ja pohjat muotoiltuina. Hulevedet kerätään erillisillä syöksy- eli hulevesi- eli ritiläkaivoilla, joissa on yleensä sak- kapesät. Niihin liitetään myös kadun salaojat. Ritiläkaivot voidaan varustaa tarvittaessa ns hajulukolla, jonka tehtävänä on estää öljyn, lehtien ja muiden roskien pääsy hulevesiverkoston ylläpidon helpottamiseksi. Hajulukko on sekavesiviemäriin liitettäessä pakollinen.

Ritiläkaivon sijasta voidaan käyttää kitakaivoa, johon kadun kuivatusvedet ohjautuvat reunakivessä olevan aukon kautta. Kitakaivon tukkeutumisherkkyys on pienempi kuin ritiläkaivon. Hulevesien johtaminen kadulta viemäriin voidaan tukkeutumisaltiltiissa kohdassa varmistaa kitakaivon avulla kuten kuvassa 14-59.

Betonikaivojen rakentamisessa käytetään voimassa olevien betoniputkinormien mukaisia tehdasvalmisteisia pohjaelementtejä, kaivo-



Kuva 14-59 Ritiläkaivon toiminta on varmistettu tukkeutumisaltiltiissa kohdassa kitakaivolla (Pekka Laakkonen).



Kuva 14-60 Betonisen tarkastuskaivon pohjan muotoilu (Pekka Laakkonen).

renkaita ja korotusrenkaita. Kansistojen tyyppi ja kuormituskestävyys määritellään suunnitelmassa käyttökohteen mukaan.

Muovisina tarkastuskaivoina käytetään tehdasvalmisteisia, standardin EN 13598-2 (varsinaiset jätevesikaivot) ja NPG PS 115 (hulevesikaivot) mukaisesti tehtyjä kaivoja, joiden kansistojen tyyppi ja kuormituskestävyys määritellään suunnitelmissa.

Käytön kannalta parhaita kansistoja ovat ns. säädettävät kansistot, joiden säätötarkkuus päällystystöiden osalta on paras. Kannen kehys on säädettävissä tarkasti ympäröivään kadun pintaan nähden. Korokerengasratkaisuissa kansi joudutaan yleensä säätämään lähimpään sopivaan korkeuteen, jolloin ympäröivän kadun pintaan nähden saattaa jäädä kuoppa. Aikaa myöten liikenteen dynaaminen kuormitus aiheuttaa helposti ns. kolisevia kansia tarkastus- ja ritiläkaivoissa.

Hulevesiverkon tarkastusaivojen pohjan oikealla muotoilulla voidaan vähentää käyttöhäiriöitä Kuvassa 14-60 on esimerkki betonisen kaivon pohjan onnistuneesta muotoilusta.

14.6.6 Pumppaamot

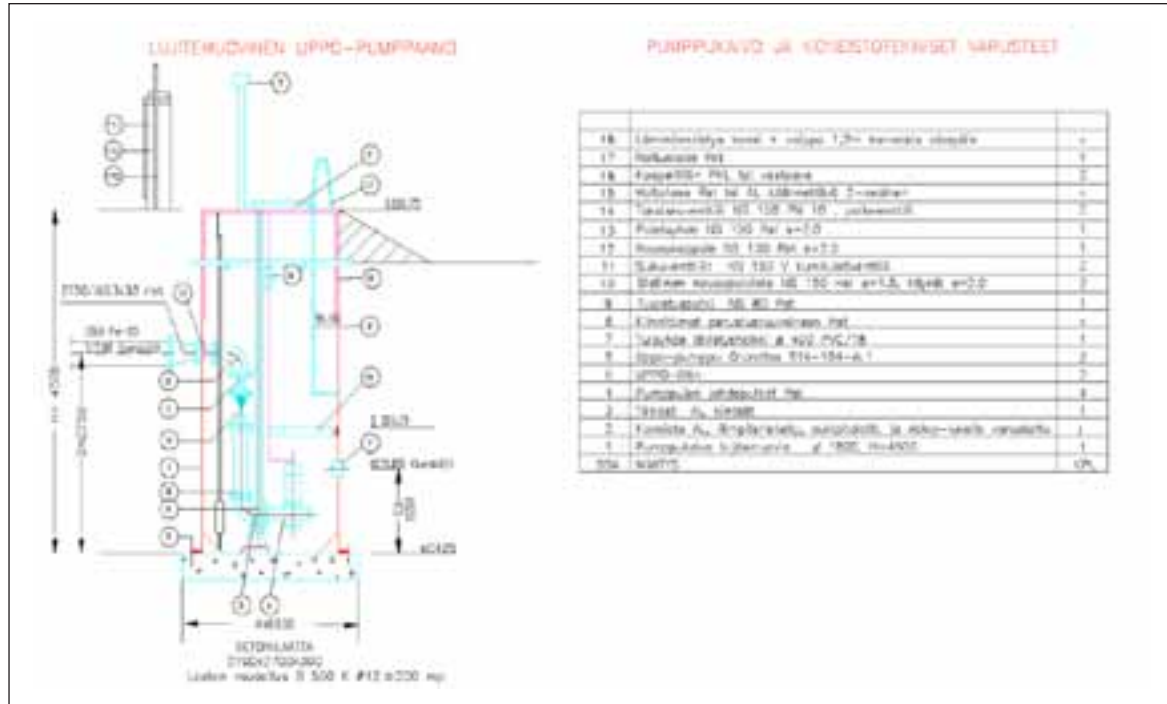
Hulevesipumppaamot ovat perusratkaisultaan samanlaisia kuin jätevesipumppaamot. Hulevesimäärät ovat usein suuria ja pumppaamoina voidaan käyttää myös muunlaisia pumppaamoita, esimerkiksi pengerpumppaamoiden tyyppisiä potkuripumppuilla varustettuja pumppaamoita. Hulevesipumppujen läpäisykyky voi olla pienempi kuin jätevesipumppuilla, sillä hulevesistä aiheutuva tukkeumariski on vähäisempi. Pumppaamoiden valvonta on syytä liittää kaukovalvontajärjestelmään. Pumppaamot varustetaan vähintään kahdella pumpulla toimintavarmuuden takia. Pumppaamot varustetaan sisätilaan asennettavilla takaiskuventtiileillä. Ensisijaisesti käytetään pallotakaiskuventtiilejä.

Erikseen on tarkasteltava jäätymisriskiä, jota voidaan välttää perustamalla pumppaamo ja pumppaamosta lähtevät viemärit routimajarajan alapuolelle. Jos pumppaamosta lähtevät viemärit asennetaan routarajan yläpuolelle, joudutaan pumppaamosta poistamaan takaiskuventtiili tai huolehtimaan paineviemärin tyhjennyksestä jollain muulla tavalla – esimerkiksi tekemällä tyhjennysreikä paineputkeen. Pumppaamon kansi ja yläosan vaippa tulee lämpöeristää ja paineviemäri voidaan myös lämpöeristää sekä käyttää sähkövastuksia, joilla jäätymisriskiä voidaan pienentää.

Hulevesipumppaamon ja jätevesipumppaamon merkittävin ero on että hulevesipumppaamon mitoituksessa sallitaan lyhytaikainen

tulviminen pumppaamon ympäristössä – esimerkiksi alikulussa. Myös ylivuotokynnys voidaan tilanteen mukaan rakentaa verkostoon. Hulevesipumppaamoon tulevaan putkeen voidaan tarvittaessa rakentaa sakkapesällinen

kaivo hiekanerotusta varten. Pumppaamon sisäiseen putkistoon on suositeltavaa asentaa huuhteluyhde paineputken puhdistamiseksi. Kuvassa 14-61 on esimerkki hulevesipumppaamosta.



Kuva 14-61 Esimerkki hulevesipumppaamosta (FCG).

14.6.7 Verkoston takaiskuventtiilit ja jäätymissuojat

Takaiskuventtiileitä tai takaisinvirtauksenestolaitteita käytetään purkuputkien päässä, jos epäillään tulvaveden nousevan verkostoon ja aiheuttavan vahinkoa ympäristölle. Takaiskuventtiileitä tai takaisinvirtauksenestolaitteita voidaan käyttää myös verkostossa maan pinnan alemmissa kohdissa estämässä veden nousemista alhaalla oleviin kohteisiin. Takaisinvirtauksenestolaitteet ovat yleensä itse sulkeutuvia sulku-laitteita.

14.6.8 Hulevesien johtaminen jätevedenpuhdistamolle

Hulevesien johtamista jätevesiviemäriin tulisi pääsääntöisesti välttää, koska hulevesien suuri määrä, jätevedeen verrattuna laimeat kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet sekä (sulamisvesien) alhainen lämpötila aiheuttavat häiriöitä jätevesiviemäriverkostossa ja jätevedenpuhdistamolla. Poikkeuksena ovat vanhojen keskusta-alueiden sekaviemäroidyt alueet, minkä lisäksi suunniteltua ja järjestelmällistä hulevesien johtamista jätevesiviemäriin edellytetään joiltakin erityistoiminnoilta, esimerkiksi jätteenkäsittelyltä. Tällaisilla toiminnoilla on oltava ympäristölupa, jonka ehdoissa voidaan määrätä toiminnon alueella muodostuvien hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin ja jäte-

vedenpuhdistamolle käsiteltäviksi. Suuret hetkelliset virtaamat johdetaan viemäriverkostoon yleensä tasausaltaan kautta.

Tavanomaisten hulevesien käsittely erillisillä hulevedenpuhdistamoilla ei ole tarpeellista. Hulevesien laadun hallinta tulisi ratkaista hajautetulla järjestelmällä hyödyntäen aiemmin tässä osiossa käsitellyjä hulevesien hallintatoimia. Hulevesien hallinta tulee suunnitella ja toteuttaa kokonaisuutena, jossa otetaan huomioon niin määrälliset kuin laadulliset tekijät ja koko käsittelyketju syntypaikoilta purkuvesistöön asti.

Sadetapahtuman alussa esiintyvien, laadultaan huonoimpien ns. first flush -vesien johtamista jätevesiviemäriverkkoon on toisinaan ehdotettu toteutettavaksi siten, että hulevedet johdetaan virtauksensäätöjärjestelmään, joka mahdollistaa hulevesivalunnan alkuosan johtamisen viemäriin. Raja-arvona olevan virtaaman ylityttyä hulevedet johdetaan ohivirtausjärjestelmän avulla perinteisesti hulevesiviemäriverkkoon. Tämä voisi olla tehokas menettely karkeiden epäpuhtauksien osalta, jotka huuhtoutuvat sadetapahtuman alussa. Sen sijaan liukoisten epäpuhtauksien – kuten metallien – huuhtoutumisen on todettu olevan varsin tasaista koko sadetapahtuman ajan (Sillanpää et. al), jolloin niiden osalta erotinjärjestelmän hyödyt jäisivät pienemmiksi.

Tällaisen menetelmän laajamittaisen käytön ongelmaksi voisi muodostua virtauksensäätölaitteistojen ylläpidon ja huollon tarve esimerkiksi jos koko kaupungin keskusta-alue varustettaisiin tällaisilla järjestelmillä. Toisaalta käsittely jätevedenpuhdistamolla on suositeltavaa etenkin riskikohteissa, jos ei ole muuta mahdollisuutta käsitellä hulevesiä. Nykyäänkin jätevesiviemäriverkkoon päätyy suuria määriä hulevesiä verkoston vuotovesinä. Etenkin keväisin jätevesiverkoston ja -puhdistamoiden kapasiteetti voi ylittyä vuotovesien takia. Tällöin tarkoituksellinen hulevesien johtaminen verkostoon ei ole järkevää. Toisaalta jos jätevesiviemäriin päätyvien vuotovesien määrää saadaan vähennetyksi saneeraustoimenpiteillä, verkoston ja puhdistamon kapasiteettia voisi vapautua riittävästi first flush -vesien ongelmattomaan johtamiseen ja puhdistukseen jätevesien mukana.

14.7 Varautuminen erityistilanteisiin

Hulevesien hallintatoimenpiteet suunnitellaan ja mitoitetaan tietyn sadetapahtuman aiheuttamaa hulevesivirtaamaa ja -määrää varten. Hydrologisia mitoitusterusteita (sateiden rankkuuksia ja sadetapahtumien toistuvuuksia) on käsitelty tämän oppaan osiossa 11 (Hydrologia ja hulevesien määrään vaikuttavat tekijät). Mitoitusperusteena on yleensä sadetapahtuman toistuvuus, joka valitaan suunniteltavan järjestelmän toimintaperiaatteen ja ympäristön asettamien vaatimusten mukaan. Hulevesien alueelliset hallintamenetelmät mitoitetaan yleensä alle kymmenen vuoden välein toistuville sadetapahtumille, koska ylimitoitus ei ole kustannusten tai järjestelmien toimivuuden kannalta järkevää. Poikkeavat tilanteet voidaan sitä vastoin hallita esimerkiksi suunnitelluilla tulvareiteillä tai tilapäisillä tulva-alueilla.

Olipa mitoitus mikä tahansa, aina voi esiintyä sadetapahtuma, jonka aiheuttama hulevesivirtaama tai -määrä ylittää järjestelmän kapasiteetin ja johtaa tulvimiseen. Hulevesiviemäriverkon mitoitusteruste on yleensä keran 2–3 vuodessa esiintyvä rankkasade. Tätä intensiivisemmät sateet aiheuttavat hulevesiverkoston tulvimisen, mikä on sallittua. Mitoituksen ylittyessä hulevesi kohoaa putkiviemäreistä hulevesi- tai tarkastuskaivojen kautta maan pinnalle ja leviää lähiympäristöön. Maan pinnalla hulevedet etenevät korkeuserojen mukaisesti helpoimmalle reitille eli yleensä suuntaan, jossa pinnan kaltevuus on suurin. Yksinkertaisimmillaan tulvareittinä voi toimia reunakivetty katu tai viheralueella oleva painanne, jonne vedet lammikoituvat ennen purkautumistaan eteenpäin. Toisaalta hallitsemattomaksi tulvareitiksi voi muodostua myös luiska lähimpään alikulkukäytävään tai maanalaiseen pysäköintitalaan, jolloin tulvimisen haittavaikutukset ovat ilmeiset.

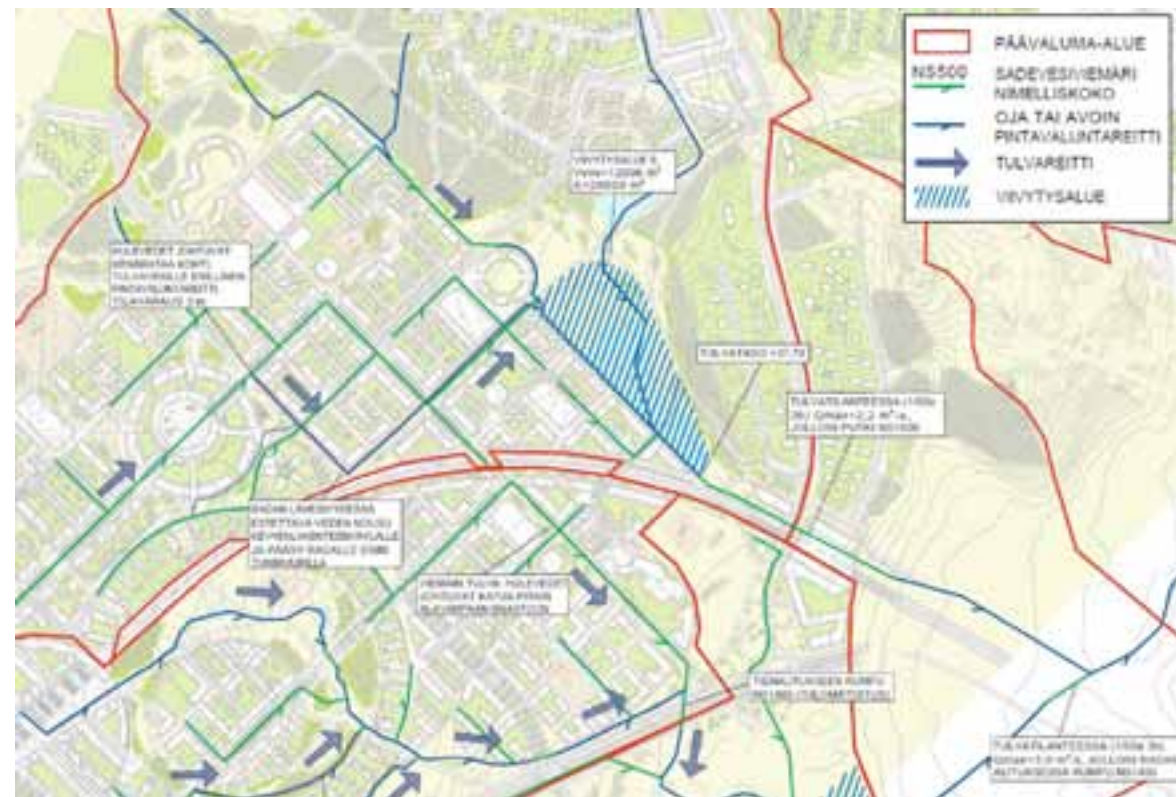
Tarkimmin ääritilanteisiin tuleekin varautua tiiviisti rakennetuilla alueilla, tunneleiden ja arvoikiinteistöjen läheisyydessä sekä alueilla, joilla kiinteistöt ovat korkeusasemaltaan katuja ja muita yleisiä alueita ylempänä. Usein merkittävimmät tulvariskit liittyvät suurista virtaamista johtaviin hulevesiviemäriverkon pää- ja runkolinjoihin, mutta tapauskohtaisesti pienikokoi-

senkin viemäriin tulvimisella voi olla suuret haittavaikutukset. Mikäli tulvavesiä ei voida johtaa hallitusti maanpäällisiä reittejä pitkin vesistöön, voidaan rakentaa myös erityisiä tulvalle mitoitettuja purkuputkia, jotka kykenevät johtamaan suuria vesimääriä.

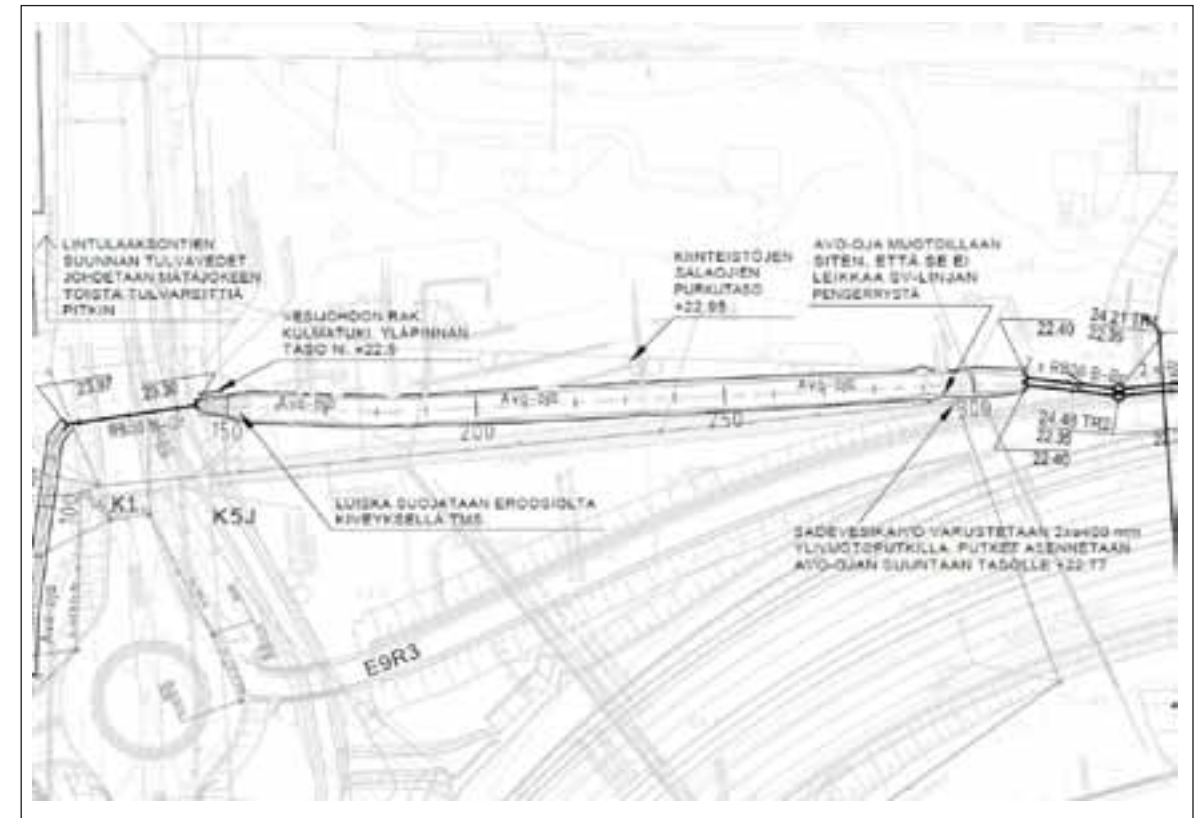
Tulvareittien mitoituksessa käytetään selvästi harvemmin toistuvia rankkasadetilanteita kuin perinteisen hulevesiviemäriverkoston tai hulevesijärjestelmien mitoituksessa. Hyväksyttävä tulvimisen toistuvuus valitaan kohteen riskitason perusteella – esimerkiksi kerran 100 tai 200 vuodessa. Eri kohteissa tulvareiteillä on erilaisia merkityksiä, joten niitä tulee tarkastella aina tapauskohtaisesti. EU:n tulvadirektiivin toimeenpanemiseksi Suomen ympäristökeskus (Koistinen & Jylhä 2010) on antanut suosituksen kerran 100 vuodessa toistuvien rankkasateteiden käytöstä hulevesitulvariskien arvioinnissa.

Osana maankäytön suunnittelua ja siihen liittyvää hulevesien hallinnan suunnittelua tu-

lee valuma-alueelle laatia tulvareittitarkastelu. Tulvareittitarkastelussa selvitetään huleveden kulkureitit tilanteessa, jossa hulevesijärjestelmien mitoitus on ylittynyt. Saatavilla oleva korkeusaineisto ei yleensä ole riittävän tarkkaa määrittelemään täsmällisesti tulvariskin kohteena olevia rakennuksia tai rakenteita, mutta jo kaavoituksen pohjakartta-aineisto (nk. kantakartta, mittakaava 1:2000) riittää osoittamaan mitä reittiä tulvasi etenee. Kantakartan tarkkuudella voidaan myös määrittää todennäköisimmät ongelmakohtat eli katuja tai viheralueita alempana olevat tontit, alikulut jne. Tulvareittitarkastelu tulisi ulottaa muodostumisalueelta purkuvesistöön tai sellaiseen maastonkohtaan, jossa tulvavedet eivät aiheuta mainittavaa haittaa. Tarkastelun tuloksena tuotetaan tulvareittikartta, jossa on osoitettu veden kulkureitit maanpinnalla sekä mahdolliset riskikohteet. Esimerkki tulvareittitarkastelusta on esitetty kuvassa 14-62 ja esimerkki tulvareittikartasta kuvassa 14-63.



Kuva 14-62 Esimerkki tulvareittitarkastelusta (FCG).



Kuva 14-63 Esimerkki tulvareittikartasta (FCG).

Tulvareittitarkastelu tulisi tehdä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa suunnittelua, mielellään osana maankäytön suunnittelua osayleiskaavatasolla. Tällöin voidaan vielä asemakaavavaiheessa vaikuttaa tasauksiin tonteilla ja yleisillä alueilla vähiten haittavaa aiheuttavan ratkaisun saavuttamiseksi. Tulvareittitarkastelun perusteella voidaan myös suunniteltujen hulevesien hallintatoimenpiteiden mitoitusta tarkistaa, jos niillä todetaan olevan alun perin suunnitellun toiminnan lisäksi tulvasuojelullista merkitystä. Ainakin hulevesirakenteiden menetelmien suunnittelussa on otettava huomioon, että rakenteet kestävät järjestelmän läpi ohjautuvat mitoituksen selvästi ylittävät virtaamat. Tulvien hallintaa osana maankäytön suunnittelua on käsitelty tämän oppaan osiossa 8 (Maankäytön suunnittelu).

14.8 Kustannukset

Hulevesien hallintamenetelmien kustannukset vaihtelevat suuresti menetelmän tyypistä, mitoitukselta, maaperäolosuhteista sekä tavoitellusta esteettisyydestä riippuen. Alla taulukoissa 14-5 – 14-7 on esitetty keskimääräisiä, yksikkökustannusten perusteella laskettuja toteutuskustannuksia erilaisille hallintamenetelmille. Kustannukset ovat suuntaa antavia eikä niitä käytä suoraan investointilaskelmien pohjana. Kustannustaso on sidottu vuoteen 2010, maarakennuskustannusindeksiin 121 (heinäkuu 2010).

Hulevesien vähentämismenetelmät		
Menetelmä	Kustannus	Huomattavaa
Läpäisevät päällysteet; kennosora tai reikäkiveys	Pintamateriaali asennettuna 30–50 €/m ²	Rakenteen kokonaiskustannus määräytyy rakennekerrosten ja pohjamaan perusteella
Imeytyskaivanto	Esikäsitellynä pintavalutuskaista: 140 €/m ³ hulevettä Esikäsitellynä tasauskaivo (betoninen EK-kaivo): 370 €/m ³ hulevettä	Kustannukset on laskettu menetelmille, joiden mitoitus-tilavuus on 10 m ³
Imeytyspainanne	Imeytyspainanne, rakennettu varastointi/imeytyskerros: 190 €/m ³ hulevettä Imeytyspainanne, ei varastointi/imeytyskerrosta: 90 €/m ³ hulevettä	Kustannukset on laskettu menetelmille, joiden mitoitus-tilavuus on 10 m ³

Taulukko 14-5 Hulevesien vähentämismenetelmien toteutuskustannuksia.

Hulevesien johtamismenetelmät		
Menetelmä	Kustannus	Huomattavaa
Viherpainanteet	Kapea painanne pohjapadoilla, leveys 3 m, syvyys 0,4 m: 40 €/m Leveä painanne maapadoilla, leveys 7 m, syvyys 1 m: 90 €/m	Painanne maaleikkauksessa
Rakennetut kanavat ja norot	Esimerkki 1 (kuva 14-9): 480 €/m Esimerkki 2 (kuva 14-10): 420 €/m Esimerkki 3 (kuva 14-11): 190 €/m	Maaleikkauksessa
Kivetyt painanteet ja kourut	Kourulaatta, betonia: 25 €/m Vesikouru betonikivistä: 20 €/m Vesikouru graniittikivistä: 45 €/m Painanne betonikivistä: 25 €/m	

Taulukko 14-6 Hulevesien johtamismenetelmien toteutuskustannuksia.

Hulevesien viivyttämismenetelmät		
Menetelmä	Kustannus	Huomattavaa
Hulevesilammikko	noin 40 €/pinta-m ²	Hoidetussa puistossa, maankaivua 0,75 m ³ /lammikko-m ² , pinta nurmetettu ja kivetty, purkukaivo
Rakennettu allas	noin 320 €/pinta-m ²	Maankaivua 0,75 m ³ /lammikko-m ² , graniittilaattaverhoilu
Hulevesikosteikko	noin 20 €/pinta-m ²	Maankaivua 0,5 m ³ /kosteikko-m ² , pinta nurmetettu, pensasistutuksia

Taulukko 14-7 Hulevesien viivyttämismenetelmien toteutuskustannuksia.

Rakenteellisten suodattimien ja öljynerottimien kustannukset määräytyvät täysin mitoituksen perusteella eikä niitä ole tästä syystä pyritty yleistämään.

todelliset vaikutukset. Esimerkiksi kohtuullisen luonnonmukaisilla valuma-alueilla tai hyväkuntoisten vesistöjen läheisyydessä on järkevää toteuttaa pienimuotoisia hulevesien käsittely- ja hallintatoimenpiteitä. Sitä vastoin maankäytöltään täysin rakennetuilla alueilla on järkevämpää keskittyä suurimpien haittojen ehkäisyyn, koska alueiden vesitasapainoa ei millään hulevesien hallintamenetelmillä saada palautetuksi lähellekään luonnontilaa.

14.9 Menetelmän valinta

Lähtökohtaisesti hulevesien hallinta tulisi toteuttaa siten, että sillä pyritään sekä määrällisten että laadullisten haittojen ehkäisyyn mahdollisimman lähellä syntyäpaikkaa. Tuotessa hallintatoimet tonttien ja korttelien sisälle tai katutilaan saavutetaan rakenteellisesti pienemmällä toimenpiteillä tehokkaampi vaikutus kuin suurilla keskitetyillä järjestelmillä.

Hulevesien hallintamenetelmien valintaan vaikuttaa eniten hulevesien hallintatarpeen luonne ja laajuus, mikä määräytyy tapauskohtaisesti, sekä maankäyttö, johon hulevesien hallintamenetelmät on sovitettava. Lisäksi valintaan vaikuttavat useat suunnittelualueen ominaisuudet, esimerkiksi maaperän laatu, alueen kaltevuus ja pinnanmuodot. Toisaalta myös kaupunkikuvalliset ja esteettiset tavoitteet sekä hyötykäytön näkökulmat ohjaavat menetelmien valintaa mm. maanpäällisten ja maanalaisen järjestelmien välillä. Hallintamenetelmien valintaan voidaan luoda suunta- viivoja jo strategisella tasolla esimerkiksi kuntien hulevesistrategioissa ja -ohjelmissa.

Valuma-alueen maankäytön laadusta ja purkuvesistön tilasta riippuvat menetelmien

Hallintamenetelmät tulee valita siten, että ne muodostavat yhdessä parhaan mahdollisen kokonaisuuden. Vain yhtä menetelmää käyttämällä ei yleensä pystytä täyttämään kaikkia hallinnan tarpeita kustannustehokkaasti, vaan joko määrällinen tai laadullinen hallinta korostuu tai järjestelmän vaatima tilavaraus kasvaa kohtuuttoman suureksi. Yhdistämällä useita erilaisia hallintamenetelmiä ja sijoittamalla ne hajautetusti voidaan paremmin toteuttaa sekä laadullisen että määrällisen hallinnan tavoitteet sekä pienentää yksittäisen menetelmän mitoitusta. Tiiviisti rakennetuilla alueilla ei välttämättä ole tilaa luonnonmukaisten hallintamenetelmien hajautettuun sijoittamiseen, vaan hulevedet kerätään ja johdetaan pois keskitetysti hulevesiviemäriverkolla. Tällöinkin hulevesiä voidaan silti käsitellä laadullisesti ja hallita määrällisesti sijoittamalla verkoston purkupäähän esimerkiksi allas- tai kosteikkojärjestelmä.

Oheisissa taulukoissa 14-8 – 14-12 on esitetty yhteenvetoja, joita voidaan käyttää apuna hulevesien hallintamenetelmien valinnassa. Taulukoissa on arvioitu menetelmien tehokkuutta ja ominaisuuksia kolmijakoisella asteikolla. Taulukoilla pyritään tuomaan esille

varteenotettavimmat vaihtoehdot. Hallintamenetelmät valitaan ja suunnitellaan tarkemmin tapauskohtaisesti ottaen huomioon kohteen erityispiirteet ja reunaehdot.

Taulukossa 14-8 on esitetty menetelmien tehokkuutta hulevesien määrällisessä hallinnassa seuraavin kriteerein:

- suurten hulevesitulvien estäminen, eli toimintavarmuus poikkeuksellisissa oloissa;
- virtaaman tasaaminen ja eroosion ehkäisy, eli keskimääräinen hulevesivirtaaman ja virtausnopeuden hallintakyky; ja
- imeytyminen ja pohjaveden muodostuminen, eli menetelmän kyky vähentää huleveden määrää imeyttämällä.

Hulevesien määrällinen hallinta			
	Hulevesitulvien estäminen	Virtaaman tasaaminen ja eroosion ehkäisy	Imeytyminen ja pohjaveden muodostuminen
Hulevesien vähentäminen			
Läpäisevät päällysteet	1	2	3
Viherkatot	1	2	1
Imeytyskaivannot	2^A	2	3
Imeytyspainanteet	2	3	2
Hulevesien johtaminen			
Kourut	1	1	1
Viherpainanteet	2^A	2	2^B
Rakennetut kanavat ja purot	2^A	2	1
Hulevesien viivyttäminen			
Kosteikot	3	3	2^B
Lammikot	3	3	2^B
Viivytysohjeet	2	3	2^B
Viivytysohjeet ja -säiliöt	2	3	1^C

Taulukko 14-8 Menetelmien tehokkuus hulevesien määrällisessä hallinnassa.

- 3** Merkittävä positiivinen vaikutus
2 Keskitasoinen positiivinen vaikutus
1 Alhainen positiivinen vaikutus

- A** Jos rakenteen yhteyteen on varattu viivytysohjeita
B Edellyttää maaperältä kohtalaista vedenläpäisyä, muutoin alhainen vaikutus
C Umpinainen säiliö tai heikosti läpäisevä maaperä, hyvin läpäisevässä maaperässä keskitasoinen vaikutus

Taulukossa 14-9 on käsitelty menetelmien tehokkuutta hulevesien laadullisessa hallinnassa. Kaikilla hulevesien hallintamenetelmillä voidaan jossain määrin vaikuttaa huleveden laatuun epäpuhtauksia poistamalla, mutta puhdistusteho vaihtelee suuresti eri menetelmien välillä. Taulukossa on esitetty menetelmien tehokkuus kiintoaineen, fosforin ja typen puhdistamisessa.

Hulevesien laadullinen hallinta			
	Kiintoaine	Kokonaisfosfori	Kokonaistyyppi
Hulevesien vähentäminen			
Läpäisevät päällysteet	3	3	2
Viherkatot	E	E	E
Imeytyskaivannot	3	3	2
Imeytyspainanteet	3	3	2
Hulevesien johtaminen			
Kourut	1	1	1
Viherpainanteet	2	2	1
Rakennetut kanavat ja purot	2	1	1
Hulevesien viivyttäminen			
Kosteikot	3	3	2
Lammikot	3	3	2
Viivytysohjeet	3	2	1
Viivytysohjeet ja -säiliöt	2	1	1

Taulukko 14-9 Menetelmien tehokkuus hulevesien laadullisessa hallinnassa.

- 3** Hyvä puhdistuskyky, 65-100%
2 Keskitasoinen puhdistuskyky, 30-65%
1 Alhainen puhdistuskyky, 0-30%
E Ei relevantti

Menetelmien tehokkuus on arvioitu eri käsikirjoissa,^{2,3} ilmoitettujen arvojen perusteella.

² US EPA. 1993. Handbook of urban runoff pollution prevention and control planning. EPA 625-R-93-004. Washington, DC.
³ Pennsylvania stormwater best management practices manual. 2006.
<http://www.dep.state.pa.us/dep/deputate/watermgmt/wc/subjects/stormwatermanagement/>

Taulukossa 14-10 on esitetty menetelmien yleinen soveltuvuus erilaisten maankäyttömuodoilla. Arviointi perustuu lähinnä menetelmi-

en tilantarpeeseen ja eri maankäyttömuotojen alueella muodostuvan huleveden keskimääräiseen määrään ja laatuun.

Taulukossa 14-11 on esitetty tarkemmin jaoteltuna hallintamenetelmien toteutusta rajoittavia tekijöitä. Monet näistä rajoituksista ei-

vät yleensä suoralta kädeltä sulje pois mitään vaihtoehtoa, mutta ne edellyttävät erityistä huomioita menetelmien suunnittelussa.

Menetelmien soveltuvuus eri maankäyttötyypeille						
	Pien- ja rivitaloalueet	Kerrostaloalueet	Liikennealueet ^A	Tiheästi rakennetut alueet	Ydinkeskusta	Hotspot-alueet ^C
Hulevesien vähentäminen						
Läpäisevät päällysteet	3	3	2	2	1	1
Viherkatot	3	2	E	2	2	2
Imeytyskaivannot	3	3	2	3	2	1
Imeytyspainanteet	3	2	2	2	1	1
Hulevesien johtaminen						
Kourut	2	3	1	2	1	2
Viherpainanteet	3	3	3	1	1	2 ^B
Rakennetut kanavat ja purot	3	3	2	2	2	1
Hulevesien viivyttäminen						
Kosteikot	3	2	3	2	1	2 ^B
Lammikot	3	2	3	2	1	2 ^B
Viivytysohjeet	3	3	1	2	2	2 ^B
Viivytysohjeet ja -säiliöt	1	2	1	3	3	2

Taulukko 14-10 Menetelmien soveltuvuus eri maankäyttötyypeille.

- 3 Sopii hyvin
 2 Soveltuu osittain tai tietyin ehdoin
 1 Soveltuu harvoin tai ei ollenkaan
 E Ei relevantti

- A) Jos liikennealueet sijaitsevat pohjavesialueella tai liikennemäärät ovat huomattavia, ovat ne hotspot-alueita
 B) Hyväksyttävä vaihtoehto jos imeytyminen on vähäistä
 C) Hotspot-alueet ovat kemikaalipäästön riskin aiheuttavia toimintoja, kuten huoltoasemia tai teollisuutta.

Hulevesien hallintamenetelmien toteutusta rajoittavia tekijöitä								
	Valuma-alueen koko	Maaperä	Alueen topografia	Etäisyys pohjaveden pinnasta	Etäisyys läpäisemättömästä maakerroksesta	Etäisyys kuivatettavista rakenteista	Tilantarve	Suuri kiintoaineen ja roskien määrä
Hulevesien vähentäminen								
Läpäisevät päällysteet	2	1	2	1	1	2	3	1
Viherkatot	2	E	2	E	E	2	3	E
Imeytyskaivannot	1	1	2	1	1	2	2	2
Imeytyspainanteet	2	1	2	1	1	2	2	2
Hulevesien johtaminen								
Kourut	1	3	2	3	3	3	3	3
Viherpainanteet	2	3	2	2	2	2	2	3
Rakennetut kanavat ja purot	2	3	2	2	2	2	2	3
Hulevesien viivyttäminen								
Kosteikot	2	2	2	2	2	2	1	3
Lammikot	3	2	2	2	2	2	2	3
Viivytysohjeet	2	2	2	2	2	2	2	3
Viivytysohjeet ja -säiliöt	2	2	2	2	2	2	3	2

Taulukko 14-11 Hulevesien hallintamenetelmien toteutusta rajoittavia tekijöitä.

- 3 Yleensä ei ole rajoittava tekijä
 2 Rajoitukset voidaan välttää huolellisella suunnittelulla
 1 Huomattava rajoittava tekijä
 E Ei relevantti

Taulukossa 14-12 on esitetty menetelmien soveltuvuus talviaikaisten hulevesien hallinnassa.

Menetelmien soveltuvuus talviolosuhteisiin	
	Soveltuvuus talviaikaisten hulevesien hallintaan
Hulevesien vähentäminen	
Läpäisevät päällysteet	1
Viherkatot	1
Imeytyskaivannot	2
Imeytyspainanteet	2
Hulevesien johtaminen	
Kourut	1
Viherpainanteet	2
Rakennetut kanavat ja purot	2
Hulevesien viivyttäminen	
Kosteikot	3
Lammikot	3
Viivytyypainanteet	2
Viivytyaskaivannot ja -säiliöt	2

Taulukko 14- 12 Menetelmien soveltuvuus talviolosuhteisiin.

- 3** Soveltuu hyvin kylmään ilmastoon, voi toimia tehokkaasti myös talvella
2 Voidaan käyttää myös talvella jos tämä on otettu huomioon suunnittelussa, keskitasoinen tehokkuus.
1 Toimivuus talvella on heikko.

Arvio perustuu kirjallisuuslähteeseen⁴

⁴ Caraco, D., Clayton, R. 1997. Stormwater practices for cold climates. Center for watershed protection. Ellicott City, MD.

14.10 Viitteitä

SKTY Suomen Kuntatekniikan Yhdistys. 2003. Katu 2002. Suomen Kuntatekniikan Yhdistyksen julkaisuja.

Tielaitos. 1993. Teiden suunnittelu IV. Tien rakenne, osa 4 Kuivatus.

Robert M. Roseen, Thomas P. Ballesterro, James J. Houle, Pedro Avellaneda, Joshua Briggs, George Fowler, and Robert Wildey 2009. Seasonal Performance Variations for Storm-Water Management Systems in Cold Climate Conditions. Journal of environmental engineering 2009, vol. 135, no3, pp. 128-137 ISSN 0733-9372

Kotola, J., Nurminen, J. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 2: koealuetutkimus. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 8.

Avuomien suunnittelu- ja mitoitusohjeita:

Tielaitos, 1993. Teiden suunnittelu IV. Tien rakenne 4, Kuivatus. ladattavissa internetistä (26.4.2011): <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf2/kuivatus2140005.pdf>

SYKE, 2003. SY631 Luonnonmukainen vesirakentaminen. ladattavissa internetistä (26.4.2011): <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=62769&lan=FI>

SYKE, 2004. SY737 Tavoitetilan määrittäminen virtavesikunnostuksissa. ladattavissa internetistä (26.4.2011): <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=125333&lan=FI>

SYKE, 2007. Maankuivatukseen ja -kastelun suunnittelu. ladattavissa internetistä (26.4.2011): <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=74287&lan=fi>

Lisätietoa Yhdysvalloissa käytettävistä mitoitusperusteista ja vaihtoehtoisista hallintamenetelmistä mm:

Minnesota stormwater manual, ladattavissa internetistä (26.4.2011): <http://www.pca.state.mn.us/index.php/water/water-types-and-programs/stormwater/stormwater-management/minnesota-s-stormwater-manual.html>

US Environmental Protection Agency: Storm Water Best Management Practice Design Guide, ladattavissa internetistä (26.4.2011): <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r04121/600r04121.htm>

Lisätietoa kosteikkojen suunnittelusta:

Puustinen, M. et al. 2001. Maatalouden vesiensuojelukosteikot, VESIKOT-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 499. Suomen Ympäristökeskus. ladattavissa internetistä (26.4.2011): <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=12737&lan=fi>

Puustinen, M. et al. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristö 21/2007. Suomen Ympäristökeskus. ladattavissa internetistä (26.4.2011): <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=72597&lan=fi>

(Koistinen & Jylhä 2010). Suomen ympäristökeskuksen tiedotus EU-direktiivin toimeenpanosta. 25.3.2010.

15. Hulevesiviemäreiden mitoitus

15.1 Mitoitusperusteet

15.1.1 Yleistä

Hulevesiviemärin mitoitusperuste rakennetulla alueella on yleensä rankkasade, tosin joskus myös lumen sulaminen voi aiheuttaa mitoittavan virtaaman, esimerkiksi laajan rakentamattoman alueen avo-ojien liittyessä hulevesiviemäriverkostoon. Hulevesiviemäri suunnitellaan siten, että se pystyy johtamaan ilman padotusta valitun mitoitusilanteen aiheuttaman virtaaman.

Mitoitusvirtaama määräytyy valuma-alueen ominaisuuksien sekä mitoitusasteen rankkuuden ja kestoajan perusteella. Hulevesiviemäreitä ei ole tarkoitettu johtamaan poikkeuksellisen rankkojen sateiden aiheuttamia virtaamia vaan mitoitusperusteena on yleisesti ollut tavanomaisemmat rankkasateet.

Mitoitussadetta rankemmilla sateilla hulevesiviemärin on sallittua padottaa, jolloin vesi voi tulla hulevesikaivoista maan pinnalle. Padotuskorkeus määritellään liitoskohtalausunnossa ja se on usein 10 cm liittymiskohdan maanpinnan tason yläpuolella. Padotuskorkeus tulee ottaa huomioon muiden rakenteiden ja rakennusten suunnittelussa. Erittäin rankoilta sateilla vesi voi nousta padotuskorkeudenkin yläpuolelle. Hulevesijärjestelmän suunnittelussa verkostosta tulvivaan veteen pitää varautua suunnitteleamalla tulvareitit, joita pitkin vesi pääsee ohjautumaan alueille, missä siitä ei aiheudu haittaa. Suunnittelussa pyritään kokonaistaloudelliseen ratkaisuun, jossa hulevesiviemärin rakennus- ja käyttökustannukset sekä mahdolliset tulvahaitat ovat tasapainossa.

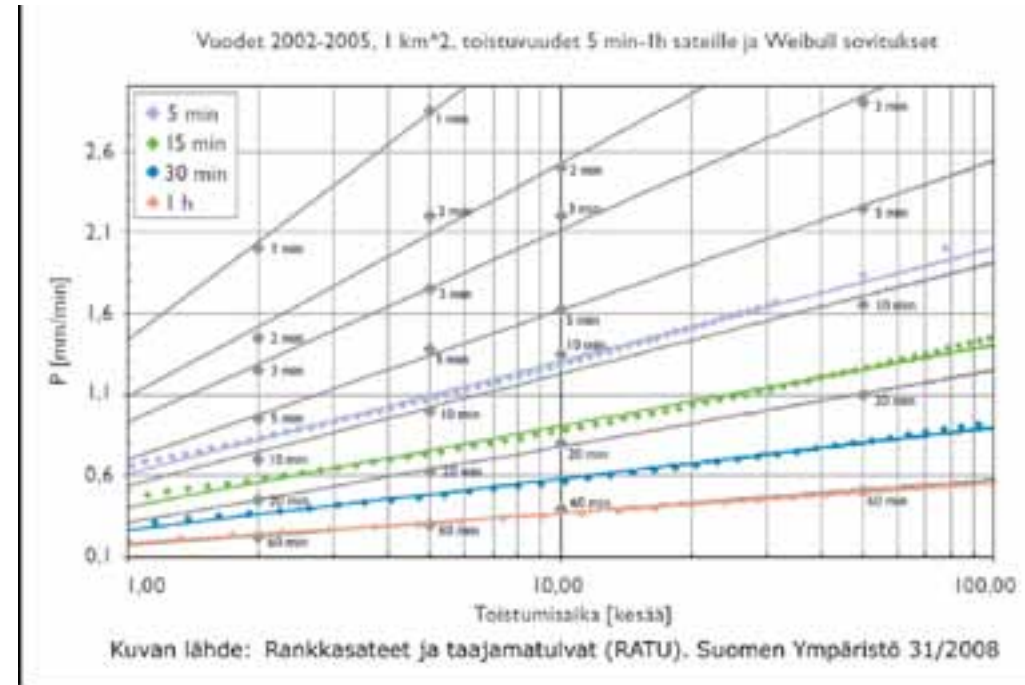
15.1.2 Mitoitussade

Hulevesiviemäri on tarkoitettu veden johtamiseen, jolloin mitoitusperusteena on sateen aiheuttama hulevesivirtaama valitulla todennäköisyydellä eli toistuvuudella. Mitoitustodennäköisyyttä määritettäessä haetaan tasapainoa kustannusten ja riskien välillä. Mikäli hulevesiviemäri mitoitetaan johtamaan poikkeuksellisen suuria virtaamia, kustannukset kasvavat ja tulvimisriski pienenee. Alimitoituksella voidaan toteutuskustannuksia pienentää, mutta tulvariski taas kasvaa.

Mitoitustoistuvuuden määrittely voi perustua tapauskohtaiseen riskitarkasteluun tai järjestelmän haltijan yleiseen ohjeistukseen. Käytettävää mitoitus todennäköisyyttä ei voi määrittää yleispätevästi, mistä johtuen tässä yhteydessä ei ole annettu mitään ohjeellisia arvoja. Yleisesti voidaan todeta, että hulevesiviemäröinnin mitoitustoistuvuudet vaihtelevat järjestelmän haltijasta ja ympäristöoloista riippuen yleensä välillä 1/2a-1/10a (todennäköisyys 50-10 %).

Mitoitussateen ominaisuuksia on käsitelty tarkemmin tämän oppaan osiossa 11 (Hydrologia ja hulevesien määrään vaikuttavat tekijät). Hulevesiviemärin mitoitusta varten tarvitaan tieto sateen rankkuudesta eli intensiteetistä valitulla todennäköisyydellä ja kestoajalla. Todennäköisyys määräytyy ulkoisten reunaehdojen perusteella ja kesto aika valuma-alueen ominaisuuksien perusteella. Keskimääräinen intensiteetti on tilastollinen arvo, joka määräytyy sateen kestoajan ja toistuvuuden perusteella.

Hulevesiviemäreitä mitoittaessa voidaan käyttää kuvassa 15-1 ja taulukoissa 15-1 ja 15-2 esitettyjä rankkuuksia, jotka on määritetty Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU) -hankkeessa (Aaltonen & al., 2008). Rankkudet ovat keskimäärin 63° leveyspiirin (Vaasa-Kuopio -linja) kohdalla esiintyviä 1 km² aluesadannan arvoja. Esitettyjä arvoja voidaan käyttää yleisimmissä mitoitusasteissa, kunhan otetaan huomioon, että rankkasateen to-



Kuva 15-1 Säättökilla v. 2002-2005 mitatun 1 km²:n aluesadannan toistuvuus (värilliset käyrät) verrattuna Katajiston (1969) pistesadannan toistuvuuksiin (harmaat pisteet ja viivat). Kaikki sadannat on esitetty keskimääräisenä intensiteettinä (P), yksikkönä mm/min. Värilliset pisteet kuvaavat havaintojen todennäköisyysjakaumista laskettuja toistuvuuksia.

dennäköisyyteen vaikuttaa maantieteellinen sijainti ja sadealueen pinta-ala. Taulukossa 15-2 esitetään taulukon 15-1 arvoista laskettu intensiteetti siten, että yksikkö on muutettu muotoon mm/min.

Maantieteellinen sijainti vaikuttaa siten, että Suomen eteläosissa tietyn rankkuuden todennäköisyys on suurempi (toistuu useammin) kuin pohjoisempana. Sadealueen koko taas vaikuttaa intensiteettiin siten, että alueen pinta-alan kasvaessa keskimääräinen intensiteetti pienenee.

Mitoituksessa käytetyn sateen intensiteetti oletetaan yleensä vakioksi eli sateen rankkuus ei muutu kestoajan puitteissa. Todellisuudessa näin ei kuitenkaan ole vaan sateen "muoto" eli intensiteetin vaihtelu ajan funktiona voi olla hyvin moninainen sadetapahtuman aikana. Sateen hetkellinen rankkuus voi olla selvästi keskimääräistä intensiteettiä suurempi, jolloin myös huleveden virtaamat vaihtelevat huomattavasti. Tämä voi aiheuttaa yllättäviä mitoitusilanteita verrattuna vakiointensiteetin avulla laskettuihin tilanteisiin. Sateen ajallista

Keskimääräinen intensiteetti (I/s*ha)

Toistuvuus	Sateen kesto								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1/1 a	117	80	78	50	33	18	11	6,9	4,2
1/2 a	167	120	100	61	42	21	13	8,3	5
1/3 a	183	130	111	72	47	23	14	8,8	5,2
1/5 a	217	150	122	83	53	25	16	9,7	5,8
1/10 a	233	180	156	100	64	30	19	10,9	6,9

Taulukko 15-1 Säättökamittaauksiin perustuvat intensiteetit [I/s*ha] keskimäärin noin 1 km²:n aluesadannalle Etelä-Suomessa.

Keskimääräinen intensiteetti (mm/min)

Toistuvuus	Sateen kesto								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1/1 a	0,70	0,48	0,47	0,30	0,20	0,11	0,07	0,04	0,03
1/2 a	1,00	0,72	0,60	0,37	0,25	0,13	0,08	0,05	0,03
1/3 a	1,10	0,78	0,67	0,43	0,28	0,14	0,08	0,05	0,03
1/5 a	1,30	0,90	0,73	0,50	0,32	0,15	0,10	0,06	0,03
1/10 a	1,40	1,08	0,94	0,60	0,38	0,18	0,11	0,07	0,04

Taulukko 15-2 Sääutkamittauksiin perustuvat intensiteetit [mm/min] keskimäärin noin 1 km²:n aluesadannalle Etelä-Suomessa taulukon 11-2 arvoista laskettuna.

muotoa on käsitelty tarkemmin tämän oppaan osiossa 11 (Hydrologia ja hulevesien määrään vaikuttavat tekijät). Hulevesiviemäreitä mitoitettaessa sateen muoto voidaan ottaa huomioon vain kun laskelmat tehdään tietokoneavusteisesti eli mallintamalla. Käsin mitoitettaessa käytetään tasaisen intensiteetin sateita.

15.1.3 Valuma-alueen ominaisuudet

Valuntakerroin

Miten suuri osa sateesta muuttuu hulevedeksi, riippuu lähinnä valuma-alueen ominaisuuksista. Yksinkertaistettuna tätä kuvaa valuntakerroin, mikä on hulevesiviemäreitä ainakin käsin mitoitettaessa riittävä tieto. Valuntakerroin sisältää arvion kaikista sadanta-valuntatapahtumaan vaikuttavista tekijöistä, joita on käsitelty tarkemmin tämän oppaan osiossa 11 (Hydrologia ja hulevesien määrään vaikuttavat tekijät). Mitoituksen kannalta oleellisin asia on, että muodostuvien hulevesien osuus sademäärästä pääsääntöisesti kasvaa sateen rankkuuden ja kestoajan myötä. Tämä tarkoittaa, että valuntakerroin ei ole vakio. Käsin mitoitettaessa tämä tulisi ottaa huomioon siten, että laskelmissa ei pitäisi käyttää kirjallisuudessa annettuja alimpia arvoja. Mallinnusohjelmia käytettäessä hulevesivaluntaan vaikuttavat muuttujat – esimerkiksi painannesäilyntä ja imeytyminen – voidaan määritellä erikseen. Esimerkkejä valuntakertoimista on esitetty taulukossa 15-3. Nykyisin käytössä olevat – esimerkiksi Suomen kuntatekniikan yhdistyksen (SKTY) ohjeiden (2002) tai tiehallinnon (1993) ohjeiden mukaiset – valuntakertoimien arvot ovat käyttökel-

poisia rankkasateen aiheuttaman virtaaman ja vesimäärän mitoitukseen.

Pinnan tyyppi	Valumakerroin
Katto	0,80...1,00
Asfalttipäällyste	0,70...0,90
Tien nurmelettu luiska	0,40...0,60
Avoin kalliomaasto	0,30...0,50
Soratie, soraluiska	0,20...0,50
Nurmipintainen piha, puisto	0,10...0,40
Nitety, polto, puutarha	0,10...0,30
Suo	0,05...0,15
Kumpuileva sekametsä	0,05...0,20
Tasainen metsämaasto	0,10...0,10
Tasainen sorakenttä	0,00...0,05

Taulukko 15-3 Valuntakertoimen arvoja erilaisilla pinnoilla (Tielaitos, 1993).

Virtausnopeudet

Valuntakerroin ja valuma-alueen pinta-ala eivät ole yksinään riittävät tiedot hulevesien johtamisen suunnitteluun. On myös pystyttävä määrittelemään hulevesivalunnan ajallinen esiintyminen valuma-alueen purkupisteessä, mitä kuvataan kertymisajan käsitteellä. Yleisesti kertymisaika ajatellaan veden virtausaikana valuma-alueen kauimmaisesta pisteestä valuma-alueen purkupisteeseen, mikä määrittyy virtausreitien pituuden ja virtausnopeuden perusteella. Mitä lyhyempi kertymisaika sitä nopeammin hulevedet ehtivät valuma-alue-

een latvoilta tarkastelupisteeseen. Koska sateen rankkuus pienenee kesto-ajan kasvaessa, kertymisaika vaikuttaa suoraan huippuvirtaaman suuruuteen. Kertymisajan määrittelyyn apuna voidaan käyttää taulukossa 15-4 esitettyjä virtausnopeuksia. Esitetyt arvot ovat viitteellisiä ja todellisuudessa niihin vaikuttavat monet tekijät, kuten virtausreitien kaltevuus, virtausvastukset ja vesisyvyys. Vahvasti yleistäen voidaan suunnittelussa käyttää apuna myös taulukossa 15-5 esitettyjä valuma-alueen pinta-alaan perustuvia kestoajoja.

Virtausreitti	Ohjeellinen virtausnopeus [m/s]
Putket	
- pienet	1.5 m/s
- suuret	1.0 m/s
Ojat	0.5 m/s
Maasto	0.1 m/s

Taulukko 15-4 Ohjeelliset virtausnopeudet eri reiteillä.

Valuma-alueen pinta-ala	Mitoitussateen kesto aika
< 2 ha	5 min
2...5 ha	10 min
5...20 ha	20 min
20...100 ha	60 min

Taulukko 15-5 Ohjeelliset kestoajat eri kokoisilla valuma-alueilla (Tielaitos, 1993).

15.1.4 Hulevesivirtaaman määrittäminen

Hulevesiviemärin mitoitusvirtaama voidaan määrittää joko käsin laskemalla tai tietokoneavusteisesti mallintamalla. Käsinlaskenta soveltuu parhaiten pienille ja ominaisuuksiltaan homogeenisille valuma-alueille, kun taas mallintamalla voidaan tarkastella hyvinkin monimutkaisten valuma-alueiden käyttäytymistä. Käsinlaskennassa käytetään aina intensiteetiltään tasaista sadetta, mallinnuksessa voidaan ja on suotavaakin käyttää ajallisesti muuttuvaa sadetta.

Käsin mitoitettaessa valitaan mitoitus-

teen kestoajaksi valuma-alueen arvioitu kertymisaika, jolloin ainakin teoriassa tarkastelupisteessä esiintyy suurin hulevesivirtaama kyseisellä todennäköisyydellä. Mitoitusvirtaama määritellään tällöin kaavalla:

$$Q = C * i * A \quad (1) \quad (1)$$

jossa Q [l/s] on mitoitusvirtaama, C valuntakerroin, i [l/(s*ha)] mitoitussateen keskimääräinen intensiteetti ja A [ha] valuma-alueen pinta-ala.

Muodoltaan ja ominaisuuksiltaan monimutkaisempien valuma-alueiden hulevesivirtaaman määrittämiseen mielekkäin tapa on tehdä se mallintamalla. Hulevesimallinnukseen soveltuvia ohjelmia on olemassa lukuisia – sekä kaupallisia että ilmaisia. Vaatimuksena mallinnusohjelmalle on, että se yhdistää hydrologisen valuma-alueen ja hydraulisen verkostomallin. Valuma-alueen malli kertoo kuinka paljon ja missä ajassa hulevesiä valuma-alueelta muodostuu ja verkostomallilla kuvataan muodostuneen veden etenemistä verkostossa. Mallista saadaan tulosteena ajan suhteen muuttuva hulevesivirtaama mistä tahansa kohtaa järjestelmää.

15.2 Hulevesiviemärin mitoittaminen

15.2.1 Mitoitusehdot

Hulevesiviemärin mitoituksessa tulee ottaa huomioon viemärin käyttöajan aikana tapahtuvat muutokset valuma-alueella muodostuvissa virtaamissa. Viemärin tekninen käyttöikä voi olla 50-100 vuotta, mutta koska hulevesivirtaaman suuruus on riippuvainen valuma-alueen maankäytöstä, realistinen tarkasteluperuste on 20-40 vuoden ajanjakso. Tätä pidemmälle valuma-alueella tapahtuvia muutoksia on käytännössä lähes mahdotonta ennustaa. Käyttöajan pituuden takia mitoituksessa on ainakin riskitarkastelun kautta otettava huomioon valuma-alueen rakentumisesta aiheutuva virtaaman lisäys sekä myös ilmaston-

Keskimääräinen intensiteetti (l/s*ha)

Toistuvuus	Sateen kesto								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1/1 a	140	96	94	60	40	22	13	8,3	5,0
1/2 a	200	144	120	73	50	25	16	10,0	6,0
1/3 a	220	156	133	86	56,4	28	17	10,6	6,2
1/5 a	260	180	146	100	64	30	19	11,6	7,0
1/10 a	280	216	187	120	77	36	23	13,1	8,3

Taulukko 15-6 Sateen intensiteetit [l/s*ha] keskimäärin noin 1 km²:n aluesadannalle ottaen huomioon ilmastonmuutoksen ennakoitu vaikutus.

Keskimääräinen intensiteetti (l/s*ha)

Toistuvuus	Sateen kesto								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1/1 a	0,84	0,58	0,56	0,36	0,24	0,13	0,08	0,05	0,03
1/2 a	1,20	0,86	0,72	0,44	0,30	0,15	0,09	0,06	0,04
1/3 a	1,32	0,94	0,80	0,52	0,34	0,17	0,10	0,06	0,04
1/5 a	1,56	1,08	0,88	0,60	0,38	0,18	0,12	0,07	0,04
1/10 a	1,68	1,30	1,12	0,72	0,46	0,22	0,14	0,08	0,05

Taulukko 15-7 Sateen intensiteetit [mm/min] keskimäärin noin 1 km²:n aluesadannalle ottaen huomioon ilmastonmuutoksen ennakoitu vaikutus.

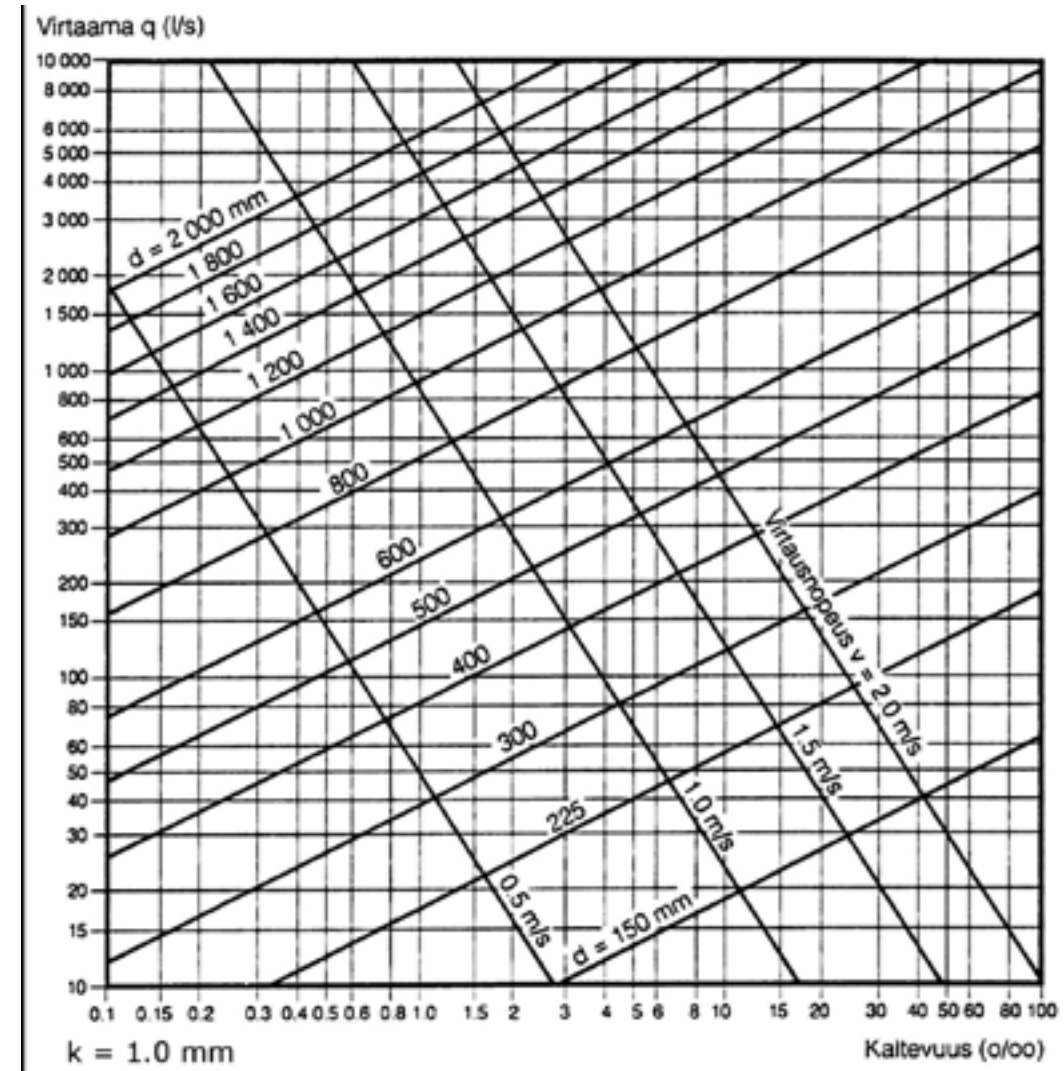
muutoksen vaikutukset, joiden on ennakoitu lisäävän sateiden rankkuutta ja esiintymistiheyttä. Ilmastonmuutokseen varautumista mitoituksessa on käsitelty tarkemmin tämän oppaan osiossa 11 (Hydrologia ja hulevesien määrään vaikuttavat tekijät). Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että ilmastonmuutoksesta johtuva sademäärien ja sitä kautta mitoitusvirtaaman kasvu on 20 %. Taulukon 15-1 mukaiset sateiden intensiteetit korotettuna edellä mainitulla 20 %:lla on esitetty taulukossa 15-6. Taulukossa 15-7 esitetään taulukon 15-6 arvoista laskettu intensiteetti siten, että yksikkö on muutettu muotoon mm/min.

Hulevesiviemärin mitoitusta tulee tehdä siten, että viemäri pystyy johtamaan mitoitusvirtaaman ilman padotusta ja että virtausnopeus ei kasva liian suureksi. Suuri virtausnopeus kuluttaa itse viemäriä, minkä lisäksi eroosio-ongelmat ovat todennäköisempiä myös hulevesiviemärin purkupaikassa maastossa. Suurten virtaamavaihteluiden takia hulevesiviemärin minimikaltevuutta ei yleensä tarvitse määritellä

lä huuhtoutumisen perusteella.

Tavanomaiset hulevesiviemärit mitoitetaan yleensä sadetapahtumille, joiden tilastollinen todennäköisyys on 50 % - 10 %. Poikkeustapauksissa joitakin osia hulevesiviemäriverkosta joudutaan toteuttamaan ns. tulvapatkuna, jolloin niiden mitoitusta voi olla yleisiä perusteita huomattavasti suurempi.

Hulevesiviemäriverkkoa mitoitettaessa on myös kiinnitettävä huomiota suunnittelukohteen sijoittumiseen ja kytkeytymiseen olemassa oleviin verkoston osiin ja alueisiin. Suunniteltavalta alueelta purkautuva virtaama ei saa aiheuttaa tulva- tai muita haittoja alapuolisilla alueilla. Valumareittiä on tarkasteltava suunnittelukohteen alapuolella riittävän pitkälle, jotta voidaan varmistua siitä että haittaa ei esiinny.



Kuva 15-2 Colebrookin virtausnomogrammi.

15.2.2 Putkikoon mitoitus

Hulevesiviemärin koon määrittävät mitoitusvirtaama, mahdollinen putkikaltevuus sekä putkimateriaalin karkeudesta johtuva virtausvastus. Virtausvastuksen merkitys on uusissa putkissa vähäinen, mutta se kasvaa ajan myötä. Tästä syystä putkimitoituksessa ei tulisi käyttää liian pientä vastuserrointa. Ohjeellisesti arvona putken karkeudelle (virtausvastukselle) voidaan käyttää arvoa $k = 1,0$ mm (Colebrook) tai $C = 120$ (Hazen-Williams).

Putkikoon määrittäminen joko käsin tai selvitetään mallintamalla. Käsin tehtäessä hu-

levesiviemärin tarvittava koko määritetään mitoitusvirtaaman ja arvioidun kaltevuuden perusteella Colebrookin nomogrammin avulla (kuva 15-2). Nomogrammi osoittaa täyden putken välityskyvyn tietyllä halkaisijalla ja kaltevuudella. Koska käsinlaskentaan liittyy useita epävarmuuksia, valitaan alustavaksi putkikooksi nomogrammin osoittama teoreettista johtokoko seuraava isompi dimensio tai kasvateen kaltevuutta.

Mallinnuksessa putkikoon määrittäminen tehdään iteroimalla. Lähtökohtana voi olla no-

mogrammin perusteella määritetyt teoreettiset halkaisijat, joiden toimintaa tarkastellaan mallintamalla. Tällöin kokeilemalla teoreettista halkaisijaa pienempiä tai suurempia arvoja sekä erilaisia kaltevuuksia etsitään haluttu tilanne, jossa mitoitustoistuvuudella esiintyvät virtaamat pystytään johtamaan ilman padotusta. Mallintamalla voidaan ja kannattaa tarkastella myös toistuvuudeltaan ja kestoaltaan erilaisten sateiden aiheuttamia tilanteita. On kuitenkin muistettava, että mallinnuksen tulosten tarkkuus on täysin riippuvainen lähtötietojen tarkkuudesta sekä mallin kalibroinnista. Hulevesiviemärimallien tarkka kalibrointi ei useinkaan ole mahdollista puutteellisten mittatietojen takia. Siksi mallintamalla saatuja tuloksia ei voida pitää absoluuttisesti oikeina, vaan epävarmuustekijöihin on edelleen varauduttava.

15.2.3 Sallitut virtausnopeudet ja kaltevuudet

Hulevesiviemärin pienintä kaltevuutta ei suurten virtaamavaihteluiden takia tarvitse määrittellä huuhtoutumisen perusteella. Tämä edellyttää kuitenkin, että hulevedet johdetaan viemäriin sakkapesällisten hulevesikaivojen kautta, jolloin pienillä virtaamilla varsinaiseen viemäriin ei kulkeudu mainittavasti vettä raskaampia aineksia. Mikäli sakkapesällisiä kaivoja ei käytetä, kiintoaines sedimentoituu viemäriin ja aiheuttaa välityskyvyn alenemista.

Yleisenä periaatteena on, että pienillä putkilla minimikaltevuuden tulee olla suurempi kuin isoilla. Ohjeellisina minimikaltevuuksina voidaan käyttää taulukossa 15-8 esitetyjä arvoja. Hulevesiviemärin maksimikaltevuuden tulisi olla sellainen, että virtausnopeus putkessa ei ylitä arvoa, jolla putkimateriaali alkaa liiallisessa määrin kulua. Ohjeellisena suurimman virtausnopeuden arvona voidaan käyttää 5 m/s, jota vastaavat kaltevuudet täydellä putkella on esitetty taulukossa 15-8. Ohjeet pätevät yleisen hulevesiviemärin suunnitteluun, kiinteistön alueella olevien hulevesiviemäreiden suunnittelussa tulee noudattaa Suomen rakentamismääräyskokoelman säädöksiä, joiden mukaan kaltevuuden tulisi olla vähintään 10 ‰.

Putkimateriaalin kulumisen lisäksi tulee suunnittelussa ottaa huomioon hulevesien erodoi-

va (kuluttava) vaikutus niiden purkautuessa maastoon. Virtausnopeus putkessa on käytännössä aina selvästi suurempi kuin virtausnopeus ojissa saatikka maastonpaineissa. Purkupaikan maaperästä ja pintarakenteesta (kasvillisuus ym.) riippuen hulevesiviemäristä purkautuva virtaama voi aiheuttaa huomattavaakin eroosiota. Lähtökohtaisesti voidaan todeta, että hulevesiviemärin purkupisteen eroosiosuojaus on aina tarpeen, etenkin kokooja- ja pääviemäreiden kohdalla. Eroosiosuojaus pitää ulottaa purkupisteen alapuolella niin pitkälle, että virtausnopeus on laskenut tasolle, joka ei aiheuta eroosiota.

Putkikoko [mm]	Suosittelava minimikaltevuus [‰]	Suosittelava maksimikaltevuus [‰]
200	4,5	120
300	3,0	70
400	2,5	50
500	2,0	40
600	1,6	30
800	1,0	20
1200	1,0	15
1600	1,0	10

Taulukko 15-8 Pienimmät ja suurimmat kaltevuudet.

15.2.4 Mitoitusesimerkkejä

Viereisessä laatikossa 15-1 on esimerkki mitoitusvirtaaman laskemisesta kuvan 15-3 mukaisen valuma-alueen tarkastelupisteessä sekä siitä alkunsa saavan hulevesiviemärin mitoittamisesta.

Mitoitustodennäköisyydeksi on esimerkissä valittu kerran kahdessa vuodessa toistuva sade. Valitun todennäköisyyden tulee perustua joko kohdekohtaiseen riskiarvioon tai suunniteltavan järjestelmän haltijan omaan ohjeistukseen. Valuma-alue on jaettavissa kahteen osavaluma-alueeseen, joista VA 1 on tehokkaasti rakennettu ja VA 2 hyvin väljästi. Tehokkaasti rakennetulla alueella on hulevesiviemäriverkostoa ja väljällä alueella hulevedet purkautuvat ojan kautta.

Mitoitussateen keston määrittelemiseksi arvioidaan ensin valuma-alueen kertymisaika käyttäen apuna taulukon 15-4 ohjeellisia virtausnopeuksia. Kummaltakin osa-alueelta määritellään pisin virtausreitti ja jaetaan se tarkoituksenmukaisiin osiin. Valuma-alueella 1 pisin virtausreitti muodostuu 145 metriä pitkistä viemäriosuudesta ja 80 metriä pitkistä maanpintaosuudesta. Valuma-alueella 2 virtausreitti muodostuu 90 metriä pitkistä ojasta sekä 115 metriä pitkistä maanpintaosuudesta. Osa-alueiden kertymisajoiksi saadaan tällöin alla olevassa taulukossa esitetyt arvot:

Alue	Pisin matka [m]			Pisin virtausaika [min]			
	Viemäri	Oja	Maa	Viemäri	Oja	Maa	Yhteensä
VA1	145		80	2		13	15
VA2		90	115		3	19	22

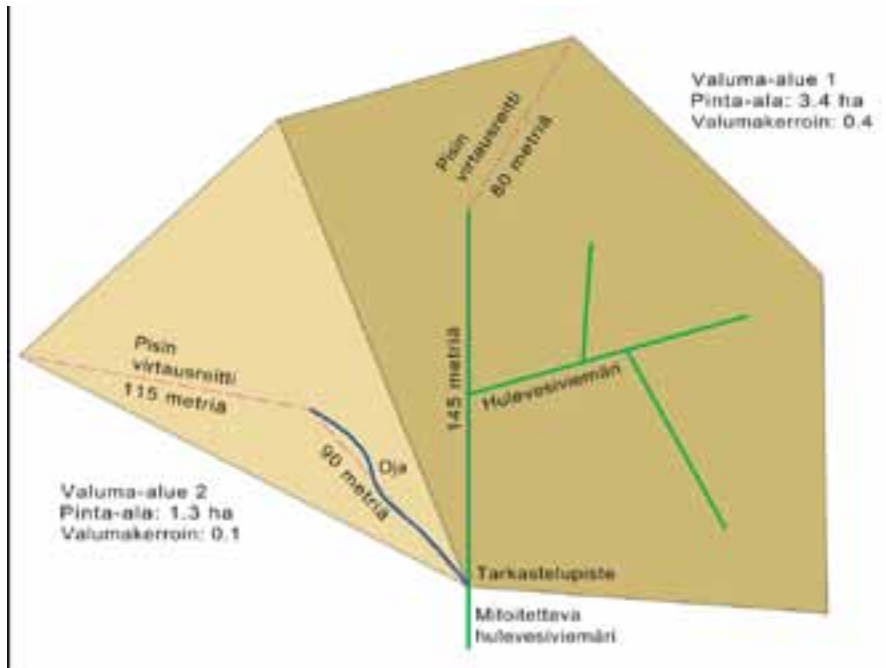
Taulukosta voidaan nähdä, että valuma-alueella 1 kertymisaika on noin 15 minuuttia ja valuma-alueella 2 noin 22 minuuttia. Koska valuma-alue 1 on pinta-alaltaan ja valuntakertoimeltaan suurempi, tarkastelupisteen suurin virtaama muodostuu 15 minuutin sateella, mikä valitaan mitoitusasteeksi. Myös valuma-alueesta 2 suurin osa ehtii muodostaa valuntaa 15 minuutin sateella. Mitoitussateen kesto-aika on siis 15 minuuttia ja toistuvuus kerran kahdessa vuodessa, jolloin sateen rankkuus on taulukon 15-1 mukaisesti 100 l/s x ha.

Maanpintaosuuden virtausajan perusteella voidaan arvioida, että noin 70 % valuma-alueesta 2 muodostaa valuntaa valitulla mitoitusasteella. Tällä tavalla tarkastelupisteen mitoitusvirtaaksi saadaan alla olevassa taulukossa esitetty arvo.

Alue	PA [ha]	Tehokas	Valuma-	Sateen rankkuus	Virtaama [l/s]
		PA [ha]	kerroin	[l/s*ha]	
VA1	3,4	3,4	0,4	100	136
VA2	1,3	0,9	0,1	100	9
YHT					145

Mitoitusvirtaama on siis 145 l/s. Kuvan 15-2 nomogrammista voidaan nähdä, että virtaaman johtamiseen riittävä teoreettinen välityskyky olisi esimerkiksi DN300-putkella, jonka kaltevuus on 10 ‰ tai DN400-putkella, jonka kaltevuus on 3 ‰. Riittävän varmuuden saavuttamiseksi valitun putken kapasiteetin tulee kuitenkin olla teoreettista tarvetta parempi. Tässä tapauksessa voitaisiin valita esimerkiksi DN400-putki, jonka kaltevuus on 6 ‰. Tällöin saavutettaisiin kapasiteetti 200 l/s, joka on 1.4-kertainen mitoitusolanteeseen nähden.

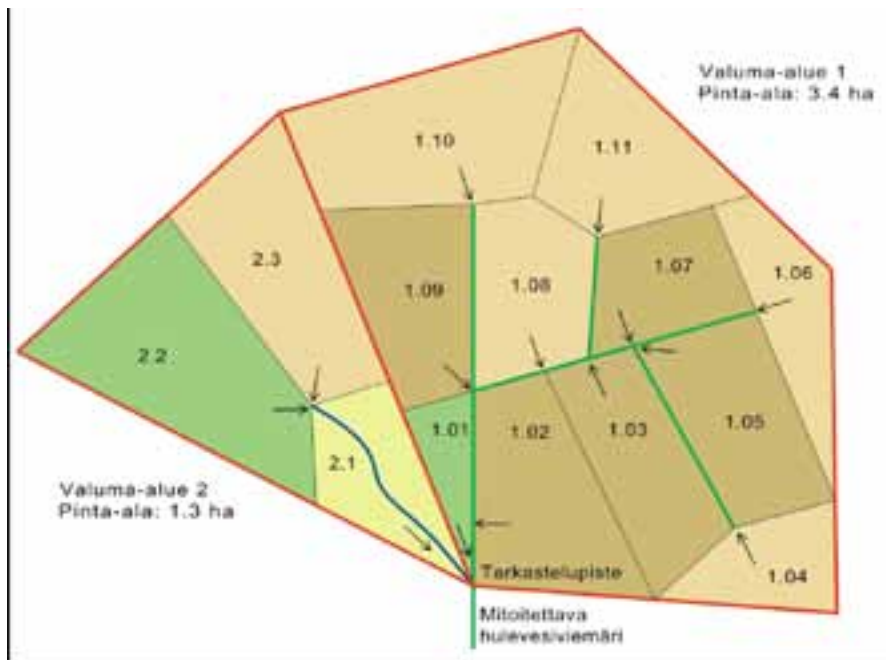
Laatikko 15-1 Yksinkertainen mitoitusesimerkki. Kuva 15-3 seuraavalla sivulla.



Kuva 15-3 Laskentaesimerkin tarkastelualue (Laatikko 15-1).

Mallintamalla suoritettavaa mitoitusta voidaan havainnollistaa edellisen esimerkin avulla. Koska mallinnusohjelmia on lukuisia, tässä yhteydessä ei yksityiskohtaisesti neuvota mallinnuksen käyttöä, vaan selitetään periaatteet ja toimintatavat laatikossa 15-2.

Laadittaessa edellisen esimerkin mukaisesta tarkastelualueesta hulevesimallia kannattaa valuma-aluejakoa tarkentaa, eli jakaa alue pienempiin osiin. Tällöin voidaan tarkastella myös koko alueen sisäisten purkureittien toimintaa sekä määrittää tarkemmin erityyppisten osa-alueiden sadanta-valunta-tapahtumaan vaikuttavat ominaisuudet. Tarkasteltava valuma-alue voidaan jakaa osiinsa esimerkiksi kuvan 15-4 esittämällä tavalla.

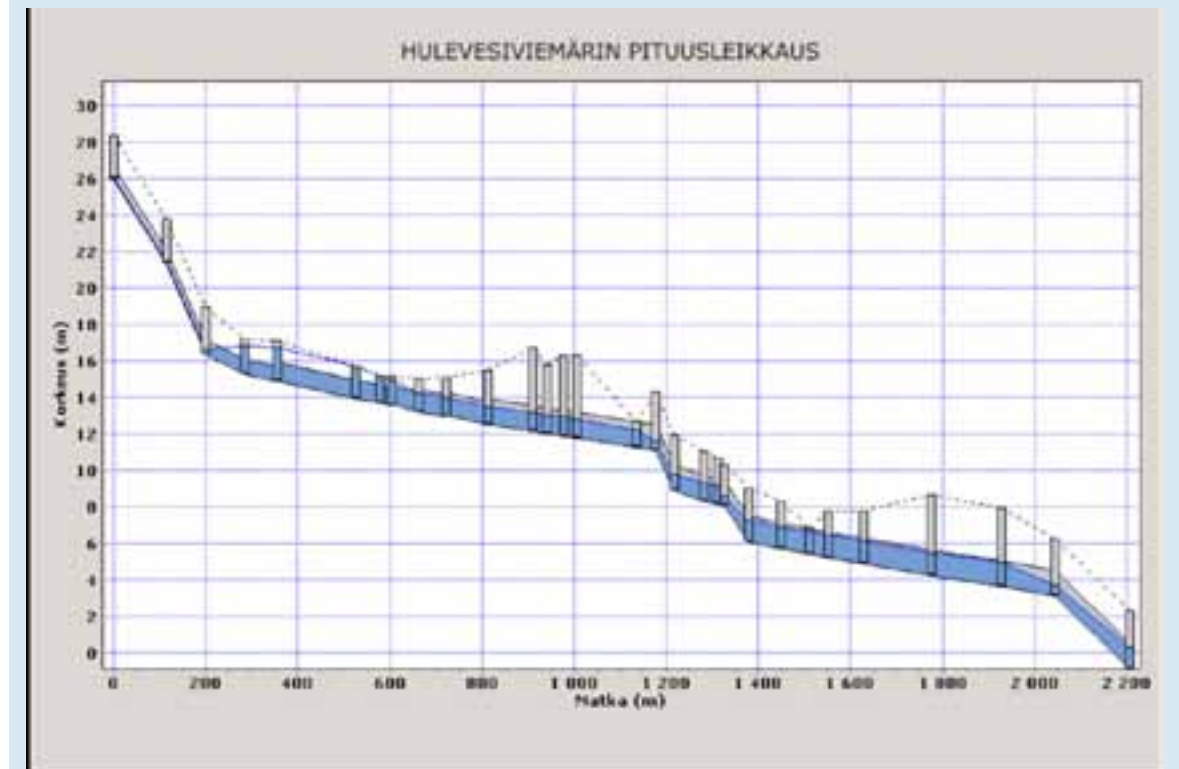


Kuva 15-4 Mallinnusesimerkki.

Mallinnusta varten tarkastelualueen kaksi päävaluma-aluetta on jaettu edelleen yhteensä neljään osavaluma-alueeseen. Osa-alueiden määrä on riippuvainen maastonmuodoista, selvien purkureittien määrästä ja pituudesta sekä erilaisista maankäyttötyypeistä. Tarkoituksena on jakaa alue tarkoituksenmukaisesti riittävän tarkkuuden saavuttamiseksi.

Malliin määritellään kullekin osavaluma-alueelle pintavalunnan muodostumiseen ja purkautumiseen vaikuttavat tekijät – läpäisemättömän pinnan määrä, kaltevuus, painannesäilyntä ja muut häviöt, alueen muoto, jne. Valuma-alueiden lisäksi malliin syötetään olemassa olevien tietojen tai arvioiden perusteella verkostomallin tiedot eli ojien, hulevesiviemäreiden ja muiden virtausreittien koko, korkeusasema, pituuskaltevuus, virtausvastukset, jne. Kullekin osavaluma-alueelle määritellään purkupiste, josta muodostunut virtaama purkautuu mallinnettuun verkostoon.

Valuma-alueiden ja verkostojen lisäksi malliin luodaan tarkastelussa käytettävät sadetapahtumat. Sateet määritellään aikasarjana, jossa sadetapahtuma on jaettu esimerkiksi yhden minuutin jaksoihin, joille kullekin voi antaa oman intensiteetin. Tällöin voidaan esimerkiksi CDS-mitoitussadetta (kts. oppaan osio 11) käyttäen mallintaa helposti ajallisesti muuttuvan sateen vaikutuksia tarkasteltavassa verkostossa. Riippumatta siitä käytetäänkö tasaisen vai muuttuvan intensiteetin sadetta, mallista saadaan tuloksina osavaluma-alueittaiset purkautumiskäyrät sekä virtaamat eri verkoston osissa ajan suhteen. Käytettävästä ohjelmasta riippuen tuloksia voidaan havainnollistaa graafisesti, jolloin esimerkiksi verkostosta voidaan tehdä pituusleikkaus, joka näyttää vedenpinnan vaihtelut kuten alla olevassa kuvassa.



Laatikko 15-2 Esimerkki mallinnuksen käytöstä mitoittamisessa.

16. Hulevesikasvillisuus

16.1 Hulevesikasvillisuuden merkitys

Monimuotoisella kasvillisuudella on luonnonmukaisessa hulevesien hallinnassa keskeinen merkitys hulevesien muodostumisessa ja virtaamisen hallinnassa, eroosion torjunnassa ja hulevesien puhdistamisessa.

Kasvillisuus vähentää hulevesien määrää evapotranspiraation avulla haihduttamalla vettä pinnoiltaan sekä käyttämällä vettä soluhengitykseen ja yhteyttämiseen. Rehevä ja elinvoimainen kasvillisuus viivyyttää hulevesiä tehokkaasti, suojaa maaperää ja pintoja veden kuluttavalta vaikutukselta sekä vähentää uomien eroosiota. Kasvillisuus puhdistaa hulevesiä biologisesti mm. pidättämällä ja sitomalla ravinteita sekä välillisesti tehostamalla hulevesirakenteissa tapahtuvia fysikaalisia ja kemiallisia puhdistusprosesseja. Kosteikoissa ja biosuodatusalueilla kasvillisuus seuralaismikrobeineen sitoo ja käyttää hulevesissä olevia ravinteita ja haitta-aineita sekä pidättää kiintoainesta tehokkaasti. Kosteikoissa hapetta tuottava elinvoimainen kasvillisuus tehostaa fosforin pidättymistä kosteikon maa-aineksiin eli fosforin kemiallista adsorptiota. Biosuodatus- ja imeytysalueilla kasvillisuus edistää juuristollaan veden imeytymistä maaperään ylläpitäen maakerrosten huokoisuutta ja läpäisevyyttä.

Elinvoimainen ja monimuotoinen hulevesikasvillisuus vahvistaa rakennetuilla alueilla luonnon monimuotoisuutta luoden vaihtelevia kasvupaikkoja ja elinympäristöjä. Kasvillisuus parantaa pienilmastoa puhdistuen ja kosteuttaen ilmaa sekä luoden varjoa ja tasaten lämpötiloja. Ojanvarret, purot ja kosteikot toimivat rakennetussa ympäristössä ekologisina käytävinä. Vaihteleva ja monimuotoinen kaupunkiluonto sietää paremmin ympäristön muutoksia

ja luo edellytykset monipuoliselle eliöstölle.

Hulevesirakenteilla ja kasvillisuudella on myös esteettisiä, virkistyksellisiä ja sosiaalisia arvoja. Avoimet vesipinnat, kosteikot, lammet, biosuodatusalueet, purot ja painanteet kosteikkokasveineen lisäävät puistojen, pihojen ja viheralueiden viihtyisyyttä ja luovat alueille identiteettiä. Hulevesirakenteet oikein suunniteltuina, toteutettuina ja hoidettuina voivat olla esteettisesti ja kaupunkikuvallisesti korkeatasoisia. Monimuotoisella kosteikkoluonnolla voi olla myös ympäristökasvatuksellista merkitystä esimerkiksi opetuskohteena. Kuvissa 16-1 ja 16-2 on esitetty suomalaisia kohteita, joissa hulevesikasvillisuus elävöittää maisemaa. Uusilla alueilla viheralueille sijoittuvat hulevesiaiheet on tarkoituksenmukaista tehdä paria vuotta aikaisemmin ennen kuin tontit alkavat rakentua. Tällöin hulevesiaiheiden kasvillisuus on kehittynyt jo luonnostaan ja vakiintunut ottamaan vastaan rakennetun alueen hulevedet. Kun kasvillisuus on kehittymässä, hienoaineksen kulkeutumista voidaan ehkäistä esimerkiksi olkipaalien avulla

16.2 Hulevesikasvillisuuden valinta

16.2.1 Yleiset periaatteet

Istutettavan kasvillisuuden valintaan vaikuttavat kasvupaikkatekijät ja sijainti sekä ilmasto- ja vesiolosuhteet. Lisäksi kasvillisuuden valintaan vaikuttavat mm. alueen käyttö sekä hoidon ja huollon resurssit. Kasvillisuuden valinnassa ja perustamisessa otetaan huomioon menestyminen alueelle muodostuvissa olosuhteissa hoitotarpeet minimoiden. Hulevesien hallinnan kannalta rehevä, monilajinen ja ker-

Koska mallin rakentamisen jälkeen itse tarkastelujen tekeminen on hyvin nopeaa, pystytään mallinnuksen avulla selvittämään useiden sadetapahtumien vaikutuksia esimerkiksi suurinta mitoitustuovuudella esiintyvää virtaamaa haettaessa. Vastaavasti tulva- tai häiriötilanteiden tarkastelu on nopea tehdä mallinnuksen avulla. Mallinnuksen käyttöä voidaan suositella käytettäväksi aina, kun kyseessä on useamman osavalueen tai johtolinjan muodostaman järjestelmän tarkastelu.

15.2.5 Erytistilanteet

Hulevesiviemärit mitoitetaan siten, että ne johtavat valitulla todennäköisyydellä muodostuvan hulevesivirtaaman ilman padotusta. Mitoitusvirtaama on etenkin käsin laskettaessa lähinnä oletus ja mallintamallakin saatu arvo on vain yhtä tarkka kuin käytettävissä olevat lähtötiedot. Tästä syystä putkien dimensioiden valintaan yleensä varmuuden vuoksi hieman laskennallista arvoa suuremmiksi. Tästä huolimatta hulevesiviemäröinnin on tarkoitus toimia ilman padotusta lähinnä melko tavanomaisilla todennäköisyyksillä, tyypillisesti 50 % - 10 % ympäristön vaatimusten tai järjestelmän haltijan ohjeiden mukaisesti. Tätä suuremmilla toistuvuuksilla tai häiriötilanteissa (tukos, putken sortuma) hulevesiviemäri tulvii. Hulevesiviemärin padottaminen on sallittua tasolle, joka on yleensä kadun (hulevesikaivon kannen) taso + 0.10 metriä. Tätä padotuskorkeutta pidetään tavallaan järjestelmän varmuusvarana ja ympäristön rakenteet ja tasaukset tulee suunnitella siten, että padotuskorkeudelle nousevasta vedestä ei aiheudu haittaa.

Hulevesiviemärin tulvimiseen tulee kaupunkirakenteen suunnittelussa varautua siten, että tulvavesien poistuminen alueelta on mahdollista suurempaa vahinkoa aiheuttamatta. Tulvareittitarkastelu tulee tehdä aina hulevesien johtamista ja hallintaa suunniteltaessa. Tulvareitteinä toimivat tiiviisti rakennetuilla alueilla kadut ja muut kulkuväylät, väljemmillä alueilla myös viheralueet. Tarkastelu tulee ulottaa riittävän pitkälle alapuoliselle alueelle ja siinä tulee ottaa huomioon tulvareitillä olevat mahdolliset rakenteet kuten tiet, radat ja muut kulkuväylät.

Mikäli tulvareittitarkastelu osoittaa, että maanpinnalla ei ole hyväksyttäviä tulvareitte-

jä, esimerkiksi tilanteessa, jossa alue on ympäristöään alempana tai tulvavedet ohjautuvat tasauksen takia rakennuksiin, voidaan tulvareitti joutua rakentamaan maanalaisena. Tällöin hulevesiviemärin kokoa laajennetaan tulvamotoitusta vastaavaksi. Tämä ei kuitenkaan ole hulevesiviemäröinnin perustehtävän mukaista eivätkä siitä aiheutuvat kustannukset kohdistu automaattisesti järjestelmän haltijalle. Tällaisissa tilanteissa tulee tulvavesien johtamisesta tehdä erillinen suunnitelma, jossa kiinnitetään huomioita ratkaisun taloudellisuuteen ja tekniseen toteutuskelpoisuuteen. Kustannustern jaosta on sovittava erikseen järjestelmän haltijan ja siitä hyötyvien kesken.

Tulvatilanteiden luotettava tarkastelu ilman mallinnusta on käytännössä mahdotonta. Valuma-alueet ja verkoston yhdistävää mallia käytettäessä ei ole rajoitusta tarkasteltavan saateen rankkuudelle tai ajalliselle muodolle, ja mallinnus voidaan tehdä esimerkiksi toteutuneen rankkasateen perusteella tai voidaan mallintaa kahden peräkkäin toistuvan rankkasateen vaikutuksia. Ilman mallinnusta on myös lähes mahdotonta osoittaa kaikki verkoston pisteet, joissa tulvimista tapahtuu. Monipuolisimmilla mallinnusohjelmilla valuma-alue- ja verkostomallin lisäksi voidaan mallintaa myös maanpinnan virtausreittejä, jolloin tulvavesien ohjautumista ja kertymistä voidaan tarkastella lähemmin.



Kuva 16-1 Monikonpuron ympäristöä Espoon Leppäviidan ekokorttelissa. Puro virtaa asuinkorttelin läpi. (Kuva Hanna Tiira)



Kuva 16-2 Kasvukauden ulkopuolellakin kivetty ja kasvillisuuspinainen hulevesipainanne voi elävöittää ympäristöä. (Kuva Taina Tuominen)

Hulevesiratkaisuilla voidaan kompensoida tiivistyvän kaupunkirakenteen vuoksi hävinneitä habitaatteja ja luoda uusia kaupunkiekologisia habitaatteja hävinneiden tilalle

Luonnonmukaisilla alueilla viheralueille sijoittuviin, kaivettuihin hulevesiaiheisiin kehittyy luontainen kosteikkokasvillisuus erittäin nopeasti, jopa vuodessa. Esimerkiksi osmankäämi voi kasvaa hulevesiaiheen kaivamisen jälkeen jopa kolmessa vuodessa siten, että kasvillisuuden haitallisia vaikutuksia veden padottamiseen joudutaan niitoilla tai ruoppauksilla vähentämään.

Karkeilla mailla kasvillisuus taas kehittyy hitaasti ja näillä alueilla tarvitaan täydennysistutuksia tai mahdollisesti myös kasvualustan lisäystä, parhaimmillaan kosteasta paikasta otetulla kasvualustamateriaalilla, jossa on siemenpankki jo valmiina.

Laatikko 16-1 Tietoa kasvillisuuden kehittymisestä.

roksellinen kasvillisuus pidättää ja puhdistaa hulevesiä paljon tehokkaammin kuin matala ja yksilajinen kasvillisuus, kuten esimerkiksi lyhyeksi leikattu nurmikko. Monilajinen kasvillisuus kestää paremmin vaihtuvia olosuhteita ja puhdistaa yleensä monipuolisemmin hulevesissä olevia haitta-aineita. Olevaa kasvillisuutta säilytetään mahdollisuuksien mukaan rakentuvilla alueilla sekä myös rakentamisen aikana tapahtuvaa vesistökuormitusta hallitsemaan.

Hulevesirakenteiden istutuksissa voidaan hyödyntää sekä luonnonkasveja että koristekasveja. Istutuksissa tulisi käyttää kotimaisia taimia ja siemeniä ja suosia lajikkeita, jotka kestävät vaihtelevia olosuhteita eivätkä edellytä ylimääräistä lannoitusta. Kosteikkokasvien siirtoa suoraan luonnosta ei suositella, sillä luonnontilaiset kosteikko- tai puroalueet ovat usein suojeltuja. Toisaalta esimerkiksi paju- ja pistokkaita, lähialueen tai rakennuspaikan kasveista kerättyjä siemeniä tai talteenotettuja pintamaa- ja kasvillisuussiirteitä tai vesi- ja kosteikkokasvien juurakkoja voidaan pienessä

mittakaavassa hyödyntää esim. ennallistamis-kohteissa. Joissakin luonnonmukaisissa kohteissa voi olla suositeltavaa antaa luontaisen kasvillisuuden levitä uomien ja lammikoiden rannoille.

Hulevesilammikoissa, -painanteissa tai -kosteikoissa, joissa halutaan säilyttää monilajisuus eikä haluta kasvillisuuden leviävän laajalle alueelle, ei suositella käytettäväksi aggressiivisesti leviäviä kasvilajeja kuten osmankäämiä ja järviruokoa. Myös majavankaalit, etelänruttojuuri sekä irtokellujista vesihyasintti leviävät aggressiivisesti. Nämä kasvilajit ovat kuitenkin sopivia hulevesiä tehokkaasti puhdistaviin, rakentein rajattuihin erikoisrakenteisiin. Tällöin kasvillisuuden leviäminen ympäristöön estetään esimerkiksi maanrakennuskankailla ja hoitotoimenpiteillä. Järviruoko sitoo erityisen tehokkaasti fosforia.

Suomen luonnonsuojelulain 43. pykälä kieltää levittämästä luontoon kasvilajeja, joilla ei ole maassamme pysyvää luonnonvaraista kantaa.

Osion 16 lopussa on kasvillisuusliite, johon on listattu kosteikoille ja ranta-alueille soveltuvia luonnonkasveja.

16.2.2 Luonnonmukaiset ympäristöt

Suunniteltaessa hulevesirakenteita luonnonmukaisiin ympäristöihin tulee erityisesti selvittää alueen luonnon ominaispiirteet ja arvot sekä kasvupaikan ominaisuudet. Mahdollisuuksien mukaan säilytetään olemassa olevaa kasvillisuutta. Luonnonmukaisiin ympäristöihin soveltuvat parhaiten alueelle ominaiset luonnonkasvit. Olevaa kasvillisuutta ja kasvualustamateriaaleja voidaan mahdollisesti ottaa talteen rakennettavilta alueilta ja käyttää myöhemmin alueen maisemoinnissa. Tällöin tataan kasvillisuuden hyvä kasvunlähtö ja menestyminen. Lammikoiden, kosteikkojen ja purojen ranta-alueille löytyy useita vaihtoehtoisia lajeja ja siemenseoksia.

16.2.3 Kaupunkiympäristöt

Kaupunkiympäristöihin soveltuvat rakennetut altaat ja kanavat, jotka voivat vaihettua vähitellen luonnonmukaisempiin kivipuroihin,

Muistettavaa kasvi-istutuksista

Rauhoitettuja kasveja ei saa siirtää, poimia tai muutenkaan vahingoittaa. Edes niiden siemeniä ei saa kerätä. Tietoja rauhoitetuista kasveista saa esimerkiksi verkkosivulta <http://www.ymparisto.fi/lajiensojelu> > rauhoitetut lajit

Luonnonsuojelualueilta ei saa kerätä yleisiäkään kasveja.

Muita luonnonkasveja saa siirtää kun niiden siirrolle on maanomistajan lupa, mutta se ei ole suositeltavaa. Hulevesikasveina parhaiten menestyvät alueen ja kasvuympäristön luontaiset kasvit. Rakentamisessa kan-nattaa mahdollisimman paljon hyödyntää alueen omaa kasvillisuutta, jota joudutaan poistamaan rakenteiden alta. Jokamiehen oikeus ei mahdollista laajamittaista kasvin ottamista, josta jää esimerkiksi pysyviä jälkiä toisen omistamalle maalle. Tietoa jokamiehenoikeudesta ja – velvollisuuksista saa esimerkiksi verkkosivulta [www.ymparisto](http://www.ymparisto.fi) > minä ja ympäristö > asiakkaat kysyvät

Vältä voimakkaasti leviäviä kasveja tai istuta niitä ainoastaan sellaisiin paikkoihin, missä niiden kasvua voidaan rajoittaa kitkemällä tai leikkaamalla.

Vieraslajit ovat ongelma sekä vesistöissä että maalla. Älä siirrä kosteikkoihin vieraita hyönteis- tai eläinlajeja tai kasveja. Vältä erityisesti akvaariokasveja sekä voimakkaasti leviäviä vieraslajeja. Tietoa vieraslajeista saa esimerkiksi verkkosivulta www.ymparisto.fi/vieraslajit sekä MMM:n vieraslajit -sivulta <http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/ymparisto/luonnonmonimuotoisuus/vieraslajit.html>

Suosittellemme kotimaisten lajikkeiden käyttöä koska ne kestävät parhaiten Suomen vaihtelevia sääolosuhteita.

Ota selvää kasvien vaatimista kasvuolosuhteista. Valon, varjon ja kosteuden tarve ja sietokyky vaihtelevat.

Ota huomioon myös muut käyttäjät. Osa kasveista on myrkyllisiä tai voivat lisätä allergiaoireita. Hyönteisten suosimat kasvit taas lisäävät alueen monimuotoisuutta.

Laatikko 16-2 Muistettavaa kasvi-istutuksista.

painanteisiin, lammikoihin ja kosteikkoihin. Rakennettuun ympäristöön sopivat yleensä koristekasvit, joita voidaan täydentää luonnonkasveilla. Toisaalta luonnonkasveilla saadaan toteutettua reheviä keitaita tiiviin kaupunkirakenteen sisälle. Erittäin tiiviisti rakennetuilla alueilla suuri osa pinta-alasta on yleensä kat-

topintoja tai kansirakenteita, jolloin hulevesien hallintaan käytetään istutusaltaita ja viherkattoja, jotka asettavat kasvillisuudelle omat erityisvaatimuksensa. Kuvassa 16-3 ruttojuuri on hulevesiaiheen koristeena. Kuvassa 16-4 hulevesiaiheessa on vesikasveja.



Kuva 16-3. Vas. Puron rakennettua ja istutettua rantaa Helsingin Aarrepuistossa. (Kuva Jan Tvrdy).



Kuva 16-4. Oik. Lontoon Millennium Village ja Ekologinen puisto (Kuva Eeva Eitsi).

16.3 Kasvillisuuden valinta erilaisissa hulevesirakenteissa

Hulevesikasvillisuuden keskeinen valintakriteeri on kasvupaikan ominaisuudet. Tässä on keskitytty hulevesirakenteiden osalta painanteiden, kosteikkojen, lammikoiden ja purojen kasvilajien valintaan vaikuttaviin tekijöihin erityisesti maastonmuotoilun ja vesiolosuhteiden kannalta. Kallio- ja maaperän, tuulisyyden ja valoisuuden vaikutuksia kasvilajien valintaan ei tässä yhteydessä ole kuvattu.

16.3.1 Painanteet

Kasvillisuuspeitteisten painanteiden kasvillisuuden tulee sietää sekä kosteutta että kuivuutta, sillä kosteusolot painanteissa vaihtelevat. Liikenne- ja pysäköintialueiden

hulevesipainanteissa kasvillisuuden valinnassa tulee ottaa huomioon lumen varastointi ja tiesuolan vaikutus sekä koneellinen puhdistus. Puistoissa painanteet voivat olla vaihtelevan levyisiä. Leveissä painanteissa on tilaa monilajiseen ja kerrokselliseen kasvillisuuteen. Painante voi olla myös nurmipintainen tai esimerkiksi osittain kivetty ja osittain istutettu. Painanteina kannattaa hyödyntää maaston luonnollisia uomia ja alavia alueita.

Painanteen muodolla, muotoilulla ja kasvillisuuden tyypillä vaikutetaan veden viipymään ja virtaaman nopeuteen. Riittävän pitkä viipymä ja hidasta virtaama tehostavat hulevesiin sitoutuneiden aineiden laskeutumista painanteeseen ja lisäävät haihtuvan, suotautuvan ja kasvillisuuteen sitoutuvan veden osuutta. Virtaamaan ja viipymään vaikuttavia tekijöitä ovat mm. veden kulkeman matkan pituus, uoman kaltevuus, profiili ja poikkileikkaus sekä veden virtausta hidastavat rakenteet ja kasvillisuus. Veden virtausta voidaan hidastaa ja viipymää pidentää rakentamalla uoman yhteyteen imey-

tys- ja hidastusaltaita. Tiheä kasvillisuus ja uoman poikkileikkauksen epäsäännöllinen muoto pienentävät veden virtausnopeutta ja lisäävät samalla veden viipymää. Virtausnopeuden hidastuessa painanteen eroosioriski pienenee. Kasvillisuus painanteen reunoilla vähentää osaltaan eroosiota sitomalla maata juurillaan.

Nurmipintaisia loivia painanteita voidaan puistoalueilla hoitaa kuivina kausina koneellisesti. Luiskien suositeltava maksimijyrkkyys on

1:3. Tavoiteltavat luiskakaltevuudet ovat 1:4 – 1:5, mikäli tilaa on riittävästi. Mitä enemmän painanteessa on kasvillisuutta, sitä parempi on puhdistava vaikutus. Painanne voi olla myös rakennettu siten, että siinä on pohjalla imeytävä tai suodattava rakenne, esim. sorapeti, jolloin kosteikko- ja koristekasvillisuus voidaan istuttaa suodattavan rakenteen reunoille.

Kuvissa 16-5, 16-6 ja 16-7 on esimerkkejä kasvillisuuspainanteista.



Kuva 16-5 Esimerkkejä pysäköintialueella sijaitsevista painanteista. (Kuvat FCG ja Eeva Rapola)



Kuva 16-6 ja kuva 16-7 Periaatekuvia viheralueiden kasvillisuuspainanteista. (Kuvat FCG)



Kuva 16-8 Helsingin Eko-Viikin asuinalueella varastoidaan, viivytetään ja puhdistetaan hulevesiä pihoiden ja pysäköintialueilla. Vasemmalla hulevesiä hyödyntävä kastelukaivo ja kivetty hule-vesipainanne, oikealla vettä läpäisevää nurmikiveystä. (Kuvat Eeva Eitsi)

16.3.2 Biopidätysalueet

Kasvillisuuspeitteiset viivyty-, suodatus- tai imeytysalueet (biopidätysalueet - engl. bio-retention, ns. sadepuutarhat - engl. rain gardens) ovat pienimittakaavaisia suodatusrakenteita, jotka on suunniteltu pienten ja normaalien sateiden aiheuttamien hulevesivirtausten käsittelyyn. Ne ovat kasvillisuuden peittämiä painanteita, joiden tehtävänä on viivyttää ja puhdistaa hulevesiä kasvillisuuden avulla ja suodattamalla niitä maakerrosten läpi. Biopidätysalueet sopivat kaiken tyyppisille alueille, joilla käsiteltävien hulevesien määrä ei ole kovin suuri; niin piha- ja puistoalueiden osaksi kuin pysäköinti- ja liikennealueille. Biopidätys ei pidätä kloridia. Kuvassa 16-8 esitetään Helsingin Eko-Viikissä erilaisessa käytössä olevilla alueilla olevia biopidätysratkaisuita.

Biopidätysaltaan kasvillisuuden tulee kestää sekä kuivuutta että kosteutta. Lisäksi liikennealueilta johdettavan huleveden mahdollinen suolapitoisuus asettaa kasvillisuudelle lisävaatimuksia. Hyvin suunniteltu ja toteutettu biopidätysalueiden kasvillisuus saattaa edellyttää vähemmän hoitoa kuin leikattavat nurmialueet, mutta rakenteiden toimivuuden tarkkaileminen sekä suodatusrakenteiden säännöllinen kunnossapito ja ajoittain tehtävä uusiminen tuovat oman lisänsä hoitotoimenpiteisiin. Biopidätysalueille soveltuvia kestäviä ja kuivuuden ja kosteuden vaihtelua sietäviä lajeja ovat mm: pajut (*Salix*) ja lepät (*Alnus*), rentukka (*Caltha palustris*), keltakurjenmiekkä (*Iris*

pseudacorus), ranta-alpi (*Lysimachia vulgaris*) ja rantakukka (*Lythrum salicaria*).

Eriyisen likaisia hulevesiä ovat tie- ja lumenkaatopaikka-alueiden hulevedet. Niitä puhdistetaan tehokkaissa ja tarkoituksenmukaisissa, kasvillisuutta ja eri menetelmiä hyödyntävissä peräkkäisissä hulevesirakenteissa (engl. "treatment train") sekä erityisrakenteissa, kuten juurakkopuhdistamoissa, joissa pyritään mahdollisimman tehokkaaseen vesien epäpuhtauksien puhdistamiseen. Juurakkopuhdistamossa hulevesien viivytysohjeellaan vaihtelevia oloja kestäväällä kasvillisuudella siten, että sen pinta-alasta suurin osa on puhdistavan kasvillisuuden peittämää. Kasvillisuuden avulla saavutetaan paras puhdistusteho kun kasvien kokonaismäärä suuri - lajirunsaudella ei juurakkopuhdistamoalueella sen sijaan ole erityistä merkitystä. Alueen on hyvä olla kutakuinkin heti kasvillisuuden peittämä, jolloin puhdistumisprosessi toimii. Puhdistusteholtaan parhaat kasvit ovat aggressiivisesti leviäviä lajeja, kuten järviruoko, järvikaisla ja osmankäämit sekä puuvartisista pajut.

Muuten biopidätysalueilla on yleensä hyvä olla useampaa lajia toiminnan ja kasvillisuuden menestymisen varmistamiseksi sekä puhdistustehonkin kannalta. Biopidätysalueella kasvukerroksen vedenläpäisevyyden tulee olla hyvä, mutta veden ja ravinteiden pidätyskyvyn kasveille riittävä.

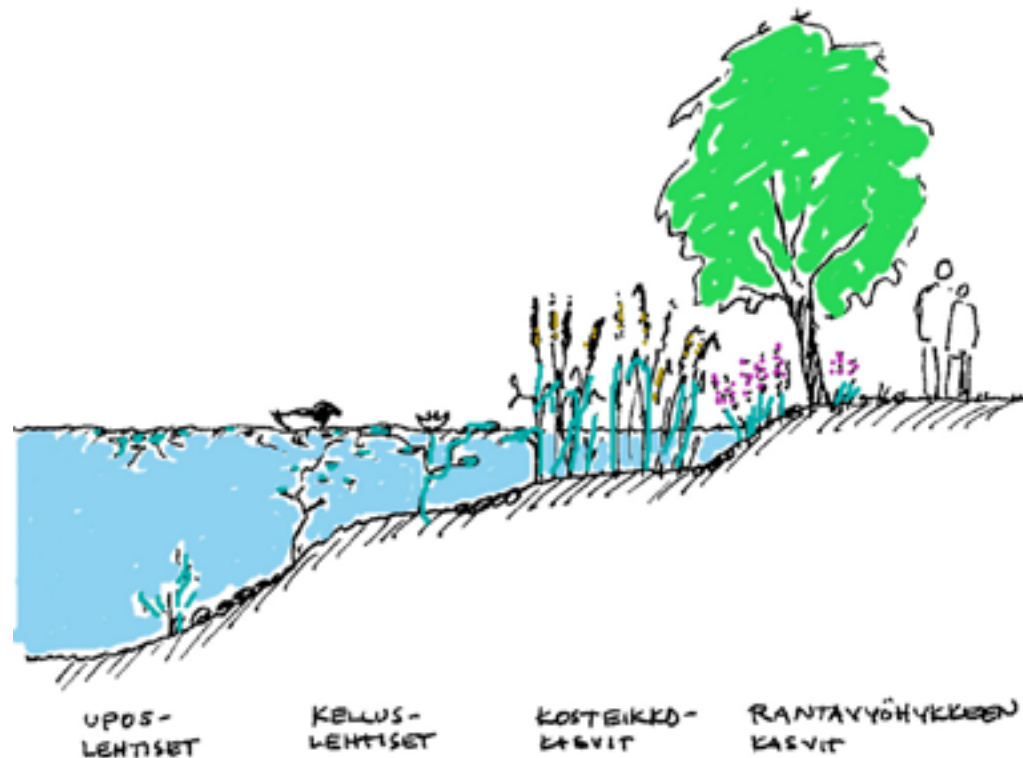
16.3.3 Kosteikot

Kosteikot ovat kasvillisuuden peittämiä tai osin avovesipintaisia alueita, jotka ainakin ajoittain ovat veden peitossa kokonaan tai osittain. Kosteikot ovat suurimman osan ajasta vähintään kosteita. Niiden avulla pystytään hidastamaan ja viivyttämään suuriakin hulevesimääriä ja näin ehkäisemään eroosiota ja tulvimista alapuolisilla purkureiteillä. Viivyttäminen mahdollistaa myös kiintoaineksen ja siihen sitoutuneiden epäpuhtauksien laskeutumisen kosteikon pohjalle. Kosteikoissa tyypillisesti rehevä vesi- ja kosteikkokasvillisuus sitoo itseensä bioprosessien avulla ravinteita ja epäpuhtauksia. Lisäksi kasvillisuus tehostaa kosteikoissa tapahtuvia fysikaalisia ja kemiallisia puhdistusprosesseja. Kosteikot ovat hyvin toteutettuina altaita ja lammikoita tehokkaampia hulevesien puhdistajia bioprosessiensa takia.

Kosteikkojen paikat valitaan yleensä niin, että ne sijoittuvat pääasiassa olemassa oleville pintavalunnan purkureiteille tai maastopainanteisiin, joihin hulevedet voidaan helposti

johtaa. Kosteikkojen sijoittaminen luontaisiin painanteisiin vähentää rakennustöitä, sillä helpoimmillaan kosteikko voidaan toteuttaa pelkästään patoamalla purkuuoma. Kosteikkoja yhdistävät toisiinsa ojat ja purot. Kosteikot suositellaan perustettavaksi pintavesiuoman yhteyteen, jolloin niissä on kosteikkokasvillisuudelle suotuisa jatkuva veden saanti ja vaihtuvuus.

Kosteikon perustamisessa ja kasvien lajien valinnassa hyödynnetään kosteikkojen luontaista ja veden korkeuden vyöhykkeyttä. Syvimpään veteen istutetaan vesikasveja, rantaviivalle matalaan veteen rantakasveja, vaihtelevan veden pinnan alueelle kasveja, jotka kestävät sekä kuivuutta että kosteutta, tulvaniitylle tulvaniityn kasveja ja ylimmälle jo kuivalle rantaosuudelle niittyä. Toisaalta kosteikko voi olla kauttaaltaan kosteaa niittyä, jos vettä on runsaammin vain ajoittain tulvatapahtuman aikaan. Jos vettä on vaihtelevasti, valitaan kasvilajeja, jotka tulevat toimeen vaihtelevissa olosuhteissa. Kuvassa 16-9 esitetään periaatekuva rannan eri kasvillisuusvyöhykkeistä.



Kuva 16-9 Periaatekuva rannan kasvillisuusvyöhykkeistä (FCG).

Vuodenaikojen voimakas vaihtelu ja kasvukauden lyhyys ovat Suomessa tekijöitä, jotka asettavat vaatimuksia kosteikkojen ja muiden biologisia prosesseja vaativien huleveden käsittelymenetelmien ympärivuotiselle toimivuudelle. Kasvillisuutta voidaan käyttää tehokkaimmin hyväksi hulevesien käsittelyssä kesäkuukausina.

Paras puhdistusteho saadaan aikaan monilajisella kasvillisuudella. Alueen luontaisten kasvien mahdollisuudet elää kosteikoissa ovat paremmat kuin muualta tuotujen lajien. Pensaista erityisesti pajun on todettu olevan erittäin tehokas ravinteiden pidättämisessä. Lehtipuista tervaleppä soveltuu hyvin kosteikon rannoille tuomaan vaihtelevuutta. Puut myös varjostavat kosteikkoa ja hillitsevät samalla vesikasvien liiallista kasvua.

16.3.4 Altaat, lammikot ja purot

Altaita ja lammikoita käytetään ensisijaisesti suurten vesimäärien varastointiin ja viivyttämiseen. Hulevesialtaat voivat olla täysin rakennettuja, kovapintaisia ja kasvittomia. Lammikoissa on laajempi avoin vesipinta kuin

kosteikoissa, joissa kasvillisuuden osuus on suurempi. Lammikon muotoilussa on kasvien kannalta keskeistä sen rantojen riittävän loiva kaltevuus (suositus 1:4 - 1:6). Tällöin saadaan istutuspinta-ala kasvillisuudelle ja rannat kestävät paremmin eroosiota. Loiva ranta on myös käyttäjien kannalta turvallisempi. Rannan profiiliin tulisi olla porrastettu, jolloin rantaluiskaan istutetut taimet pysyvät paremmin paikallaan. Lammikon muoto ja pohjan profiili vaikuttavat myös puhdistustehoon. Niin rantojen kuin pohjankin profiiliin tulisi olla vaihteleva. Kuvassa 16-11 on viivytylammikko, jossa esiintyy useanlaisia kasvillisuuksia.

Lammikon perustamisessa ja kasvien valinnassa hyödynnetään kasvillisuusvyöhykkeitä (periaatekuva 9). Rantaveteen tai vesirajaan istutetaan isoja taimia tai rantaviiva perustetaan eroosiota hyvin kestäväällä rantakasvimatolla tai -rullalla, jossa on mukana kasvien taimet. Vaihtelevan kosteuden vyöhykkeelle voidaan istuttaa esim. rantakasvimattoja ja ylimmälle vyöhykkeelle niittymattoja, kylvää niittyä siemenistä tai käyttää pajupistokkaita sekä istutettavia taimia.

Rantakasvimaton ja -rullan lisäksi muita eroosiosuojaustapoja ovat erilaiset eroosiover-



Kuva 16-10 Helsingin Viikinoja mutkittelee peltomaisemassa. Muotoiltu purouma siirrettiin nykyiselle paikalleen Viikin alueen rakentamisen myötä. Tulva-aikaan vesi voi nousta loiville tulvaniityille. (Kuva Eeva Eitsi)



Kuva 16-11 Viivytysslammikon kasvillisuus voi olla rehevää. (Kuva Anneli Lyytikä)

kot ja -matot, kuten kookosmatto sekä niitty- ja perennamatot.

Puruoman muotoilulla ja uoman hydraulikalla pyritään viivyttämään vettä mahdollisimman pitkään. Uoman poikkileikkauksessa voidaan hyödyntää ns. kaksoisprofiilia, jolloin syvemmässä ja poikkileikkaukseltaan kapeammassa osassa (alivesiuoma) virtaa vesi myös kuivaan aikaan. Tulva-aikaan vesi pääsee nousemaan ylemmälle tulvatasanteelle. Alivesiuoman rakentaminen riippuu maaperästä. Savimaa liettyy ja täyttyy nopeasti sedimenteistä, joten alivesiuomaa ei ole mielekästä rakentaa. Hyvin pienissä uomissa vesieliöstön elinolosuhteet ovat heikot, joten alivesiuoman rakentaminen ei useinkaan ole tarkoituksenmukaista. Kasvien valintaan vaikuttavat uoman profiili ja veden pinnan korkeuden vaihtelut sekä maan rakeisuus, ravinteisuus ja kasvialustan paksuus. Kapeammissa uomissa,

jossa virtaus saattaa paikoin muodostua voimakkaaksi, voi olla järkevää käyttää kasvillisuuden sijasta esim. luonnonkiveä tai muita materiaaleja eroosiosuojana kohdissa, joissa virtaus on voimakasta. Uomat toimivat myös tärkeinä ekologisina käytävinä. Kuvassa 16-10 näkyy Helsingin Viikinoja, johon liittyy tulvaniittyjä.

16.3.5 Viherkatot

Viherkattojen kasvillisuuden tulee kestää muun muassa säätilan ääriolosuhteita kuten tuulisuutta, kuivuutta ja auringon paahdetta. Lisäksi kasvialustassa on huomioitava sen paloturvallisuus. Viherkattojen kasvillisuus suojaa alapuolisia kattorakenteita auringon uv-säteilyltä ja tasaa rakennuksen lämpötilavaihteluja.

Ohutrakenteisten viherkattojen kasvilli-

suudeksi soveltuvat parhaiten valmiit, esikasvatetut kasvillisuusmatot. Valmistajien mukaan ne soveltuvat parhaiten katoille, jotka ovat kaltevuudeltaan 0-25/27 astetta. Matoissa käytetään vaihteleviin sääoloihin sopeutuvaa kasvillisuutta, kuten kalliolakien ja kuivien katojen lajeja, joilla ei ole syvää juuristoa ja joille riittää ohut kasvialustakerros. Kasvillisuusmattoihin käytetään pääasiassa maksaruoho-sammalkasvillisuutta, joka soveltuu vähäisen hoitotarpeensa, kestävyytensä ja pitkäikäisyytensä vuoksi hyvin laajojen kattopintojen materiaaliksi. Useilla myytävillä kasvillisuusmatoilla on palosertifikaatti

Muita viherkattojen katerakenteita ovat paikalla rakennettava kattokasvillisuus. Tällöin eristetylle katolle asennetaan esimerkiksi turvelevyjä tai levitetään kansirakenteille kehitettyä multaseosta, johon voidaan kylvää maksaruohoja, levittää maksaruohosilppua, istuttaa pistokkaita tai asentaa esim. ruohokasvilli-

suusmattoja. Paikalla rakennettavat viherkatot sopivat parhaiten tasakattoihin tai loiviin kattoihin. Näissä vaihtoehdoissa tulee kuitenkin ottaa huomioon paloturvallisuus, salaojitus, hoito, viherkattorakenteen kuormitus ja sen vaikutus alapuoliseen kattorakenteeseen sekä sääolosuhteet. Turvekatot tulevat harvoin kyseeseen kohteissa, joissa on tiukat paloturvallisuusvaatimukset.

16.3.6 Kasvillisuusmatot

Kasvillisuusmatoissa kasvillisuus on esikasvatettu runkoverkkoon, joka helpottaa sen asentamista sekä suojaa kasvillisuutta eroosiolta. Matoissa käytetään yleensä useiden lajien ja lajikkeiden sekoitusta, joka lisää niiden kestävyttä ja eri vuodenaikojen mukaan vaihtuvaa ulkoasua. Kasvillisuusmatoista on saatavilla erikseen sopivat kasvillisuusvaihtoehdot aurinkoiseen sekä varjoisiin olosuhteisiin.



Kuva 16-12 Maksaruohokasvillisuusmatot koostuvat useista lajikkeista, jotka vaihtavat väriä vuoden-ajan ja sääolojen mukaan. (Kuva Eeva Rapola)

Maksaruoho- ja sammalkasvillisuusmatot kestävät parhaiten paahdetta ja kuivuutta sekä ovat kevyin katto-kasvillisuusvaihtoehto. Lisäksi on saatavilla maksaruoho-, keto- ja ruohokasvillisuusmattoja, joissa on kuivuutta kestäviä heiniä. Näillä kasvillisuusmattoilla saadaan perinteisen ruohokaton oloinen ilme, mutta ne vaativat enemmän hoitoa.

Maksaruoho- ja sammalkasvillisuusmattoista on saatavilla eri valmistajilla erilaisia variaatioita maton runkorakenteesta. Niissä käytetään yleensä ohutta kasvualustakerrosta, jonka kasvualustaseos tai -materiaali on kevyt ja paloturvallinen. Mattoihin liittyy salaojituserros, joka varastoi sopivasti kosteutta. Mattojen rakenne on kehitetty myös eroosiokestäväksi. Mattojen asennuksessa on tärkeää, että ne liitetään tiiviisti limittäin ja tuetaan kaikesta ulkoreunoilta, jolloin kasvillisuus ei pääse kuivumaan reunoilta. Kasvillisuusmatot soveltuvat myös laajoille teollisuusrakennuksien kattopinnoille sekä asuinrakennusten ja piha- varastojen katoille. Kuvassa 16-12 katoilla on maksaruohoa.

16.4 Kasvualustat ja istuttamistavat

16.4.1 Yleistä istuttamisesta

Kasvillisuutta voi istuttaa painanteisiin, biopidätysalueille, kosteikkoihin, puronvarsille tai lammikoihin mm. taimina, pistokkaina, paakuina, siemenistä tai käyttämällä valmiita kasvimattoja. Vesirajaan tai sen yläpuolisille alueille voidaan lisätä kasvillisuutta siemenkylvönä. Vaihtelevan kosteuden vyöhykkeelle voidaan istuttaa esimerkiksi kasvimattoja ja taimia. Vedenpinnan alapuolisille alueille käytetään siirrettyjä kasveja, taimia tai juuripaakkuja.

Puiden ja pensaiden istutus on suositeltavaa ylempällä rantavyöhykkeellä. Esimerkiksi tervaleppä sitoo tehokkaasti rantavyöhykettä suoraan alaspäin kasvavilla juurillaan. Pensaat ja rantapuusto muodostavat pysyvän eroosiosuojan. Ne myös varjostavat uomaa tasaten veden lämpötilaa ja toimivat eliöstön suojana ja ravinnonlähteenä.

Jos virtaus on kova tai istutettava luiska

on jyrkkä, suositellaan valmiiden kasvimattojen tai -rullien käyttämistä. Kookoskuitumattoja käytetään rakennetuissa luiskissa estämään pintaerosiota. Matto asennetaan maanpintaan, tapitetaan paikalleen maahan ja ruohosiemenet kylvetään suoraan maton päälle. Kylvö toteutetaan ennen virtaustapahtumaa. Kookosmatoista löytyy myös vaihtoehtoja, joissa siemenet ovat valmiina. Pensaiden istutus voidaan tehdä maton läpi tehtyihin aukkoihin. Kookosmatto maatu alustansa noin 4-5 vuoden jälkeen.

Pajusuojaus tai risunki ovat vaihtoehtokäsitteitä, jotka soveltuvat erityisesti luonnonympäristöihin. Kookosmatoista ja -rullista, pajusuojuuksesta ja risunkien perustamisesta on saatavilla tietoa InfraRYL 2010 -julkaisussa, kohdassa 22250 Luonnonmukaiset eroosiosuojaukset.

16.4.2 Kasvualustat

Kosteikko- ja vesikasvien kasvualustat

Kosteikko- ja vesikasvien kasvualustojen tulee olla hyvin vettä pidättäviä. Näin ollen vesikasvit viihtyvät savipitoisessa kasvualustassa. Kasvualustat tulee suunnitella aina paikalliset olosuhteet huomioon ottaen.

Biopidätysalueiden kasvualustat

Biopidätysalueen imeytyspainanteen alaosan rakenne vaihtelee ympäröivän maaperän ja ympäristöolosuhteiden mukaan. Hyvin vettä läpäisevässä maaperässä imeytyspainanne ei edellytä muita rakennustöitä kuin pinnan muotoilun ja kasvukerroksen asentamisen ja kasvillisuuden istuttamisen. Heikosti vettä läpäisevässä maaperässä voidaan tehdä syvempi massanvaihto, jolloin kasvukerroksen alle rakennetaan pidätys-imeytyskerros karkeasta ki- viaineksesta imeytyskaivannon tapaan.

Salaojitusta käytetään vettä heikosti läpäisevässä maaperässä johtamaan ylimääräinen vesi eteenpäin, jolloin rakenne toimii osittain imeyttävänä ja osittain suodattavana. Laadultaan hyvin huonoja hulevesiä käsiteltäessä painanteen rakenteet voidaan eristää ympäröivästä maasta läpäisemättömällä kalvolla, jolloin järjestelmä toimii pelkkänä suodattimena.

Biopidätys- ja -suodatusalueiden tai imeytysalueiden kasvualustan tulisi olla läpäisevää ja suodattavaa, jolloin kasvualustassa tulee olla riittävästi hiekkaa. Suodatuskerroksen maa-aineksen tulee olla vettä sopivasti läpäisevä ja toisaalta bioaktiivinen epäpuhtauksien pidättämiseksi. Kasvualusta suunnitellaan aina paikalliset olosuhteet huomioon ottaen.

Hulevesirakenteiden kasvualustoista on toistaiseksi vähän kokemusperäistä ja tutkittua tietoa Suomessa. Kasvualustojen tutkimusella ja kehittämisellä on selvä tarve.

16.4.3 Kylvö ja laikkuistutus

Niittyjen kylväminen on edullisin tapa laajojen alueiden kasvillisuuspeitteisyyden saavuttamiseksi. Valmiin niityn muodostumiseen menee kuitenkin muutamia vuosia. Niittykasvillisuuden kylvöön käytetään valmiita kasvupaikan mukaan tehtyjä sekoituksia. Siemenet ovat pieniä, joten ne sekoitetaan esim. hienoon hiekkaan kylvön helpottamiseksi tai siemenet kylvetään emulsiokylvönä, jolloin kosteus säilyy paremmin ja eroosioriski on pienempi. Siemenet kylvetään pintaan, sillä useat siemenet vaativat valoa itääkseen.

Niityille voidaan luoda elinolosuhteet myös laikkuistutuksin. Tällöin halutulle alueelle siirretään niittykasvillisuuspaakkuja muualta tai käytetään valmiita taimia tai kylvöä. Paakuisa voidaan siirtää sopivasta kohteesta alueen luontaista kasvillisuutta. Laikkuihin istuttamalla kasvillisuus saadaan leviämään nopeasti halutulle alueelle, jolloin eroosio- ja maisemahaitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi.

16.4.3 Taimet ja kasvillisuusmatot

Vesirajaan tai sen yläpuolisille alueille istutettavien kosteikkoperennojen taimien juuripaakkuja ei laiteta normaalin vedenpinnan tason alapuolelle. Kasvillisuutena käytetään kosteikkokasveja kotimaisia luonnonlajeja, jotka kestävät ajoittaista vedenpinnan nousua. Vedenpinnan alapuolisille alueille käytetään vesikasvien taimia, jotka istutetaan suoraan al- taiden pohjaan. Kookoskuidussa kasvatetut vesikasvien taimet voidaan istuttaa suoraan ki- vimurskaan.

Rehevästi kasvavan rantakasvillisuuden istuttaminen yksittäisillä kasveilla on työlästä. Tarkoitusta varten myydään valmiita niity- ja rantakasvillisuusmattoja. Valmiissa kasvillisuusmatossa kookoskuituiseen kankaaseen on esikasvatettu ranta- ja vesikasveja suoran paikalle asennettavaksi. Matto on noin 15 cm paksu ja muodostuu suurimmaksi osaksi matossa kasvavien perennojen juurista. Kasvillisuusmattojen valmiin juuriston takia ne kiinnittyvät nopeasti uuteen kasvupaikkaan ja soveltuvat siten kohteisiin, joissa on veden virtausta. Mattojen perustukseksi riittää tasattu rantaviiva, johon matto asennetaan ja kiinnitetään esim. maahan upotettavilla puukiiloilla. Rantarullia voidaan käyttää myös mutkittelevassa uomassa, sillä ne ovat taipuisia. Kasvit juurtuvat kasvupaikalleen ennen kuin kookoskuitu lahoaa kokonaan. Matoissa käytetään useita lajeja ja erilaisia vaihtoehtoja on tarjolla monenlaisen kasvupaikkaan. Matto- vaihtoehtoja on mm. eroosiosuojaukseen, puhtaasti koristetarkoituksiin, merenrannoille, vedenpuhdistusaltaisiin ja pohjoisen olosuhteisiin. Erityisesti meren ja järvien rannoille istutettaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota mattojen kiinnityksiin. Jäät vievät helposti matot mennessään. Kasvilajistoon kuuluu mm. saralajeja, vihvilöitä, iiriksiä, rantakukkia, kurjenjalkoja, rentukoita, ruoholeinikkejä ja luhtalemmikkejä. Jotkut matossa olevat lajit voivat ajan kuluessa kadota, toiset taas kasvattavat suhteellisesti osuuttaan tulevassa rantakasvillisuudessa.

Kookosrullat ovat kookoskuituisesta kankaasta koottuja rullia, jotka soveltuvat erilaisen rantaluiskien tukemiseen. Rulliin voidaan esikasvattaa valmis ranta- ja vesikasvillisuus kuten kookosmattoihinkin. Rullat kiinnitetään rantaluiskaan puukepein. Kookosrullat maatu- vat noin 2-5 vuoden aikana, jolloin kasvillisuuden juuristo on ehtinyt sitoutua maaperään.

Kuvassa 16-13 rantakasvimattoja on hyödynnetty yhtenä elementtinä joen ranta-alueen viimeistelyssä.



Kuva 16-13 Turun Aurajoen rannassa rantakasvimattoja on sijoitettu vesirajaan vuorotellen pyöreiden luonnonkivien kanssa. Kuvassa luonnonvesistö, mutta samaa tekniikkaa voidaan soveltaa hulevesiuomiin. (Kuva FCG)



Kuva 16-14 Keltakurjenmieikka sietää kosteuden vaihtelua. (Kuva Eeva Eitsi)

16.4.4 Pistokkaat

Pajupistokkaat ovat nuoria pajunversoja, jotka työnnetään maahan. Maan sisään joutessaan pajun silmuja kohtiin kehittyvät juuria ja pistokkaat alkavat versoa. Pajupistokkaat ovat osoittautuneet suosituksi menetelmäksi ja niitä on käytetty eri puolilla maata. Pajupistokkaiden käyttö ja asennus on helppoa, mutta pistokkaita käytettäessä menetelmän välittömät suojausvaikutukset jäävät muita kasvillisuuden perustuvia menetelmiä heikommiksi, sillä juuristolla ja lehdistöllä kestää oma aikansa kehittyä verrattuna esimerkiksi istutettaviin taimiin tai rantamattopihin. Pistokkaita tulisi käyttää lähinnä täydentämään muita menetelmiä ja esimerkiksi elävöittämään perinteistä kivisuojauksia.

Erosiosuojaksi soveltuu myös tuoreista pajunoksista tehty oksakate tai kudotta-

va pajumatto. Käytettävien pajujen tulee olla tuoreita, jotta pajujen juurtuminen onnistuisi halutulla tavalla. Katteet on hyvä peittää kevyellä maakerroksella ja kastella kuivumisen ehkäisemiseksi. Pajumatot ja -katteet soveltuvat luonnonmukaisilla alueilla rantojen eroosion ehkäisyyn.

16.5 Kasvillisuuden hoito

16.5.1 Yleistä

Suunniteltavien rakenteiden kunnossapito ja hoito pitää ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Suunnittelulla on merkitystä, sillä kun huolehditaan, että hulevedet johdetaan ja esi-

käsitellään tarkoituksenmukaisesti, vähennetään merkittävästi kunnossapitotarpeita (mm. sedimentinpoistoa) itse rakenteessa. Kasvivalikoimaa suunniteltaessa tulee ottaa huomioon kasvien luonnonmukaisuus eli mitä alueella jo kasvaa ja mikä alueen olosuhteisiin sopii. Hulevesirakenteiden ja -kasvillisuuden ylläpito tulee tehdä alusta alkaen huolellisesti. Heitteelle jätetyn altaan tai vesiuoman toiminta voi häiriintyä ja virkistys- ja maisema-arvot jäävät vähäisiksi. Toisin kuin luonnonvaraiset vesialueet, rakennetut hulevesien käsittely-ympäristöt vaativat erityisesti alkuvuosina säännöllistä hoitoa. Alueelle ominainen kasvillisuus menestyy parhaiten ja hoito on helpompaa. Kuvassa 16-14 on keltakurjenmiekkokasveja, jotka kosteuden vaihtelun siedon takia soveltuvat hyvin hulevesirakenteisiin. Rakenteiden koko ja ratkaisut vaikuttavat myös hoitotarpeeseen.

16.5.2 Hoitoluokat ja erityispiirteet

Toteutussuunnittelun yhteydessä määritellään viheralueiden hoitoluokat, joiden perusteella säännölliset hoitotoimenpiteet tehdään. Viheralueiden hoitoluokituksessa (Viheralueiden hoitoluokitus, Viherympäristöliiton julkaisu 36) on jaoteltu viheralueet A rakennettuihin viheralueisiin, B avoimiin viheralueisiin, C taajamametsiin sekä täydentäviin luokkiin E erityisalueet, S suojelualueet, R maankäytön muutosalueet sekä 0 hoidon ulkopuolelle jäävät alueet. Viheralueiden hoidon työohjeet on määritelty hoitoluokittain Viheralueiden hoito VHT '05 -julkaisussa (Viherympäristöliitto, julkaisu 32).

Usein hulevesiin liittyvät kasvillisuusalueet sijoittuvat rakennettuihin puistoihin, jolloin ne

ilman erityismäärityksiä sijoittuvat ympäröivän puiston mukaisesti hoitoluokkiin, yleisimmin A2-A3 (Käyttöviheralue tai Käyttö- ja suojaviheralue), etenkin silloin kun hulevesirakenteiden yhteyteen on istutettu säännöllistä hoitoa vaativia kosteikkoperennoja. Viivytysaltaiden tulvaniityt voidaan rajata niiden kosteudesta riippuen hoitoluokkaan B2 Käyttöniitty tai B3 Maisemaniitty. Metsäalueelle sijoittuva hulevesipuro voidaan rajata hoitoluokkaan C.

On suositeltavaa ja yhä yleisempi käytäntö, että hulevesien käsittelyalueille laaditaan oma hoitosuunnitelmansa. Tällöin alueet sijoittuvat hoitoluokkaan E eli erityisalueet, jolloin hoito tehdään erillisen suunnitelman mukaan. Hoitoluokitusta ja -ohjeistusta onkin syytä kehittää E hoitoluokkien ja nimenomaan hulevesien käsittelyalueiden osalta.

16.5.3 Kosteikkojen ja niittyjen hoito

Kasvillisuuden hoitotoimenpiteillä huolehditaan oikeanlaisen kasvivalikoiman säilymisestä. Hoitamatta jätetyille niitty- tai kosteikkoalueelle saattaa ajan kuluessa kehittyä muutaman aggressiivisen kasvilajin kasvusto, joka heikentää em. kohteen vesien puhdistumista, viihtyisyyttä ja maisemallisia arvoja. Rakentamisen jälkeen tärkeintä on kasvuunlähden varmistaminen ja hoito ensimmäisten kahden - kolmen vuoden aikana. Tämän jälkeen hoitoa jatketaan säännöllisin välein. Luonnonmukaisemmilla alueilla kahden ensimmäisen intensiivisemmän hoitovuoden jälkeen sovelletaan työohjeita kevennettyinä.

Niittyjä hoidetaan säännöllisesti niittämällä loppukesästä tai alkusyksystä. Ei-toivottuja kasveja kannattaa niittää niiden ollessa täydessä kasvussa tai niiden kukinnan aikaan. Niittämiseen suositellaan ensisijaisesti välineitä, jotka eivät murskaa kortta, vaan leikkaavat sen siististi. Esimerkiksi koneellinen ruohonleikkaus murskaa korret, mikä altistaa ne sienille ja kasvitaudeille. Harvennettu ja niitetty kasvillisuusjäte kuljetetaan pois. Paikkaus- tai täydennyskylvöt saattavat olla tarpeen ensimmäisinä vuosina.

Suunnitelmissa tulee määritellä, kuinka avoimena kosteikat ja niityt halutaan säilyttää. Hoito-ohjeissa tulee määritellä, annetaan-ko esimerkiksi luontaisesti leviävän puuston ja pensaikon kasvaa vapaasti vai pidetäänkö ve-

sakkoa kurissa säännöllisin raivauksin. Laajat raivattavat alueet olisi hyvä päästä hoitamaan koneellisesti. Maaperä saattaa olla hyvin-kin pehmeää ja upottavaa, jolloin raivaustyöt saattaa olla varminta tehdä koneellisesti talviaikaan maan ollessa roudassa. Talviaikaan tehtävä raivaus aiheuttaa voimakasta vesakointumista, mikä tulee ottaa huomioon hoitotoita suunniteltaessa.

16.5.4 Altaiden ja uomien hoito

Rakennettujen altaiden ja uomiin hoidossa ensimmäisten kasvukausien hoitotoimenpiteet ovat oleellisia. Rikkaruohojen poisto tai niitto voi olla tarpeen ensimmäisinä kasvukausina, kunnes istutetut taimet tai kylvetyt siemenet pääsevät kunnolla kasvuun. Hoidossa keskeisiä toimenpiteitä ovat lisäksi sedimentin poisto, kasvillisuuden harventaminen sekä kuolleen tai vahingoittuneen kasvillisuuden uusiminen.

Rakennetussa ympäristössä hulevesirakenteiden ympäristöön istutetut koriste- ja luonnonkasvit saattavat edellyttää intensiivisempää hoitoa niiden sijainnista ja hoitoluokasta riippuen. Jos purojen ja lampien rannoille on istutettu kosteikkoperennoja ja ne kuuluvat A2 hoitoluokkaan, tulee alueille tehdä vuosittaiset hoitotoimenpiteet.

16.5.5 Biopidätysalueiden hoito

Biopidätysalueen rakenteellinen kunto tulee tarkistaa vuosittain. Kuollut kasvillisuus poistetaan ja korvataan uudella, mahdollisesti eri lajilla. Eroosioauriot korjataan. Kosteikkokasvillisuus leikataan maarakenteen tukkeutumisen välttämiseksi säännöllisin välein läheltä tyveä ja kasvijäte kerätään pois. Leikkuutyö tehdään syys- lokakuussa, kun kasvillisuus on tuleentunut ja alueen pohja kestää liikkumista. Samalla poistetaan biopidätysalueelle mahdollisesti kertynyt sedimentti. Aluetta ei saa lannoittaa, sillä lannoitteet saattavat kulkeutua hulevesien mukana purkuvesistöön.

Biopidätysalueella vedenläpäisevyyden tulee säilyä sellaisena, että altaan tyhjeneminen tapahtuu enintään 48 tunnin kuluessa. Tällöin tavoiteltu hulevesien käsittely toteutuisi myös mahdollisissa peräkkäisissä rankkasadetilan-teissa ja hulevedet eivät pääse ohjautumaan livuotoreille. Vedenläpäisevyys estää jääty-

mistä ja varmistaa siten rakenteen toimivuuden talvella.

16.5.6 Viherkattojen hoito

Kattojen kasvillisuusmatoille voidaan levittää asennuksen yhteydessä lannoite. Toimenpide voidaan tarvittaessa toistaa riippuen siitä, miten kattokasvillisuus lähtee kehittymään. Kuivalla kaudella kasvillisuusmattoja kastellaan asennuksen jälkeen. Muuten kasvillisuusmatot eivät tarvitse normaaliolosuhteissa kastelua. Rikkaruohot häviävät kuivan kauden aikana, koska maksaruohokasvusto on ohut ja kuiva. Jos katolle kuitenkin kasvaa puuntaimia ja rikkaruohoja, tulee niiden poistosta huolehtia.

Kasvillisuusmatot, joissa on korkeampaa ruohovartista kasvillisuutta, tulee niittää aika ajoin ja poistaa niittojäte. Maksaruohomattojen kasvillisuuden hävikkiä voidaan korjata levittämällä alueille kasvukaudella maksaruohosilppua. Jos katolle kertyy kasvillisuuden päälle runsaasti esim. lehtiä, tulee ne poistaa. Myös roskat tulee poistaa. Viherkattojen hoidossa on tärkeää huolehtia, että sadevesi ei keräänny katolle ja pääse jäätymään. Tuleekin huolehtia, että kattokaivot ja rännit toimivat ja veden poisto katolta toimii. Jos talvella poistetaan lunta katolta, jätetään kasvillisuusmaton suojaksi ohut kerros (n.10-15 cm) lunta.

Paikalla perustettava viherkattokasvillisuus hoidetaan erillisen, kyseiselle kohteelle laaditun hoito-ohjeistuksen mukaisesti.

16.6 Esimerkkikohteita

16.6.1 Kokkolan asuntomessualue

Suunnittelualan rajaus ja sijainti

Kokkolan asuntomessualue sijoittuu Vanhansatamanlahdelle noin 1,5 kilometrin päähän keskustasta. Messualue on pääosin täyttöaluetta. Työssä laadittiin asuntomessualueiden puisto- ja viheralueiden yleis- ja toteutus suunnitelmat. Alueen teemana on merellinen pikku-kaupunki, johon tuodaan rannikkokaupunkien puukaupunkiperinnettä mm. katutilaa rajaavin aidoin. Puistoalueiden teemana on merellisyys ja kolmella puistoalueella viivytettiin hulevesiä

erityyppisin ratkaisuin.

Asuntomessualueen itäpuolella on uusi rantapuisto uimarantoinen ja itäpuolella Sannanrannan niemi kesähuviloineen. Messualueen länsipuolella kulkee Tullioja.

Suunnitelman sisältö

Suunnitelluille puistoalueille kehitettiin omat teemansa. Lainepuisto johdattelee keskustakielta meren rantaan, Laivapuistoon. Meripuiston yhtenä pääteemana on katujen hulevesien viivyttäminen kasvillisuuspainanteessa ja kivipurossa. Meriharakanpuistossa hyödynnetään koristeheiniä ja sieltä löytyy pienialainen sadepuutarha, jonka teemana on perhosia houkuttelevat kasvit. Tulliojanpuiston suoraa ja jyrkkäreunaista avo-ojaa siirrettiin ja muokattiin mutkittelevammaksi sekä loivapiirteisemmäksi. Tulliojanpuiston ja Meripuiston yleissuunnitelma on esitetty kuvassa 16-15.

Tulliojanpuisto

Tulliojanpuisto on keskeinen puistoalue uuden asuntomessualueen ja Sannanrannan huvilalueen välissä. Itäisestä osasta kehitetään istuskeluun ja virkistyskäyttöön soveltuva puistoalue, jossa on mahdollisuus myös poiketa veden äärelle. Messualueen ja Sannanrannan välillä Tulliojan yli on suunnitteilla alueellinen kevyenliikenteenreitti näköalasiltoineen. Länsiosaa puistosta jätetään mahdollisimman luonnonilaiseksi rantapuustoineen.

Tulliojaa pitkin tulevat sen eteläpuolisten pientaloalueiden pintavedet ja siihen purkautuu paikoin myös pohjavesiä. Tulliojan alkuun on muotoiltu lampi, joka toimii laskeutusalueena. Lammen rannat istutetaan kosteikkokasvein. Laskeutusaltaasta lähtee kapeampi kivipintaiseksi suunniteltu purouoma, jonka reunoille istutetaan kosteikkokasveja. Purouoman vedet laskevat lampeen ennen mereen kulkeutumista. Lammessa on murtovettä, sillä paikoin merivesi sekoittuu ojan pinta- ja pohjaveteen.

Kasvien valinnassa on pyritty rantavyöhykkeiden huomioon ottamiseen, samoin paikallisia luonnonkasveja on suosittu, kuten merenrantaniittykasveja ja pensaista mm. tyrniä. Ensimmäisessä vaiheessa messukesäksi 2011 rakennettavan pohjoisemman lammen rannoille on istutettu kukkivia värikkäitä kosteikkokasveja, kuten keltakurjenmiekkää, rantakuk-



Kuva 16-15 Kokkolan asuntomessualueen puisto- ja viheralueiden yleissuunnitelma 2009 (FCG). Vasemmalla Tulliojanpuisto ja oikealla Meripuisto.

kaa, ranta-alpia ja rantatädykettä. Niistä osa on suositeltu istutettavan rantakasvimattoina, jolloin saadaan jo ensimmäisenä kasvukaute- na näyttävän näköistä. Lisäksi perennoja istutetaan taimina. Kosteikkoperennoja on täydennetty ruohovartisina heinin ja saroin, kuten sinikaislaa, järviruokoa, leveäosmankäämiä sekä hapsiluikkaa. Rantakasvillisuutta on täydennetty myös pensasistutuksin, kuten esim. pajuin ja puuistutuksin, lajeina esim. koivu, tervaleppä, salava, raita sekä virginiantuomi. Ote Tulliojan puiston istutussuunnitelmasta on esitetty kuvassa 16-16.

Tulliojanpuiston itärantaa on muotoiltu siten, että paikoin merivesi saa tulvia tulvaniityille, jonka kasvillisuus kylvetään suolaa sietävistä merenrantaniitykasvien siemenistä tai istutetaan taimista. Tulvaniitty on esitetty poikkileikkauksessa 16-17. Tulvaniitylle ja

merenrantaniitylle sopivia ruohovartisia kasvilajeja matalaan veteen ovat mm. luikka, pikkuluikka ja hapsiluikka sekä kaislat. Keskivesitasen yläpuolelle ja rantaan sopivia kasveja ovat mm. meri- ja rantaluikka, rönsyrölli, luhtarölli, suolavihvilä, luhtakastikka, punanata, rantavehna. Keski- ja yläosiin sopivia ovat mm. ketohanhikki, iso- ja pikkurantasappi, hiirenvirna, puna-ailakki, vilukko, isolaukku ja lehtovirmajuuri.

Meripuiston painanne ja kivipuro

Meripuisto sijaitsee asuinkortteleiden välissä, alkaen keskusaukiolta ja päättyen meren rantaan. Meripuiston länsiosan kasvillisuus- painanteeseen johdetaan pintavesiä. Kasvilajiksi on valittu niin kosteutta kuin ajoittaista kuivuuttakin sietävä, näyttävästi kukkiva kel-



Kuva 16-16 Ote Tulliojanpuiston pohjoisosan istutussuunnitelmasta 2009 (FCG). Entinen Tulliojan uoma näkyy kuvassa vaakaviivoitettuna alueena.



Kuva 16-17 Poikkileikkaus Tulliojanpuiston pohjoisosasta 2009 (FCG). Tulvaniittyä oikealla.

takurjenmiekkä. Meripuiston itäosassa katujen hulevedet johdetaan mutkitteluvaan kivipuroon, jossa hyödynnetään mm. paikallisia luonnonkiviä. Kivipuron rannoille istutetaan väriläiskiksi tarhapäivänliljaa ja lapinnauhusta. Kivipuron yli asennetaan puutasot silloiksi. Tilaajan toiveesta kivipuron pohja rakennettiin sileämmästä nupukivestä, jolloin uoma on helpompi puhdistaa.

Meriharakanpuiston perhospuutarha

Meriharakan puisto on keske- lä messualueella ja sinne sijoitetaan pieni leikkipaikka. Meriharakanpuiston pintavedet johdetaan pieneen painanteeseen, sadepuutarhaan, johon on valittu perhosia houkuttelevia koriste- ja luonnonkasveja. Painanteeseen on sijoitettu ylivuotoputki, josta ylimääräiset vedet pääsevät purkautumaan katualueen sadevesiviemäriin. Perhosia houkuttelevat tuoksut ja värit, joten nämä seikat vaikuttivat kasvilajien valintaan kasvupaikan kosteusolosuhteiden lisäksi. Painanteen pohjalle ja ulkoreunoille kylvetään perhosniittysiemenseosta ja kevyenliikenteenreitin reunoille näkyvimille paikoille eriaikaan kukkivia koristeperennoja, kuten kevätvuohenjuurta, keltapäivänliljaa, soihtunauhusta, kanadanpiiskua, alppiasteria, syyskaunosilmää ja punahattua.

16.6.2 Koisotie 10, lumen- vastaanottoalue ympäristöineen

Suunnittelualan raja ja sijainti

Suunnitteluala sijaitsee Vantaan Koivuhaan kaupunginosassa. Työn merkittävä osatehtävä oli laatia suunnitelma asemakaavan mukaisesta kosteikkoalueesta jonka tarkoitus on pidättää lumenvastaanottoalueelta peräisin olevat veden epäpuhtaudet ja tasata virtaamaa siten, että puistoon muodostuu ympärivuotinen vesiaihe. Kosteikkoalueeseen kuuluu alueen länsipuolella virtaava oja.

Suunnitelman sisältö

Suunnitteluala jakautuu kahteen eriluonteiseen osaan; varsinaiseen lumenvastaanottoalueeseen ja sitä tulevaisuudessa ympäröimään istutettuun suojavalliin ja puistoalueeseen. Suojavallista tulee uusi avointa maisematilaa rajaava metsä monikerroksellisine reunavyöhykkeineen. Uuden metsäalueen istuttamisessa noudatetaan nk. Santamourin mallia.

Suunnittelualan kummallakin sivulla virtaa oja tai puro. Molempien linjausta joudutaan muuttamaan lumenvastaanottoaikan rakentamisen myötä. Suunnittelualan sisään, viheralueelle tullaan rakentamaan vesiaiheita, jotka liittyvät sekä lumenvastaanottoaikan likaisten vesien puhdistamiseen että muodostavat virkistysalueen keskeisimpiin osiin maisemaa elävöittäviä vesiaiheita. Vesiaiheet toimivat samalla hulevesialtana ja ne laskevat Kylmäojaan.

Lumenvastaanottoaika on esitetty kuvissa 16-18 ja 16-19.

Virkistysalueen luonne ja kehittämisperiaatteet

Hulevesialtaiden ja uoman ympäristöön, varsinaisen lumenvastaanottoalueen eteläpuolelle muodostuu puistoalue, jonka rungon vesiaiheet muodostavat. Virkistysreitit kulkevat vesiaiheiden lomassa ja muodostavat merkittävän itä-länsi-suuntaisen virkistysyhteyden Tikkurilan keskuspuiston halki. Veden puhdistukseen osallistuvat kosteikko- ja rantakasvit muodostavat tärkeän osan puiston kasvillisu-

desta sekä visuaalisesti, että toiminnallisesti.

Puistoon istutetaan ranta- ja kosteikkoalueen kasvilajeja sekä syvän veden kasvilajeja. Hulevesialtaiden ympäristöön on sijoitettu myös joitakin puu- ja pensasryhmiä rajaamaan tilaa ja näkymiä, sekä suojaamaan puron luisia eroosiolta. Maastoa muotoillaan hulevesialtaiden lähistöllä loivapiirteisiksi kumpareiksi. Pitkät peltomaiseman näkymälinjat jätetään avoimeksi ja olevaa puustoa poistetaan nykyisten ojien penkoilta maisematilan selkiyttämiseksi.

Lumenvastaanottoaikan ympärillä olevilta valuma-alueilta muodostuvat hulevedet johdetaan puistoalueelle sen molempien sivujen kautta. Puiston poikki virtaavan puron siirretty uoma rakennetaan uudelleen luonnollisen mutkitteluva. Puiston kosteikkoon johdetaan myös biopidätysalueella suodatettu lumensulamisvesi. Kosteikko mitoitettiin hulevesimallin avulla.

Biopidätysalue

Lumenvastaanottoaikan sulamisvedet kerätään kallistuksilla alueen reunaosiin, josta ne johdetaan eteläreunassa olevaan hiekan- ja öljynerotusjärjestelmään ja edelleen biopidätysalueelle. Biopidätysalueen (tässä 0,4 metriä syvä painanne) tehtävä on käsitellä ja viivyttää lumenvastaanottoaikalla muodostuvia hiekan- ja öljynerotusjärjestelmästä tulevia hulevesiä suodattamalla niitä maakerrosten läpi.

Biopidätysalue verhoillaan kosteikkokasvillisuudella siten, että sen pinta-alasta noin 90 % on kasvillisuuden peittämää. Kasvillisuuden avulla saavutetaan paras puhdistus-teho kun kasvien kokonaismäärä suuri - lajirunsaudella ei ole erityistä merkitystä. Tämän vuoksi tulvaniittyä kylvetään myös biopidätysalueelle sinne, missä varsinaista kosteikkokasvillisuutta ei istuteta. Näin alue on heti kasvillisuuden peittämä ja puhdistumisprosessi toimii. Tässä kasvillisuus koostuu muilta osin järviruo'osta (*Phragmites australis*), järvikaislasta (*Schoenoplectus lacustris*) ja kapealehti-osmankäämestä (*Typha angustifolia*). Biopidätysalueen kasvukerroksen vedenläpäisevyyden tulee olla korkea, mutta silti veden ja ravinteiden pidätyskyvyn kasveille riittävä.

Biopidätysaltaaseen istutetun kasvillisuuden tulee kestää sekä kuivuutta että kosteutta. Lisäksi alueen suhteellisen suuri suolapitoisuus asettaa kasvillisuudelle lisävaatimuksia.

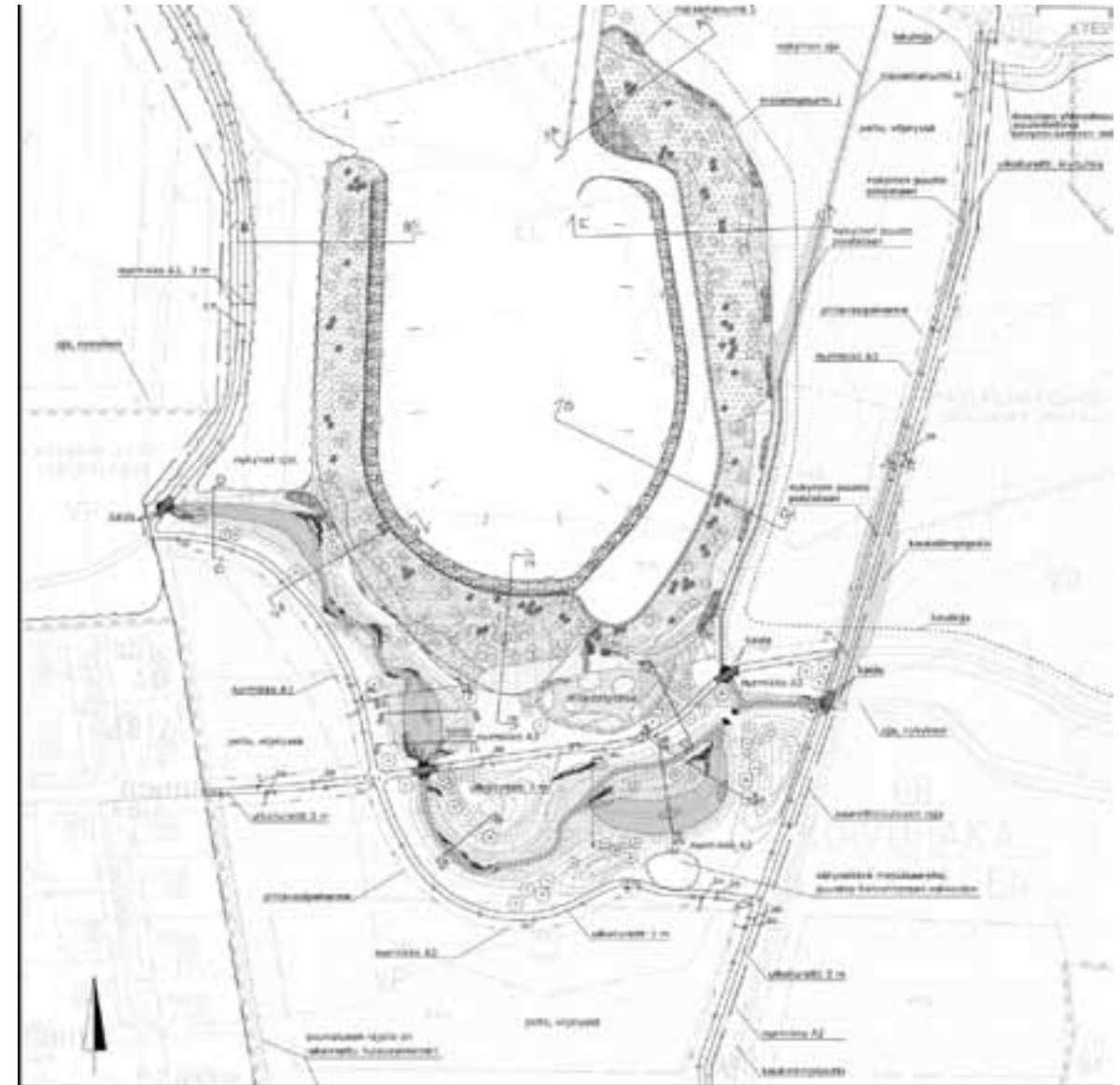
Niityt ja kukkalaikut

Puruoman viereisille tulvasanteille kylvetään tulvaniityn kasvillisuutta ja niityn sekaan kylvetään laikkuihin rantaniittykasveja ja luh-talemmikkejä.

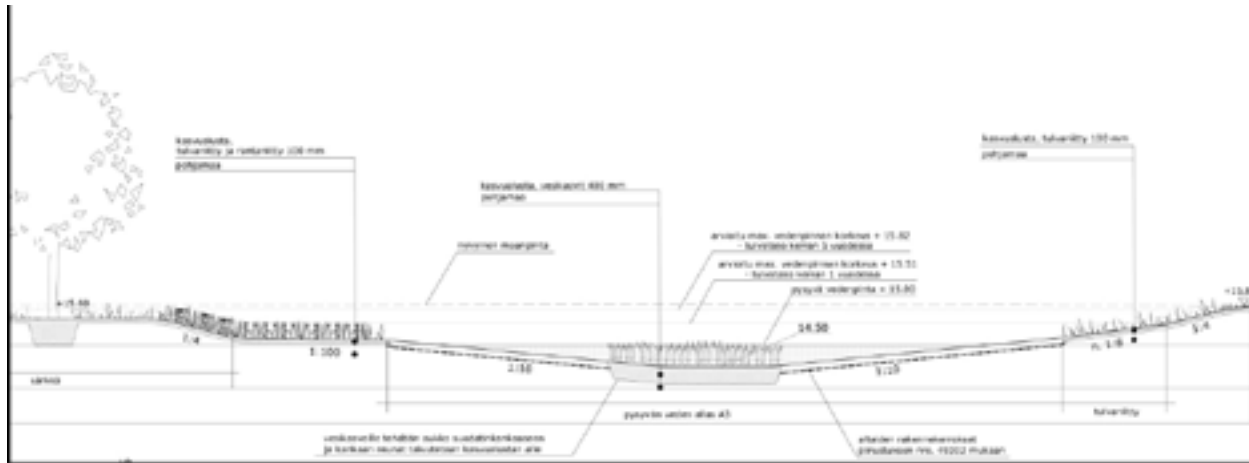
Kosteikko- ja vesikasvit

Kosteikkoperennat istutetaan puron sivulle ja luiskiin. Kasvien juuripaakkua ei laiteta nor-

maalin vedenpinnan tason alapuolelle. Suurin osa valituista kosteikkokasveista on kotimaisia luonnonlajeja, jotka kestävät ajoittaista vedenpinnan nousua. Kasvilajeina mm.: ratamasarpio (*Alisma plantago-aquatica*), rantatyräkki (*Euphorbia palustris*), keltakurjenmiekkä (*Iris pseudacorus*), rantakukka (*Lythrum salicaria*), vesitatar (*Persicaria amphibia*) ja rantatädyke (*Veronica longifolia*).



Kuva 16-18 Koisotie 10, lumenvastaanottoaika ympäristöineen. Ote suunnitelmapakista vuodelta 2010. (FCG)



Kuva 16-19 Koisotie 10, lumenvastaanottoa paikka ympäristöineen. Poikkileikkaus vesialtaasta. (FCG)

Jormola, J., Harjula, H., Sarvilinna, A. (toim.). Luonnonmukainen vesirakentaminen – uusia näkökulmia vesistö suunnitteluun. s. Suomen ympäristökeskus 2003. s. 89-93, 111-117, 144 – 152.

Jouko Antere, Perennakasvusto katolle ja rannalle rullatavarana, Artikkel Viherympäristölehdessä 6/2005

Loukkaanhuhta, U. Malmön Augustenborg, Pintavesien luonnonmukainen käsittely lisäsi viihtyisyyttä. Kuntatekniikka 5/2005, s. 6-11.

Kalleinen, L., Kauppila T. Oulun Toppilansaaren viherrakentamiseen soveltuvia kasveja. Toppilan kasvien historiaa eri vuosikymmenittäin. 6/2003.

Kotola, J., Nurminen, J., Vakkilainen, P. (toim.) Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. Suomen Ympäristö 776. Ympäristöministeriö. Helsinki 2005. s. 65- 74.

Leskinen, P. Oulun asuntomessut 2005 – upeaa viimeistelyä ja viihtyisyyttä. Viherympäristö 5/2005, s. 26-27

Lilas Harley. A river runs through it. Architecture 9/2006. s. 28

Old school, new space, by Allen, Landscape Architecture 8/2006.

Puustinen, M., Koskiaho, K., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svensberg, M., Vikberg, P. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Suomen ympäristökeskus. Suomen Ympäristö 2/2007.

Stadtenwässerung/ Hannover. Wasserkonzept Kronsberg. Teil des EXPO-Projektes. Ökologische Optimierung Kronsberg.

Taimistoviljelijät-Plantskoleodlarna r.y., Taimitarhojen perennat, Puutarhaliiton julkaisu nro 323, Helsinki 2003

Tajakka, Hanna. Rekolanoja ja Illenpuro halkovat vantaalaisia asuinalueita. Artikkel Viherympäristölehdessä 5/2006

Veg Tech, Vegetationsteknik, Grönare byggande för framtidens städer. 2010.

Viheralueiden hoito VHT´05. Viherympäristöliitto, julkaisu 32.

Viheralueiden hoitoluokitus. Viherympäristöliitto, julkaisu 36.

Viherrakentamisen yleinen työselostus VRT´11. Viherympäristöliiton julkaisu 49.

Painamattomat lähteet:

FCG Planeko Oy. Hulevesien käsittely osana viherrakentamisen suunnittelua ja ympäristön esteetiikkaa (ei julkaistu). 2009.

Harjula, H., (toim.) Kosteikkoja ja jokikunnostuksia USA:ssa – tutustuminen luonnonmukaisen vesirakentamisen kohteisiin New Yorkin osavaltiossa 14. -23.8.2002.

16.7 Viitteitä

Painetut lähteet:

A green demonstration, by Adam Regn Arvidson ASLA, Landscape Architecture 9/2006.

Dunnet N. & Clayden A. Rain Gardens – Managing water sustainably in the garden and designed landscape. Timber Press. Portland, Oregon, USA. 2007.

Eitsi, Eeva. Kokkolan asuntomessualueen puistot suunnitteilla – hulevedet hyötykäyttöön. Artikkel Viherympäristölehdessä 4/2009.

Enlow, C. A bright future for wastewater treatment. Landscape Architecture 3/2006. s. 76-82.

Erat B. Ekologia, ihminen, ympäristö. Jyväskylä 1994. s.196-206

Jorma Panu, Viheraluesuunnittelu maankohoamisrannoilla, Artikkel kuntatekniikka-lehdessä 3/2006

Jormola, Jukka. Rantarakentaminen ja luonnonmukaiset vesiaiheet: Artikkel Viherympäristölehdessä 5/2006

Heino Rasimus, Perennaopas viherammattilaisille, Hansaprint Salo 1996

Jormola J. Luonnonmukainen ympäristörakentaminen ja hulevesien käsittely. Kohteena Oulun Toppilansaari. Oulu. Hulevesien käsittely pohjoisissa olosuhteissa. 1.9.2003.

Karjalainen J. Luonnonmukainen ympäristörakentaminen ja hulevesien käsittely. Kohteena Oulun Toppilansaari. Oulu. Kulttuuriympäristön luontoarvojen säilyttäminen maankäytön muutostilanteissa – kohteena Oulun Toppilansaari. 1.9.2003.

Kokkolan kaupunki ja FCG. Kokkolan asuatomessualueen puistojen ja viheralueiden yleis- ja toteutussuunnitelmat. 2009.

Lähdemäki J., Ränkä M. Luonnonmukainen ympäristörakentaminen ja hulevesien käsittely. Kohteena Oulun Toppilansaari. Oulu. Käyttäjäkokeuksia viherrakentamisesta ja hulevesien käsittelystä Oulun kaupungissa. 1.9.2003.

Loukkaanhuhta, U. Luonnonmukainen ympäristörakentaminen ja hulevesien käsittely. Kohteena Oulun Toppilansaari. Oulu. Toppilansaaren yleissuunnitelman esittely ja hulevesien käsittelymahdollisuudet. 1.9.2003.

Loukkaanhuhta, U. Pintavesien luonnonmukainen käsittely viheralueiden suunnittelussa eli huvedet osana viheralueiden suunnittelua, luento ja luentomateriaali Tampereen Viherpäivillä 8.2.2006

Suomen ympäristökeskus, Tiedote 14.8.2006

Vantaan kaupunki ja FCG. Koisoitie 10, lumenvastaanottoa paikan yleis- ja toteutussuunnitelmat. 2009 ja 2010.

<http://www.eg-trading.fi>

<http://www.vegtech.fi/>



Viikinojan osmankäämikasvustoa.
(Kuva Eeva Rapola)

Kasvillisuusliite

Kosteikoille ja ranta-alueille soveltuvia luonnonkasveja

rohtokalmojuuri, *Acorus calamus*

- 50-100 cm
- matalan veden kasvi
- savipitoinen ja runsasravinteinen maa
- leviää voimakkaasti juurakon avulla

ratamosarpio, *Alisma plantago-aquatica*

- 30/70 cm
- vaalearoosa kukka, kaunislehtinen
- runsasravinteinen, savinen tai multainen maa
- vesi- ja kosteikkokasvi

sarjarimpi, *Butomus umbellatus*

- 40-120 cm
- valkokukkainen
- vesikasvi

suovehka, *Calla palustris*

- 20-40 cm
- valkokukkainen, koristeelliset punaiset hedelmät
- suo- ja kosteikkokasvi
- myrkyllinen

rentukka, *Caltha palustris*

- 30 cm
- keltakukkainen
- vetisille tai kosteille paikoille, savipohja
- myrkyllinen

luhtavilla, *Eriophorum angustifolium*

- 40-70 cm
- kosteikkokasvi, joka viihtyy kuivemmassakin maassa
- leviää voimakkaasti maarönsyillä
- kapeat punaruskehtavat jäykän pystyt versot muodostavat löyhän mättään

tupasvilla, *Eriophorum angustifolium*

- 40-70 cm
- kosteikkokasvi, joka viihtyy kuivemmassakin maassa
- kapeat punaruskehtavat jäykän pystyt versot muodostavat tiiviin mättään

rantatyräkki, *Euphorbia palustris*

- 100 cm
- pysty tukevaversoinen
- tumman keltaiset kukat, oranssin-punainen syysväri

- multaisille ja kosteille kasvupaikoille

mesiangervo, *Filipendula ulmaria*

- valkokukkainen
- ojanvarsi- ja kosteikkokasvi

kirjosorsimo, *Glyceria maxima 'Variegata'*

- 50-80 cm
- matalan veden kasvi
- leviää voimakkaasti

keltakurjenmiekkä, *Iris pseudacorus*

- 80-120 cm
- keltakukkainen
- kostealle, jopa vetiselle paikalle

terttualpi, *Lysimachia tryrsiflora*

- 40-70 cm
- keltakukkainen, pystyt terttukukinnot
- karujen vesistöjen rannoille, matalaan veteen
- leviää voimakkaasti juurirönsyillä

ranta-alpi, *Lysimachia vulgaris*

- 80-120 cm
- keltakukkainen, pystyt terttukukinnot, pitkä kukinta-aika
- kosteikkokasvi, rannoille, kosteille niityille, ojanpientareille
- leviää voimakkaasti juurirönsyjen avulla

rantakukka, *Lythrum salicaria*

- 60-100 cm
- purppuranpunakukkainen, suurikukintoinen
- kosteille paikoille, sietää myös kuivuutta
- leviää hyvin ja kukkii pitkään

raate, *Menyanthes trifoliata*

- 20-40 cm
- valko-/roosakukkainen, koristeelliset punaiset hedelmät
- kauniit kukat ja lehdet
- vesi- ja kosteikkokasvi, viihtyy 10-30 syvässä vedessä

luhtalemmikki, *Myosotis trifoliata*

- 15-40 cm
- vaaleasinikukkainen
- maanpeitekasvi, muodostaa rönsyjä
- kosteille ja tuoreille paikoille

vilukko, *Parnassia palustris*

- 10-25 cm
- Tähtimäiset valkoiset kukat
- Reheville suo- ja rantaniityille

vesitatar, *Persicaria amphibia*
 - 40 cm
 - ranta- ja matalan veden kasvi
 - varsi haarova
 - vaaleanpunainen kukintotähkä 2-5 cm, paksu
 - leviää melko voimakkaasti juurakon avulla

pystykeiholehti, *Sagittaria sagittaria*
 - 40-80 cm
 - valkokukkainen
 - vesikasvi,
 - lieju- ja savipohjainen kasvualusta

haarapalpakko, *Sparganium erectum*
 - 100 cm, pystykasvuinen
 - matalan veden kasvi
 - pallomaiset piikikkäät kukinnot
 - pitkät heinämäiset lehdet

tarha-alpi, *Lysimachia punctata*,
 -keltainen

luhtalitukka, *Cardamine pratensis*,
 -valkoinen
 - rannoilla ja kosteilla niityillä
 -aikainen kukkija

punalatva, *Eupatorium cannabinum*,
 -punainen
 -komea ja peittävä perenna
 - rannoilla, puronvarsilla ja lehdoissa

päivänlilja

isotähtiputki

pajut, *Salix*,
 - kasvaa nopeasti ja suojaa eroosiolta tehokkaasti

auringontähti, *Telekia speciosa*

pohjanrantakukka, *Lythrum salicaria*
 - useita lajikkeita, kotimainen

nauhukset, *Ligularia*

rantatädyke, *Veronica longifolia*,
 Useita lajikkeita

siperiankurjenmiekkä, *Iris sibirica*
 - altaan reunalle tai rannalle

rantalemmikki, *Myosotis laxa* ssp. *Caespitosa*

kotkansiipi, *Matteuccia struthiopteris*

järvikaisla, *Schoenoplectus lacustris*,
 - ruskea tähkä

heinäkalmojuuri, *Acorus gramineus*
 - vihreä tähkä
 - vesistöjen rannoilla ja soiden tuntumassa

pikkuosmankäämi, *Typha minima*,
 - pieneen kosteikkopuutarhaan

Irtokeuhut

kilpukka, *Hydrocharis morsus-ranae*,
 - valkoinen
 - runsasravinteisten järvien suojaisat lahdet, rehevät lammikot, joet, ojat

vesipähkinä, *Trapa natans*,
 - valkoinen
 - matalissa, mutaisissa lahdissa

vesisalaatti, *Pistia stratiotes*, (*Pikkulimaska*, *lemnea minor*)
 - pidetään usein haitallisina, sillä lisääntyvät nopeasti.
 - estävät kuitenkin veden vihertymistä

Uposlehtiset

ahvenvita, *Potamogeton perfoliatus*
 - versot jopa 2,5m.
 - kasvaa järvissä, joissa ja murtovedessä usein syvässä vedessä kovilla pohjilla

vesirutto, *Elodea canadensis*
 - versot 0,5-1,5m. Puhdistaa vettä.
 - leviää suvuttomasti (Suomessa vain emi kasveja).
 - alun perin istutettu, kotoisin pohjois-Amerikasta.

ärviät, *Myriophyllum* sp.
 - versot 0,5-1,0m.

kelluslehtiset

kelluskeiholehti, *Sagittaria natans*

lumme, *Nymphaea alba*,
 - valkoinen
 - kasvupaikka: Lampien, järvein ja hitaasti virtaavien jokien pehmeät pohjat

ulpukka, *Nuphar lutrea*,
 - keltainen
 - kasvupaikka: Järvet, metsälammet, joet ja murtovesilahdet

uistinvita, *Potamogeton natans*
 - vihreä tähkä
 - rehevissä vesissä

Heinät, vihvilät ja sarat

viiltosara, *Carex acuta*
 - 50/100 cm, punaruskea tähkämäinen kukinto
 - yivis, rehevä tummanvihreä mätäs
 - lehdet ja kukinnot nuokkuvat kauniisti
 - turve- tai savipohjainen maa
 - kosteikkokasvi

keltasara, *Carex acuta*
 - 20-60 cm, keltainen tähkämäinen kukinto
 - mätästävä, pystyt varret
 - kellertävät lehdet, koristeelliset melkein pallomaiset tähkäkukinnot
 - hyvin kalkittu maa
 - kosteikkokasvi

jokapaikansara, *Carex nigra* subsp. *nigra*
 - 10-50 cm
 - vaihteleva kooltaan ja kasvutavaltaan: yksittäisversoinen-tiheän mätästävä
 - harmahtavan sinivihreät pystyt versot, pystyt tähkäkukinnot
 - vaatimaton kasvupaikan suhteen
 - kosteikkokasvi

varstasara, *Carex pseudocyperus*
 - 50/90 cm
 - löyhä lehtimätäs, kellanvihreät lehdet
 - koristeellinen nuokkuva monitähkäinen kukinto
 - ranta- ja lehtokorpien kasvi

keräpäävihvilä, *Juncus conglomeratus*
 - 40-80 cm
 - tiiviisti mätästävä, pystyt varret
 - rannoilla, märillä niityillä ja ojissa

röyhvihvilä, *Juncus conglomeratus*
 - 40-120 cm
 - tiiviisti mätästävä, pystyt varret
 - kosteikkokasvi

ruokohelppi, *Phalaris arundinacea*
 - 100/200 cm
 - leviää erittäin nopeasti

- ranta- ja matalan veden heinä
 - kukinto pysty, pitkä punavihreä kukintoröyhy
 - tuo maisemaan ääntä kahistessaan

Voimakkaasti leviäviä kasveja

järviruoko, *Phragmites australis*
 - 150/300 cm
 - röyhyt punaruskeita
 - voimakkaasti leviävä
 - vesi- ja kosteikkokasvi, kasvaa ja leviää myös kuivemmilla paikoilla

sinilupikka, *Sesleria caerulea*
 - 20-50 cm, kukinto tiheä 10-15mm tähkämäinen röyhy
 - voimakkaan sinivihreä tiheä mätäs, osittain ainavihanta
 - ranta- ja lehtoniittyjen kasvi

corpikaisla, *Scirpus sylvaticus*
 - 50-100 cm
 - leviää voimakkaasti juuriversoilla
 - 2 cm leveät lehdet
 - suuret lähes pallomaiset röyhykukinnot

kapeaosmankäämi, *Typha angustifolia*
 - 150-200 cm
 - ruskeat tähkät syyskesästä keväeseen
 - lehdet ja tähkät kapeampia kuin leveaosmankäämillä
 - vesi- ja kosteikkokasvi
 - leviää voimakkaasti

leveaosmankäämi, *Typha latifolia*
 - 150-200 cm
 - Kapeaosmankäämiä rotevampi
 - ruskeat tähkät syyskesästä keväeseen
 - vesi- ja kosteikkokasvi
 - leviää voimakkaasti

17. Hulevesijärjestelmien ylläpito

17.2 Avoimet hulevesijärjestelmät

17.1 Ylläpidon suunnittelu

Kunnan hulevesijärjestelmän ylläpitoa varten tarvitaan hulevesien ylläpidon toimintaohje, jossa kuvataan kunnan hulevesijärjestelmän tavoitteet ja toiminta, mitoituksen periaatteet, epäpuhtaudet kuten ravinteet, öljy, suola, tauteja-aiheuttavat bakteerit, kemikaalit ja torjunta-aineet. Suunnitelmassa arvioidaan hulevesijärjestelmän toiminta ja otetaan huomioon kunnan järjestelmään liittyvien kiinteistöjen vaikutukset ja kehitystarpeet. Hulevesijärjestelmien ylläpidon toimintaohjeessa määritetään hoitosuunnitelmien taso ja ylläpitotoimenpiteet sekä mahdollisesti käytettävissä oleva kalusto. Suunnitelmaa ylläpidetään päivittämällä säännöllisesti toiminnan seurannasta saadut tiedot sekä järjestelmään tulleet muutokset. Suunnitelmassa on tärkeä määrittää eri osatehtävien vastuut organisaatiossa, kuva 17-1.

Vastaava suunnitelma laaditaan valuma-alue kohtaisesti. Tämä suunnitelma on edellistä huomattavasti yksityiskohtaisempi.



Kuva 17-1 Periaatekuva hoitoalueiden vastuista (ja asuinrakennusten sijoittelusta korkeuden suhteen). Hulevesi ei saa nousta rakennusten perustuksiin. (Piirros Pekka Kärppä)

Hulevesijärjestelmän ylläpitosuunnitelman ohjeellinen sisältö on:

- mitoitustiedot
- tavoitteet ja toimivuusvaatimukset (myös viihtyisyys ja virkistysarvot sekä esteettömyys)
- vaihtoehdot ja vaihtoehtojen oletetut vaikutukset
- vaihtoehtojen arviointi
- hulevesijärjestelmän toiminta
- vaikutusten arviointi
- eläinten suojelu ja toimenpiteet haittaeläinten ehkäisemiseksi
- järjestelmän turvallisuus
- hoitosuunnitelma ja ylläpitotoimenpiteet
- toiminta erityistilanteissa (tulvat, kuivuus, onnettomuudet)
- asiakaspalautteen kerääminen ja käsittely
- ylläpidon vastuut
- toimenpiteiden vaikutusten seuranta ja mahdollisten korjaavien toimenpiteiden määrittäminen
- kunnossapitosuunnitelmien päivittäminen.

17.2.1 Yleistä

Hulevesien käsittelyyn liittyvät avoimet järjestelmät ovat osa kunnan viheralueverkostoa, katuviheralueita tai kiinteistöjen piha-alueita. Ne muodostavat ns. vihreää infraa. Alueellisten järjestelmien ylläpidosta huolehtivat tavallisesti kunnalliset organisaatiot tai alueelliset huoltoyhtiöt. Avoimet hulevesijärjestelmät ovat yleensä kasvillisuus- ja kiviainespeitteisiä alueita. Niissä tarvitaan kuitenkin myös putkistojä, kaivoja ja erilaisia rakenteita käytävien alituksissa, ylivuodoissa, padotuksissa jne. (kuva 17-2). Kasvillisuuden ylläpitotoimenpiteet on kerrottu tarkemmin tämän oppaan osiossa 16



Kuva 17-2 Avoimissa järjestelmissä tarvitaan yleensä osuuksia, joissa on hulevesiputkistoa ja kaivoja. Ratkaisut tulee sovittaa kohteen mukaan. (Piirros Pekka Kärppä)

(Hulevesikasvillisuus).

Viheralueiden, suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito perustuvat yleensä valtakunnalliseen viheralueiden hoitoluokitukseen (Viheralueiden hoitoluokitus 2007, Viherympäristöliitto ry:n julkaisu 36) tai kuntakohtaisesti tarkennettuun yleiseen hoitoluokitukseen. Kunnan hulevesiohjelmassa määritellään hulevesijärjestelmien alueet yleensä Erityisalueiden hoitoluokkaan E, koska hulevesien käsittelyalueet vaativat aina muusta hoidosta poikkeavia toimenpiteitä ja erillisen hoitosuunnitelman. Rakennetuissa hulevesiaiheissa luonnon omien prosessien

käynnistyminen voi vaatia aikaa ja tästä syystä hulevesiaiheet vaativat luonnon muovaamia puroja, noroja ja kosteikkoja enemmän hoitotoimenpiteitä. Hulevesijärjestelmien visuaalinen ilme sovitetaan ympäröivän viheralueen hoitoluokkaan. Lähtökohtana viheralueen ja siellä sijaitsevan hulevesijärjestelmän suunnittelulle on luonnon ominaisuudet, käyttötarkoitus sekä laatu- ja kustannustavoitteet. Alueen käyttö- ja hoitoluokka määritetään alustavasti jo kaavoitusvaiheessa. Hoitoluokalla tarkennetaan toiminnalliset ja virkistyselliset tehtävät sekä millaiseen laatutasoon alueella pyritään yleisilmeessä ja hoitotasossa.

Kunnan hulevesistrategiassa tai -ohjelmassa määritellään erikseen avoimien hulevesijärjestelmien ylläpidon tavoitteet, joita tarkennetaan edelleen yleis- ja rakennussuunnitelmissa sekä hoitosuunnitelmissa järjestelmäkohtaisesti. Yleisenä tavoitteena on, että hulevesijärjestelmät toimivat suunnitelman mukaisesti veden imeyttämisessä, viivyttämisessä ja kuljettamisessa sekä hulevesien puhdistamisessa. Hulevesijärjestelmien ylläpidossa otetaan huomioon niiden merkitys virkistysympäristönä sekä eri eliölaajien elinympäristönä. Samalla alueiden tulee olla tavoitteidensa mukaisesti esteettisiä ja turvallisia. Ylläpitosuunnitelman toteutumista ja vaikutuksia tulee seurata säännöllisesti.

17.2.2 Turvallisuus

Hulevesijärjestelmien kunnossapidossa tulee huolehtia niiden turvallisuudesta käyttäjille. Lapset leikkivät mielellään purojen ja lampien rannoilla ja talvella heikko jää voi puolestaan aiheuttaa turvallisuusrisikin. Vesiaiheiden ylläpidossa huolehditaan suunnitelman mukaisesti turvallisuuden ylläpidosta. Aidat, kaiteet ja muut turvavarusteet pidetään jatkuvasti hyvässä kunnossa.

Kunnossapitotöissä tulee ottaa huomioon liikenteen turvallinen sujuminen. Kunnossapitotöitä varten tulee hankkia asianmukaiset luvat kaivuu-, päällystys-, ja liikennejärjestelyjä varten. Kaduilla ja teillä töitä tekevien henkilöiden tulee olla suorittanut vaadittavat turvallisuuskurssit (tieturva tai kataturva). Kunnossapitotöissä tulee käyttää ajoneuvoja ja laitteita siten, että ympäristöön ei leviä haitallista tärinää tai melua.

17.2.3 Kasvillisuus

Kasvillisuuden hoitotyöt on esitetty tämän oppaan osiossa 16 (Hulevesikasvillisuus). Kasvillisuuden merkitys hulevesien käsittelyssä ja viheralueiden viihtyisyyttä luovana tekijänä on erittäin tärkeä.

Kasvillisuuden tulee olla hoidettu siten, että siitä ei aiheudu turvallisuushaittoja. Näkemäalueet on pidettävä avoimena. Turvallisuuden tunne varmistetaan avaamalla näkymiä ja kasvillisuuden läpinäkyvyyttä. Kasvillisuutta hoidetaan siten, että se pysyy sille varatulla alueella. Kasvillisuuden hoito on pitkäjänteistä toimintaa, jolla turvataan suunnitelman mukainen käyttötarkoitus. Alueen yleisilmeen tulee olla hoitoluokkaansa vastaavassa kunnossa. Kasvillisuuden hoitotyöt tulee suorittaa siten, että viheralueen arvo säilyy ja se pysyy hoitoluokkaansa mukaisessa kunnossa. Hoitotyöt tulee suorittaa kasvilajikohtaiset vaatimukset huomioon ottaen ja luoda edellytykset kasvillisuuden hyvinvoinnille ja hulevesijärjestelmän toimivuudelle.

Rakentamisen jälkeen viheralueet tarvitsevat muutaman vuoden (takuuajan hoito 2 vuotta) tehostettua hoitoa aina siihen asti kun kasvillisuus alkaa vakiintua. Tehohoidon jälkeen luonnonmukaisiksi rakennetutkin alueet tarvitsevat säännöllistä, jatkuvaa ja suunnitelman mukaista hoitoa. Hoidotta jäävillä rehevillä alueilla muutokset näkyvät jo muutamassa vuodessa; varjokasvit yleistyvät valokasvien kustannuksella. Umpeenkasvun myötä alueet menettävät nopeasti alkuperäisen suunnitelman mukaisen arvonsa.

Vesiaiheista kasvillisuutta poistetaan siinä vaiheessa, kun veden virtaus estyy haitallisesti tai joku laji valtaa liikaa alaa. Esimerkiksi järvi-ruokoa kasvavia alueita voidaan pienentää heinä-elokuussa tapahtuvilla niitoilla tai aika ajoin tehtävällä juurakoiden poistolla tai ruoppamalla. Leikkuu- ja ruoppausjätteet poistetaan.

Tietyt puulajit, kuten haapa ja harmaaleppä tuottavat erityisen paljon kanto- ja juuriversoja ja puuston poiston jälkeen. Tämän vuoksi ne on syytä ensin kaulata ja kaataa vasta muutama vuoden kuluttua. Kaulaus tehdään poistamalla puun kuori ja nilakerros parinkymmen sentin leveydeltä koko rungon ympäriltä

noin rinnan korkeudelta. Työ on helpointa tehdä keväällä, jolloin puun kuori irtoaa helpoimmin. Kaulaus estää ravinteiden kulkeutumisen ja näivettää juuriston siten että juuriversojen kasvu estyy (vedenkulkuun toimenpide ei vaikeuta, sillä vesi kulkeutuu puun puuosassa siemmällä rungossa).

Peltojen ja maisemapeltojen yhteydessä vesistön varrella tulisi olla vähintään 15 metriä leveä suojavyyhyke ravinteiden valumisen ehkäisemiseksi vesistöön (kuva 17-3). Ruohovartinen kasvillisuus leikataan niittykasvien kukinnan jälkeen ja leikkuutähteet raivataan pois. Vesistöä varjostavaa ja viilentävää puustoa ja pensaita säilytetään paikoitellen maisematilan mukaan.



Kuva 17-3 Ruokohelpikasvillisuutta joen rannassa Tukholmassa. (Kuva Aino-Kaisa Nuotio)

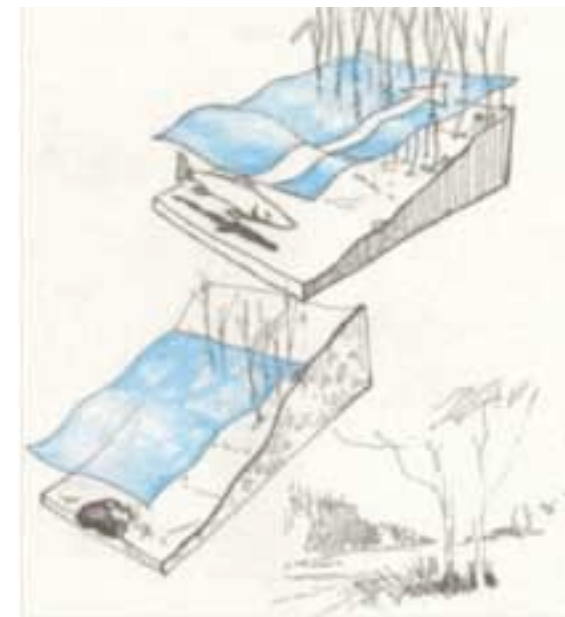
Peltojen ja maisemapeltojen suojavyyhykkeen hyötyjä ovat:

- vähentää valtaojan liettymistä ja kunnostustarvetta
- vähentää vesien sameutta
- vähentää ravinnekuormitusta ja vesistön rehevöitymistä
- parantaa vesistön hygieenistä laatua
- ehkäisee torjunta-aineiden kulkeutumista vesistöihin ja pohjavesiin sekä vähentää pohjaveden nitraattipitoisuutta
- lisää luonnon monimuotoisuutta
- muodostaa lisääntymisalueita, kulkureittejä ja suojapaikkoja sekä parantaa riista-eläinten elinoloja ja edistää virkistyskäyttöä
- parantaa kalakantojen elinoloja

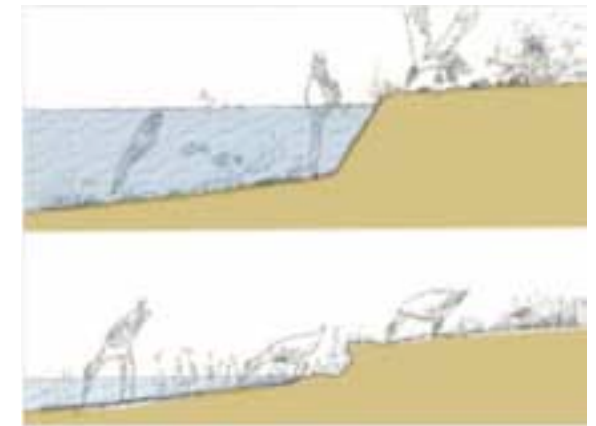
Suojavyöhykkeiden hoidossa ei saa käyttää kasvinsuojeluaineita. Suojavyöhykkeiden hoidossa ja niittoajankohdissa on otettava huomioon luonnonvaraisten lintujen ja nisäkkäiden elinolot, minkä vuoksi niitto ei tule aloittaa ennen 1.8., ellei kyseessä ole rikkakasvien, kasvitautien tai tuholaisten torjunnasta, niiden leviämisen estämisestä tai vastaavasta syystä. Suojavyöhykkeillä on mahdollista hoitaa myös laiduntamalla mikäli tästä on laadittu suunnitelmat ja vesien suojele ei ole esteenä.

Kasvillisuuden hoitotyössä tulee ottaa huomioon:

- tarvittavat luvat
- liikenteen turvallinen sujuminen
- työntekijöillä on työn edellyttämät turvallisuuskurssit suoritettuna
- minimoidaan asukkaisiin ja alueen käyttöön kohdistuvat meluhaitat
- työntekijöillä on tehtävään sopiva pätevyys ja osaaminen.



Kuva 17-4 Hoitotoimenpiteissä tulee ottaa huomioon kosteikkoalueella viihtyvä eläimistö. (Piiros Pekka Kärppä)



Kuva 17-5 Avoimet hulevesijärjestelmät voivat muodostua linnuille jopa liiankin suotuisaksi elinympäristöksi alueen käyttäjien ruokkiessa lintuja. Lintujen jätökset lisääntyvät ja tämä aiheuttaa vesistön rehevöitymistä. Lintujen ruokinnalle voi olla tarpeen asettaa rajoituksia. (Piiros Pekka Kärppä)

17.3 Hulevesiä vähentävät järjestelmät

17.3.1 Lämpäisevät päällysteet

Lämpäisevät päällysteet ovat sitomattomia hiekka-, sora- tai kivituhkapintoja tai sidottuja pintoja kuten lämpäisevää asfalttia tai nurmi- tai sorasaumattua kiveystä tai kennorakenteella sidottua kiviaines- tai nurmipintaa (kuva 17-6).

Lämpäisevien päällysteiden ylläpitotoimenpiteet keskittyvät päällysteen pitämiseen lämpäisevänä estämällä pinnan tiivistyminen ja tukkeutuminen. Lämpäisevien päällysteiden pinta tulee puhdistaa vuosittain keuhalla. Kunnossapitotoimenpiteet riippuvat päällysteen laadusta. Sitomattomia pintoja hoidetaan lanaamalla, lämpäiseviä asfaltteja pesemällä ja nurmisaukaisia kiveyksiä voidaan ilmastoida. Päällyste tulee pitää puhtaana roskista ja kasvillisuusjätteistä harjaamalla tai haravoimalla. Alueen hoitoluokka vaikuttaa kunnossapitotoimenpiteiden intensiteettiin.

Talvikautena jääkannen muodostumista torjutaan, jotta jäätyvästä maasta ei tule vettä lämpäisevätöntä ja sulamisvesien imeytyminen ei esty. Kun imeytysalueen huokoisuus säilyy, myös routaantuneeseen maahan voi imeytyä sulamisvesiä.

Lämpäiseviin päällysteisiin liittyvien ylivuoto-reittien ja rakenteen salaojien toimivuudesta huolehditaan.

Kunnossapitotoimenpiteet

- päällysteen pinnan puhtaanapito
- nurmisaumaisten pintojen ilmastointi
- sitomattomien päällysteiden lanaaminen
- eroosiovaurioiden korjaaminen
- tulvareitin toimivuuden varmistaminen
- salaojien toimivuuden varmistaminen
- kasvillisuuden hoitotoimenpiteet



Kuva 17-6 Nurmisaumainen nupukiveys. Rakenteessa yhdistyy liikenteen kantavuusvaatimukset ja hulevesien imeyttäminen. (Piirros Pekka Kärppä)

17.3.2 Imeytyspainanteet

Imeytyspainanteet ovat kasvillisuuspeitteisiä tai suodattavalla hiekka- ja sorakerroksella täytettyjä kiviainespintaisia ympäristöään alempana olevia painanteita (kuva 17-7). Vesi voi lammikoitua noin vuorokaudeksi painanteeseen, josta se imeytyy maaperään. Rei'itetyllä purkuputkella tai padoilla voidaan säädellä lammikoitumisen syvyyttä ja kestoja. Imeytyspainanteet toimivat vastaavasti kuin biopidätysalueet tai sadepuutarhat, joissa kasvillisuus on runsaampaa (kuva 17-8). Imeytyspainanteista veden tyhjentyminen varmistetaan salaojituksella, jonka alapuolella on vielä riittävä varastotilavuus imeytettävälle vedelle. Painanteesta on varmistettu ylivuotoreitti hulevesiverkostoon tai avouomaan. Kunnossapitotoimenpiteet kohdistetaan kaikkiin järjestelmän osiin. Roskien ja kiintoaineksen poistotihe-

ys riippuu alueen hoitoluokasta sekä kertyvän kiintoaineksen määrästä (liikennealue). Tarkastuskaivojen lietepesät tyhjennetään keran vuodessa. Salaojaverkoston painehuuhteluun varaudutaan viiden vuoden välein. Mikäli imeytyspainanne sijaitsee esim. katualueella voi suodattavan sora-, kivi-, tai sepelirakenteisen joutua vaihtamaan kokonaisuudessaan noin viiden vuoden välein. Mikäli imeytyspainanne on tehty kiviaineksesta, on mahdollista käyttää puhdistukseen myös imumenetelmää.

Kunnossapitotoimenpiteet

- roskien ja kiintoaineksen poisto
- suodattavan kerroksen läpäisevyyden ylläpito
- kaivon lietepesän tyhjennys
- kiintoaineksen poisto putkistosta ja salaojista
- kansiston korkeusaseman tarkistus
- kaivon suoruuden tarkistus
- purkureitin ja padon toimivuuden varmistaminen
- ylivuotoreitin toimivuuden varmistaminen
- kasvillisuuden ja kiviainespinnan hoitotoimenpiteet



Kuva 17-7. Sorapainanne. Vesi johdetaan nurmetetun erotuskaistan sorapainanteeseen, josta se imeytyy sorapinnan kautta. Hoitotoimenpiteenä on ruohonleikkaus ja roskien poisto sorapinnalta.



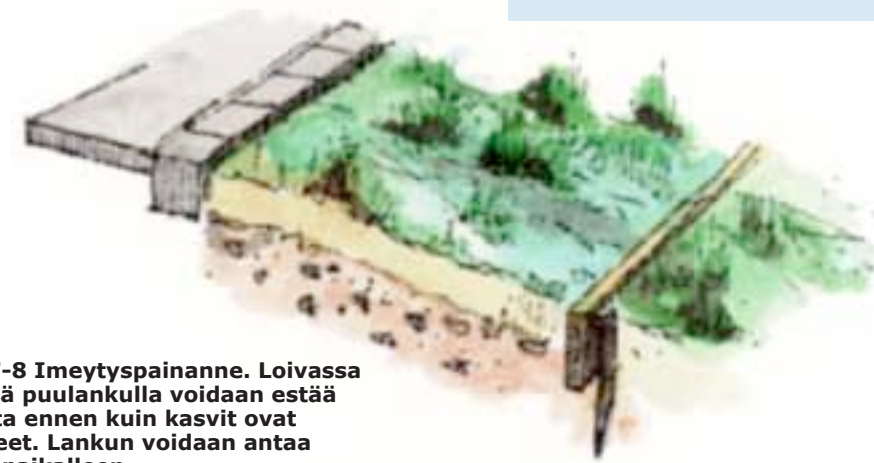
Kuva 17-9. Tulvaoja ja imeytyskaivo.

17.3.3 Imeytyskaivannot

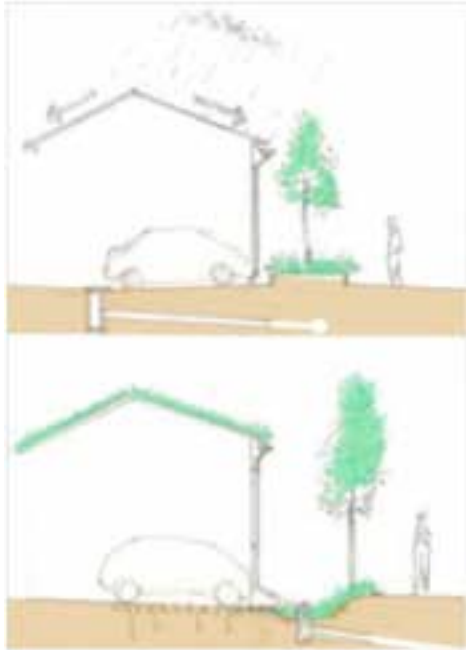
Imeytyskaivannot ovat avoimia tai maanalaisia keno-, tai kivivainesrakenteita, joilla on avoin imeyttävä pinta (kuva 17-9). Hulevedet voidaan johtaa niihin pintavalunnan lisäksi hulevesiviemärillä tai salaojilla. Tarvittaessa hulevedet johdetaan kaivantoon tasausaltaan kautta. Lisäksi imeytyskaivantoihin voi liittyä hiekan- ja öljynerottimet. Tulviminen estetään imeytyskaivannon ohivirtausjärjestelmällä sekä ylivuotoreitillä. Yksinkertaisimmillaan imeytyskaivanto on pohjaton rengaskaivo, johon vedet johdetaan sakkapesällisten hulevesikaivojen kautta. Ylläpitotoimenpiteet keskityvät koko järjestelmän ylläpitoon.

Kunnossapitotoimenpiteet

- roskien ja kiintoaineksen poisto imeytyskaivannon pinnalta
- suodattavan pintakerroksen läpäisevyyden ylläpito
- kaivon lietepesän tyhjennys
- jään poisto kaivannon pinnalta
- kiintoaineksen poisto putkistosta ja salaojista
- kansiston korkeusaseman tarkistus
- kaivon suoruuden tarkistus
- ohivirtaus- ja ylivuotoreitin toimivuuden varmistaminen
- kasvillisuuden hoitotoimenpiteet



Kuva 17-8 Imeytyspainanne. Loivassa rinteessä puulankulla voidaan estää eroosiota ennen kuin kasvit ovat juurtuneet. Lankun voidaan antaa maatua paikalleen.



Kuva 17-10 Viherkatot ovat luonnollinen tapa lisätä haihdutusta ja vähentää pois johdettavan sadeveden määrää.



Kuva 17-11 Maksaruohokattoja (Veg Teg) Malmön Västra Hamnenin alueella. (Kuva Aino-Kaisa Nuotio)



Kuva 17-12 Vasta rakennettu koulurakennuksen maksaruohokatto (Veg Teg) Malmön Västra Hamnenin alueella. (Kuva Aino-Kaisa Nuotio)

17.3.4 Viherkatot

Viherkatot ovat matalasta kasvustosta rakennettuja maksaruoho- ja sammalmattoja, hieman paksumman kasvualustakerroksen vaativia ruohokattoja tai allasrakenteisiin toteutettuja kasvillisuusalueita (kuva 17-10). Viherkatot imeyttävät ja haihduttavat hyvin vettä ja rännien kautta pois johdettava hulevesimäärä pienenee. Sammal- ja maksaruohokattoja lannoitetaan keväisin, kasvillisuuspinnaalle kerääntyvä ympäröivien puiden lehtimassa ja puun taimet poistetaan keväisin ja syksyisin. Ruohokatoille tehdään vastaavat toimenpiteet. Lisäksi kasvillisuus niitetään ja niittojäte poistetaan tarvittaessa. Niittykasveja sisältävien kattojen leikkaus tehdään vasta niittykasvien kukinnan jälkeen. Vedenpoistojärjestelmien puhtaanapidosta ja kunnosta huolehditaan keväisin ja syksyisin. Istutusaltaiden kasvillisuutta hoidetaan kuten muitakin allasistutuksia. Allasistutukset voivat vaatia erityisesti kuivana kautena kastelua, mikä voidaan toteuttaa kerätyllä hulevedellä.

Kattolumien poisto tehdään tarvittaessa kattorakenteiden kantavuuteen perustuen. Lumien poisto maksaruohokatoilta tehdään siten, että kasvillisuuspinnaalle jätetään noin 15 cm suojaava lumikerros. Maksaruohokattoja kuvissa 17-11, 17-12 ja 17-13.

Kunnossapitotoimenpiteet

- roskien, lehtien ja itsestään kasvaneiden puuntaimien poisto
- lannoitus
- vedenpoistojärjestelmien (kourut, rännit) ylläpito
- kattolumien poisto
- istutusaltaiden kasvillisuuden kasvilajikohtainen hoito



Kuva 17-13 Turvavaljaiden kiinnityspidike maksaruohokatolla. (Kuva Aino-Kaisa Nuotio)

17.4 Hulevesiä johtavat järjestelmät

17.4.1 Avo-ojat ja luonnonuomat

Avo-ojien hydraulinen toiminta mitoituksen mukaisena edellyttää, että avo-oja pysyy lietyttömänä ja ojan geometrinen muoto vastaa luiskien kaltevuuden, pohjan leveyden ja pituuskaltevuuden osalta mitoituksen mukaisena tilannetta.

Ojan pituuskaltevuuden tulee olla vähintään 0,4 % ja tasaisessakin maastossa vähintään 0,1 %. Ojan pituuskaltevuuden tulee olla kuitenkin sellainen, että virtaava vesi ei aiheuta uoman kulumista ja eroosiota. Liian pieni kaltevuus aiheuttaa kiintoaineen kertymistä. Ojan pituuskaltevuutta voidaan pienentää rakentamalla ojaan porrastuksia. Uomaa voidaan vahvistaa mm. nurmetuksella, verhoiluilla kennorakenteilla ja erilaisilla kiviverhouksilla.

Avo-ojissa voi olla kosteikko- ja vesikasveja. Runsas kasvusto avo-ojassa parantaa vesistön johdettavien hulevesien laatua toimiessaan biologisena suodattimena. Runsas kasvusto voi häiritä ojan hydraulista toimivuutta ja oja on perattava tai ruopattava. Avo-oja perataan kun se on liettyntynyt tai tukkiutunut niin, että veden virtaus estyy, syntyy haitallista padotusta ja kuivatusjärjestelmä ei toimi. Perkauksessa kaivuusyvyys pyritään tekemään noin 0,2-0,5 metriä ojan tasausviivan alapuolelle riippuen ojan lietyntymisherkyydestä. Luiskakaltevuutta ei yleensä tarvitse muuttaa sen jälkeen kun oja on hakenut muotonsa. Luiskakaltevuus perkauksen jälkeen jyrkkenee luiskan alaosaan, mikä edellyttää kaltevuuden tarkastelua mahdollista sortumaa vastaan.

Vesilaki korostaa pienten luonnontilaisten uomien luonnontilan säilyttämistä ja etenkin ns. luonnontilaisten uomien suojelua tai vain varovaista perkausta.

Liikenneväylään liittyvän ojan perkauksen yhteydessä poistetaan tien reunapalle. Tien luiskan sisäkaltevuuden tulee yleensä olla 1:2-1:4 ja ulkoluiskan kaltevuuden 1:1-1:2. Aina tulee kuitenkin ottaa huomioon luonnontilaisten ja maastoon sopivan ojan muotoilun mahdollisuudet. Rummun ja hulevesiviemärin päähän ei saa jäädä kynnyksiä tai muuta virtausestettä. Rummun lähellä ojaan tehdään

lietepesäsyvennys 5-10 metrin matkalle. Kaivuutyössä käytetään muotokauhaa tai kallistuvaa kauhaa. Kaivuumaat on yleensä kuljetettava pois, ellei niitä voida hyödyntää kohteen sisä- tai ulkoluiskien muotoilussa. Ojat pyritään kaivamaan herkästi routivilla teillä kesäkuun loppuun mennessä, jotta luiskat ehtivät rauhoittua ennen talvea.

Viheralueilla olevien ojien muotoilun tulisi ensisijaisesti olla luonnontilaisten maastoon ja maisemaan sopiva. Ojat voidaan perkauksen yhteydessä luonnontilaista loiventamalla vaihdellen ojan luiskakaltevuutta ojan eri puolilla. Tällöin ojan reunoilla kasvavaa kasvillisuutta voidaan säilyttää vaihtelevasti ojan molemmiin puoliin ja ojan kunnostuksen visuaaliset muutokset jäävät vähäisemmiksi. Lisäksi eläimistöille jää sopivia suojapaikkoja.

Avo-ojien perkaus suoritetaan yleensä 5-10 vuoden välein. Kunnossapito-ojituksessa on otettava huomioon kiintoaines- ja ravinnekkuorituksen lisääntyminen vesistöön. Happamilla alunamilla voi myös PH laskea ojitustoimien jälkeen. Perattaviin ojiin tulee järjestää laskeutusaltaat tai valutusrinteet ennen veden johtamista vesistöön. Kuvassa 17-14 ojan kunnostuksella on jo kiire. Avo-oja järjestelmänä on viheralueiden käytöstä johtuen roskaantumisherkempi kuin putkitetut hulevesijärjestelmät, mikä tulee ottaa huomioon alueiden puhtaana- pidossa.

Ojista kasvillisuutta poistetaan siinä vaiheessa, kun veden virtaus haitallisesti estyy tai joku laji valtaa liikaa alaa.

Luonnonuomat kuten purot ja eliöstön huomioon ottavat ojat ovat tärkeitä elinalueita monille kalalajeille; ne tarjoavat suojaisia lisääntymispaikkoja. Lisäksi ne toimivat kalojen ja muiden vesieläinten kulkureitteinä. Valuma-alueen vedet valuvat noroihin ja niistä edelleen puroihin, jotka laajenevat välillä suvanneiksi ja lammiksi. Virtavesien kunnostuksessa tulisi ottaa huomioon että niissä on kutusoraikoita, isoja kiviä poikastuotantoalueiksi, kuoppia, kiviä virranohjaimina, rantojen eroosiota ehkäisevää kasvillisuutta sekä luonnontilaisten kalatiet ja kynnykset patojen ohittamiseen. Kunnostustoimenpiteille paras aika on kesä-elokuu, jolloin virtaama on normaalilla tai sitä alemmalla tasolla ja kunnostus vaikuttaa mahdollisimman vähän veden laatuun ja vesielistöön. Mikäli kunnostettavassa vesistössä on lohikaloja niin paras aika kunnostukselle on loppukesä.



Kuva 17-14 Laiminlyöty ojan kunnossapito. (Kuva Johanna Mäkinen)

Kivettäviä alueita ovat kohdat, joissa on riittävä uoman kaltevuus ja virtausnopeus. Kiviä käytetään 20-100 cm kiviä jotka asetetaan uomaan yksittäin ja ryhminä. Sorastuksia tehdään matalilla ja hidaskäyttöisillä alueilla.

Kutusoraikoita tehdään alueille, joissa vettä on myös alivirtaaman aikana, virtausnopeus riittää pitämään soraikon puhtaana ja mahdollistaa hapekkaan veden vaihtuvuuden soraikoissa. Osa soraikoista voi olla uoman reunasta reunaan ulottuvia sorakynnyksiä. Kutusoraikot tehdään 20-50 cm luonnonsorasta ja sitä levitetään 10-20 (50) mm paksuudelta.

Kiviä ja kuoppia tarvitaan kutusoraikon läheisyydessä. Niiden suojassa emokalat voivat levätä. Kuppien syvyys on 40-100 cm. Yläpuolelle asennettu kivi tai kiviryhmä ohjaa virtaavan veden kuopan ohi ja estää kuopan syöpmisen.

Rummun alapuolinen osuus kivetään muutaman metrin matkalta syöpmisen ja kynnyksen muodostumisen estämiseksi.

Tiheä vesikasvillisuus voi estää kalojen kulun. Alivirtausuomaa ylläpidetään avoimena niittämällä.

Kunnossapitotoimenpiteet

- tukkeutumien poistaminen
- roskien poistaminen
- syöpmien korjaaminen
- eroosioaurioiden korjaaminen
- haitallisten muodonmuutosten korjaaminen
- perkaus tai ruoppaus
- turvallisuuden varmistaminen
- kasvillisuuden hoitotoimenpiteet
- veden virtauksen ja kalojen kulun haitallisesti estävän kasvillisuuden niitto ja niittojätteen poisto.
- eliöstön olosuhteiden ylläpitäminen

17.4.2 Avopainanteet

Avopainanteet ovat loivareunaisia ja yleensä, loivareunaisia, kasvipeitteisiä hulevesien viivytys- johtamis- ja imeytysrakenteita, jotka yleensä toimivat vastaavasti kuin avo-ojat, mutta niitä ei ole tarkoitettu ympäröivien rakenteiden kuivatuksiin vaan vesi ohjataan niihin pintavaluntana tai esimerkiksi koururakenteista.

Painanteen pituuskaltevuuden tulisi olla 1...3% ja enintään 5%. Painanteissa voi olla patoja tai kynnyksiä, jotka on varustettu purkuputkella tai aukolla.

Kunnossapitotoimenpiteet

- painanteen puhdistus, myös hiekoitushiekka
- roskien poistaminen
- muodonmuutosten korjaaminen
- salaojan puhdistaminen
- purkuputkien puhdistaminen
- ylivuotoreitin kunnossapito
- kasvillisuuden hoitotoimenpiteet

17.4.3 Kanavat, kanaalit ja kourut

Kanavat, kanaalit ja kourut ovat rakenteita, joissa johdetaan vettä (kuva 17-15). Kanavilla ja kanaaleilla johdetaan suurempia vesimääriä kuin kouruilla ja ne ovat yleensä kivi- tai betonirakenteisia. Matalat v-muotoiset kourut sekä ritiläkannella varustetut kourut sijaitsevat yleensä päällystetyillä pinnoilla, mikäli niiden esteetön sijoittaminen on otettu suunnittelussa huomioon. Kouruilla voidaan ohjata kiinteistöjen kattovesiä istutusalueiden kautta hulevesijärjestelmiin.

Kanavat ja kanaalit tulee puhdistaa näkyvistä roskista vuosittain keväällä (kuva 17-16). Perusteellisempi puhdistus ja kasaantuneen lietteen poisto tehdään 2-5 vuoden välein.

Rakennetuissa kanaaleissa ongelmaksi voi muodostua esteettistä ja hajuhaittaa aiheuttavan leväkasvuston muodostuminen. Tämä voi muodostua ongelmaksi erityisesti silloin jos,

kanaalin vesisyvyys on matala, virtausnopeus pieni ja lisäksi altaaseen johdetaan hulevesien lisäksi meri- tai raakavettä (kuva 17-17). Veden virtaus voidaan joutua kanaaliin sulkemaan ja kanaali puhdistamaan painepesulla kaksi kertaa vuodessa.

Matalat kourut on puhdistettava keväisin ja syksyisin. Kesäkauden aikana puhtauden ylläpidon tasoon vaikuttaa alueen hoitoluokka. Talvikautena kourut pidetään vapaana jäädästä. Ritiläkouruihin on hyvä asentaa lämmityskaapelit rakentamisen yhteydessä kunnossapidon helpottamiseksi.

Kunnossapitotoimenpiteet

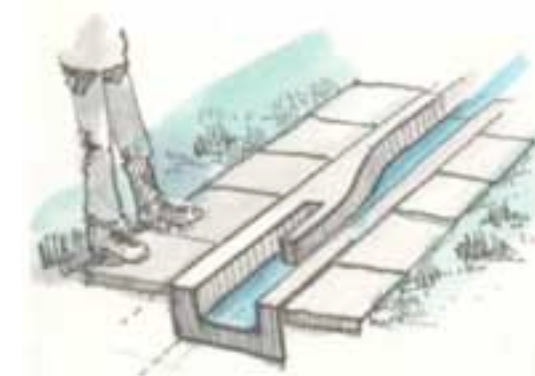
- roskien poistaminen
- kourujen puhdistus
- lietteen poisto
- sakkapesien tyhjennys
- muodonmuutosten korjaaminen ja tarvittaessa osien vaihto
- paannejään muodostumisen estäminen kouruihin



Kuva 17-15 Kattovesi ohjataan kourulla vesialtaaseen. (Kuva Aino-Kaisa Nuotio)



Kuva 17-16 Hulevesikanaali, johon vesi johdetaan reunakivessä olevasta aukosta. Kouru pidetään puhtaana hiekasta ja kasvillisuudesta. (Piiros Pekka Kärppä)



Kuva 17-17 Kivetyt kanaalit pidetään puhtaina roskista, irtonaisesta maa-aineksesta sekä hiekasta. Lumi ja jää voi padottaa vettä. Kuvassa on antiikin Kreikan ratkaisu ongelmaan: rakenne lisää veden pyörteisyttä ja nopeutta, jolloin se puhdistuu myös loivaviettoisilla osuuksilla. (Piiros Pekka Kärppä)

17.4.4 Tulvareitit

Tulvareitti on maanpinnalla oleva sadeveden virtausreitti, johon sadevedet johdetaan hallitusti silloin, kun hulevesiviemäristön kapasiteetti loppuu (kuva 17-18). Tulvareitti voi koostua erilaisista hulevesijärjestelmän jaksoista, joiden tulee toimia tulvatilanteissa. Tulvatilanteiden jälkeen tulee tarkastaa aiheutuneet vahingot kuten eroosiohaitat tulvareitillä. Tulvareittien tiedostaminen mm. katujen kunnossapidon yhteydessä on tärkeää.

Kunnossapitotoimenpiteet

- tulvareitin toiminnan jatkuva seuranta
- eroosiovaurioiden ennaltaehkäisy
- korjaavat toimenpiteet tulvatilanteen jälkeen

17.5 Hulevesiä viivyttävät järjestelmät

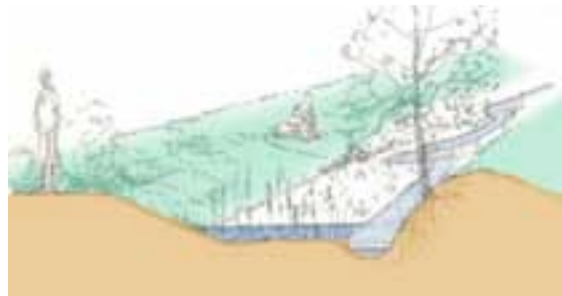
17.5.1 Lammikot ja rakennetut altaat

Lammikot ovat hulevesien hallintaan rakennettuja tai luonnon muovaamia vesialueita, joissa vesi säilyy ympäri vuoden. Lisäksi niissä voi olla vesi- ja kosteikkokasvillisuutta. Rakennetut altaat voivat olla myös kiviaines- ja betonirakenteisia. Altaat ovat lisäksi oivallisia kasteveden varastoja.

Lammikot ja rakennetut altaat toimivat hulevesijärjestelmässä viivytys- ja tasaustaita tasaamassa hulevesiverkon alapuolista hydraulista kuormaa. Ne toimivat myös osana hulevesien laadullista hallintaa ennen vesien johtamista vesistöön. Lammikoiden alkupäässä voi olla erillinen tasausallas veden laadun parantamiseksi. Altaiden vesipintaa voidaan säädellä myös pumppausin. Lammikon huollon kannalta padon juureen on hyvä laittaa tyhjennysputki, jotta pysyvän veden alue saadaan myös tyhjennettyä. Altaiden kunnossapitoon liittyy veden laadun ja virtaaman seuranta, kasvillisuuden hoitotyöt sekä liettymien poistaminen. Altaiden pohjalle kertyneen lietteen määrää on tarkistettava kerran vuodessa. Liete on poistettava kaivinkoneella tai lietepumpulla viimeistään silloin, kun allas alkaa täyttyä tai on vaarana, että liete lähtee tulvan aikana liikkeelle. Lampi voidaan ruopata kasvillisuuden rehevöidyttä liikaa noin 10-15 vuoden välein.

Rakennetuissa altaissa ongelmaksi voi muodostua esteettistä ja hajuhaittaa aiheutta-

van leväkasvuston muodostuminen. Tämä voi muodostua ongelmaksi erityisesti silloin jos, altaan vesisyvyys on matala, virtausnopeus pieni ja lisäksi altaaseen johdetaan hulevesien lisäksi meri- tai raakavettä. Kunnossapitoimenpiteet voivat edellyttää altaan tyhjentämistä ja sen puhdistamista painepesulla kaksi kertaa vuodessa. Kuvissa 17-19 – 17-24 on esitetty erilaisia altaita.



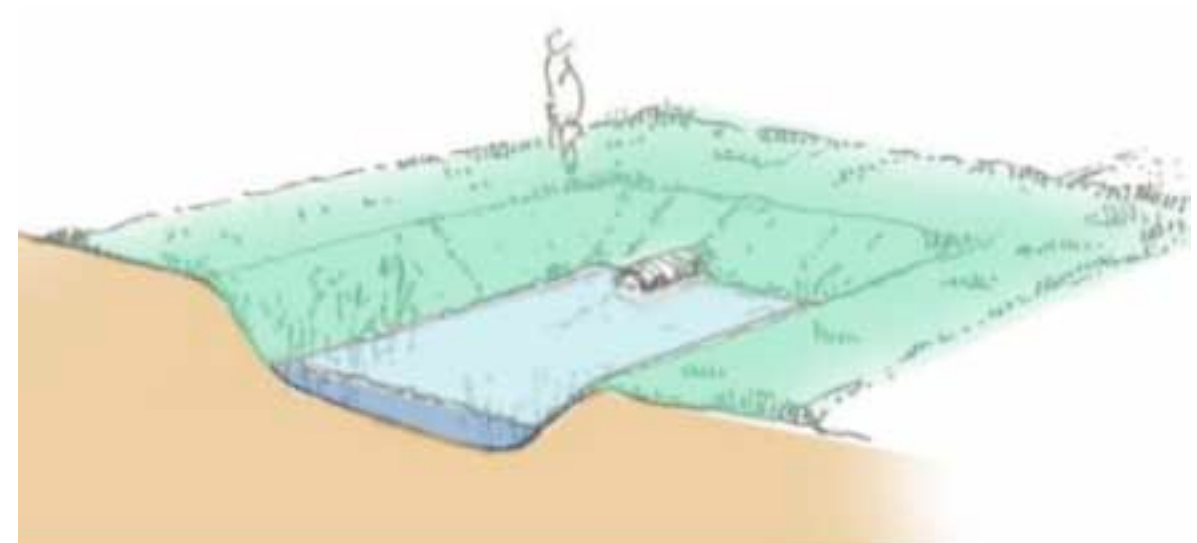
**Kuva 17-18 Tulva-alueiden hoitosuunnitelmas-
sa on määritettävä poistettavat, karsittavat
ja säilytettävät lajit alueiden suuren lajirun-
sauden vuoksi. Puiden juuret sitovat tehok-
kaasti luiskaa. (Piirros Pekka Kärppä)**

Kunnossapitotoimenpiteet

- lietteen määrän seuranta taseus-
altaassa ja varsinaisessa altaassa
kerran vuodessa ja tarvittaessa sen
poisto
- purkuputken tai avoimen uoman
tai kourun puhtaanapito
- ylivuodon toimivuus
- tyhjennysputken toimivuus
- kasvillisuuden ylläpito
- huoltotien ylläpito
- ruoppaus



**Kuva 17-19 ja kuva 17-20. Allas välittömästi
rakentamisen jälkeen ja noin kymmenen
vuotta rakentamisen jälkeen.**



**Kuva 17-21 Patoallas, jossa on jyrkät luiskat ja suuri vesimäärän vaihtelu. Tiesuolan kertymis-
alueilla kasviajeksi valitaan suolaa kestäviä merenrantakasveja. (Piirros Pekka Kärppä)**



**Kuva 17-22 Laskeutusallas ja kosteikko (kaksi erillistä allasta) tien kuivatusvesien puhdistami-
seen ja viivyttämiseen tarkoitettua allasta Malmössä. (Kuva Aino-Kaisa Nuotio)**



Kuva 17-23 ja kuva 17-24. Kadun kuivatusvedet ohjataan teknisesti toteutetun altaan kautta vesistöön. (Kuva Aino-Kaisa Nuotio)

17.5.2 Hulevesialtaat

Hulevesien viivyttämiseen rakennettu allas pidetään jatkuvasti toimintakunnossa. Kunnossapitotoimenpiteet vaihtelevat sen mukaan onko allas esimerkiksi betonista rakennettu tai maahan kaivettu kivi-, tai kasvipeitteinen allas.

Kunnossapitotoimenpiteet

- roskien poistamien
- altaan puhdistus tai pesu
- altaaseen johtavien tulo- ja lähtöputkien puhdistus ja sulanapito
- ylivuotoreitin kunnossapito
- muodonmuutosten tai rakenteen korjaaminen
- kasvillisuuden hoitotoimenpiteet

17.5.3 Kosteikot

Kosteikot ovat hulevesien hallintaan rakennettuja tai luonnon muovaamia ainakin osan vuodesta veden peitossa olevia alueita, joissa on ainakin osan vuodesta vettä ja niihin liittyy kosteikkokasvillisuutta (kuva 17-25). Kosteikot toimivat veden suodattimina ja ravinnevarastoina. Ne tasaavat myös uomastossa virtaamia ja vähentävät eroosiota sekä tulvahaittoja, lisäävät purovesistöjen merkitystä eliöstön kulkureitteinä ja tarjoavat linnuille pesäpaikkoja. Kasvillisuus sitoo ja pidättää ravinteita, sedimenttejä, bakteereja sekä haitta-aineita kuten raskasmetalleja. Kosteikot parantavat veden laatua ja ehkäisevät alapuolisten vesistöjen rehevöitymistä. Niistä poistuva vesi on yleensä aina puhtaampaa kuin siihen saapuva vesi. Ravinteet sitoutuvat kasveihin ja sedimentoituvat osittain pohjaan, koska vesikasvit stabiloivat pohjaa ja estävät aaltojen ja virtausten huuhtouttavaa vaikutusta. Ennen varsinaista kosteikkoa tulisi olla tasausallas, johon kiintoaine laskeutuu ja josta se on helposti poistettavissa.

Kosteikkojen kasvillisuus vaatii yleensä niittämistä vähintään 3 vuoden välien ja kasvimassan poiston. Altaiden pohjalle kertyneen lietteen määrää on tarkistettava kerran vuodessa. Liete on poistettava kaivinkoneella tai lietepumpulla viimeistään silloin, kun allas alkaa täytyä tai on vaarana, että liete lähtee tul-

van aikana liikkeelle. Kunnostusruoppaus on ajankohtaista 10-15 vuoden välein, kun kasvillisuus on muodostunut haitallisen reheväksi. Ruoppaus voidaan tehdä vaiheistettuna, mikäli yhdellä kertaa tapahtuvasta ruoppauksesta aiheutuu vahinkoa alapuoliselle vesistölle ja ympäristölle. Ruoppauksissa otetaan huomioon eliöstön olosuhteiden ylläpito. Kuvissa 17-25 ja 17-26 on esitetty kosteikkoja.

Kunnossapitotoimenpiteet

- tasausaltaan puhdistaminen kiintoaineksesta
- purkuputken tai avoimen uoman tai kourun puhtaanapito
- ylivuodon toimivuus
- tyhjennysputken toimivuus
- kasvillisuuden ylläpito
- ruoppaus



Kuva 17-25 Kosteikko sulautuu puistomaisemaan. (Kuva Leila Roininen)



Kuva 17-26 Kosteikon monipuolista kasvillisuutta. (Kuva Leila Roininen)



Kuva 17-27 Malmön Augustenborgin alueen viherkatto ja kosteikko. Veden pääsy rakenteisiin tulee estää. (Kuva Aino-Kaisa Nuotio)

17.5.4 Biopidätysalueet

Biopidätysalue on ympäristöään alempana oleva kasvillisuuden peittämä alue, jossa hulevesiä voidaan viivyttää ja käsitellä (kuva 17-28). Biopidätysalue toimii hulevesiä suodattavana rakenteena samaan tapaan kuin imeytyspainanteet, mutta kasvillisuuden merkitys on suurempi kuten myös sadeputarhoissa. Vesi voi lammikoitua muutamaksi vuorokaudeksi painanteeseen, josta se on kasvillisuuden käytettävissä. Ylimääräinen vesi imeytyy maaperään. Rei-itetyllä purkuputkella tai padoilla voidaan säädellä lammikoitumisen syvyyttä ja kestoa (kuva 17-29). Biopidätysalueella veden tyhjentyminen on voitu varmistaa salaojituksella. Biopidätysalueelta on varmistettu ylivuotoreitti hulevesiverkostoon tai avouomaan. Kunnossapitotoimenpiteet kohdistetaan kaikkiin järjestelmän osiin ja erityisesti kasvillisuuteen.

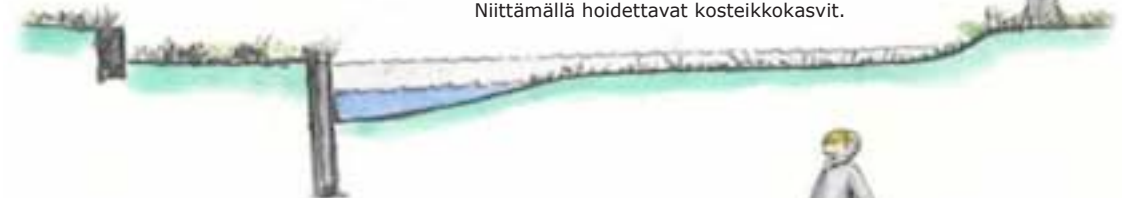
Kunnossapitotoimenpiteet

- roskien ja kiintoaineksen poisto
- suodattavan kerroksen läpäisevyyden ylläpito
- kaivon lietepesän tyhjennys
- kiintoaineksen poisto putkistosta ja salaojista
- kansiston korkeusaseman tarkistus
- kaivon suoruuuden tarkistus
- purkureitin ja padon toimivuuden varmistaminen
- ylivuotoreitin toimivuuden varmistaminen
- kasvillisuuden kasvilajikohtaiset hoitotoimenpiteet
- kiviainespinnan hoitotoimenpiteet

Ruohonleikkurin pyörän kestävä luonnonkivireunus.



Ruohonleikkurin terän leikkuuleveys.

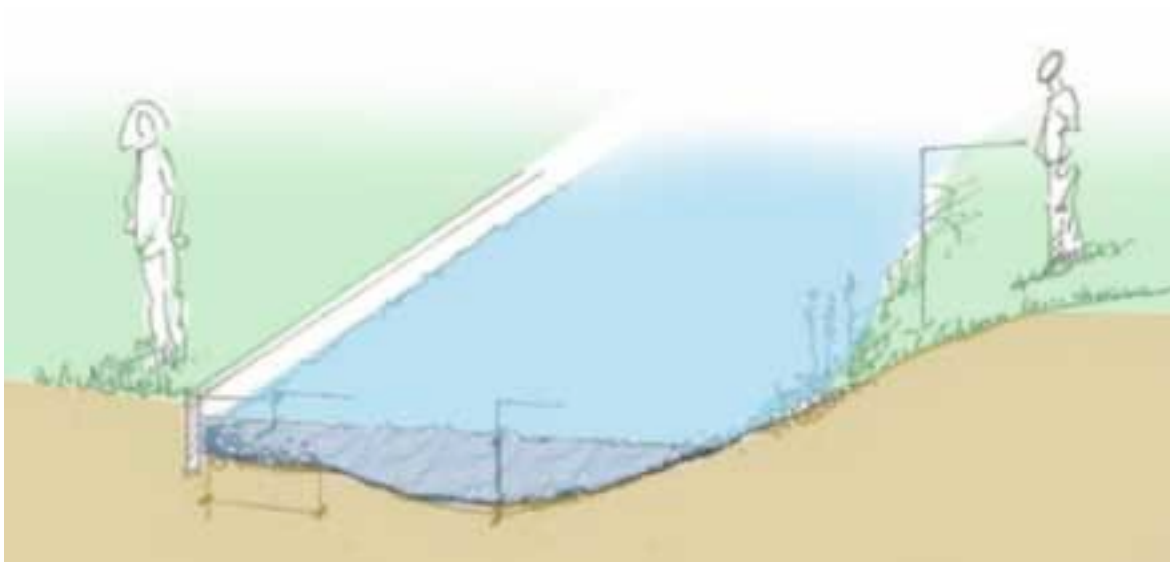


Niittämällä hoidettavat kosteikkokasvit.

Ruohovartinen kosteikkokasvillisuus, joka hoidetaan leikkaamalla.



Kuva 17-28 Periaatekuvia erilaisista imeytysrakenteiden profileista. Erilaiset vedenpinnan korkeudet vaikuttavat kosteustasoon, kasvillisuuden valintaan ja hoitoon. Nurmikolla on hyvä imeyttämiskyky ja se kestää kuivana kautena myös ruohonleikkurin renkaan paineen.



Kuva 17-29 Korkea reunakivi vesiaiheen rajassa mahdollistaa nurmikon leikkaamisen reunakiveen asti. Pohjaliete kaivetaan pois säännöllisin väliajoin.

17.5.5 Viivytskaivannot

Maanalaiset viivyttämiseen tarkoitetut kaivannot ovat varustettu salaojituksella ja purkuputkistolla kaivannon tyhjentämiseksi hulevesiverkostoon. Kunnossapitotoimenpiteet keskittyvät salaojaverkoston ylläpitoon (ks. kohta salaojat) vuosittain tai tapauskohtaisesti kiintoaineksen poistoon imumenetelmällä.

Kunnossapitotoimenpiteet

- salaojajärjestelmän huuhtominen
- kiintoaineksen poisto imumenetelmällä

17.5.6 Viivytysoinnot

Viivytysoinnot ovat kasvi- tai kiviainespeitteisiä alueita, jotka on varustettu muutaman vuorokauden sisällä tapahtuvaa tyhjentämistä varten purkuputkella tai maa-aineksesta tehdyllä padolla, jonka läpi vesi suotautuu. Ylläpitotoimenpiteet keskittyvät kasvillisuuden tai kiviainespeitteen hoitoon, purkuputken tai maapadon toimivuuden tarkkailuun ja tarvittaessa roskien ja kiintoaineksen poistoon.

Kunnossapitotoimenpiteet

- roskien poisto
- kiintoaineksen poisto
- kasvillisuus- ja kiviainespeitteen kunnossapito
- lumen poisto ylivuotoputken edestä jäätymisen estämiseksi

17.6 Hulevesijärjestelmän eri osat

17.6.1 Patorakenteet

Patorakenne on veden korkeuden säätelyyn tarkoitettu rakenne, joka voi olla rakenteen läpi suodattava maapato, pohjapato tai betoni-, teräs-, puu- tai luonnonkivirakenteinen pato. Mittapato on vedensääntelyyn ja mittaukseen tarkoitettu patolaitte, joita on saatavissa valmiina tuotteina. Patoihin voi liittyä patorakenteen läpäiseviä salaojaputkia tai kiintoai-

nesta kokoavia kaivoja. Patorakenteilla vettä voidaan säännöstellä sekä imeyttävissä, viivyttävissä että kuljettavissa hulevesirakenteissa.

Patorakenteen kuntoa tarkkaillaan säännöllisesti kuukausittain. Veden korkeutta tarkkailaan ja tarvittaessa korkeutta säädetään. Roskat ja kiintoainekset poistetaan. Padon alapuoliset tasausaltaat ja tarkastuskaivot puhdistetaan kerran vuodessa. Maa- ja kivirakenteisissa pa-

Kunnossapitotoimenpiteet

- veden korkeuden tarkkailu ja säätö
- roskien ja kiintoaineksen poisto
- muodonmuutosten tarkkailu ja korjaus
- maapatojen läpäisevyyden ylläpitäminen
- kaivojen lietepesän tyhjennys
- jään poisto ritilöistä
- kiintoaineksen poisto putkistosta ja salaojista
- kansiston korkeusaseman tarkistus
- kaivon suoruuden tarkistus



Kuva 17-31 Talvella jää voi rikkoa rakenteita ja vesi löytää uusia reittejä. Rakenne on syytä korjata ennen kuin eroosio etenee. Bentoniitti on elastinen ja luonnollinen täytemateriaali, joka mukautuu maan liikkeisiin.

doissa ongelmaksi voi muodostua padon reunojen eroosioituminen. Eroosioauriot korjataan heti niiden ilmaantuttua.

Kuvissa 17-30, 31 ja 32 on esitety patorakenteita.



Kuva 17-30 Luonnonkivistä rakennettu patorakenne viivyttää ja ilmastaa vettä. Tehokas hoito on välttämätön, jos alue halutaan säilyttää puistomaisena.



Kuva 17-32 Askelmakivet viivyttävät vettä ja keräävät veden mukaan tuomaa ainesta, joka hidastaa veden kulkua, ilmastavat vettä ja lisäksi ne voivat toimia siltana tai kulkuväylänä ojan yli. Pato voi olla liukas, jolloin putoamisonnettomuudet ovat riskinä.

17.6.2 Rummut

Rumpuja käytetään avoimien hulevesijärjestelmien ylitysten rakentamiseen sekä veden johtamiseen hulevesijärjestelmissä. Rummun poikkileikkaus voi olla pyöreä, ellipsin muotoinen taikka alaosastaan leveämpi matalarakenteinen rumpu.

Asemakaava-alueella ja vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella sillan ja rummun tekemisessä on otettava huomioon vesihuoltolain ja maankäyttö- ja rakennuslain säännökset. Rumpu ei saa aiheuttaa haitallista muutosta purolle tai sen käytölle, kalankulku ei saa estyä eikä se saa aiheuttaa haittaa yläpuolisen alueen maankuivatukselle eikä uoman kunnossapidolle. Siltojen ja rumpujen rakentaminen voi edellyttää lausuntoa ELY-keskukselta.

Pääasialliset rumpumateriaalit ovat betoni, muovi ja teräs. Rumpumateriaalin valintaan vaikuttavat perustamisolosuhteet, rummun peitesyvyys, käyttöolosuhteet sekä investointi-, käyttö ja kunnossapitokustannukset. Kaduilla rumpuputken minimikoko riippuu katuluokasta, minimihalkaisijana pidetään 400 mm (katuluokka 6). Halkaisijaltaan yli 2000 mm rummuista käytetään nimitystä putkisilta. Rummut ovat käyttötarkoituksen mukaan jaettu eri kestävyysluokkiin. Putkirumpujen minimipeitesyvyytenä pidetään putkimateriaalista ja asennusolosuhteista riippuen 0,3-0,8 metriä. Rummut perustetaan yleensä uoman kaltevuuteen, jotta virtaaman vaikutuksesta rummun kohtaan ei muodostu haitallista porrasta. Rumpua ei ole kunnossapidon kannalta suositeltavaa tehdä 0,5...1,0% kaltevammaksi, ettei virtausnopeus kasvaisi liian suureksi, vaikka uoma olisi tätä jyrkempi. Rumpujen pohja asennetaan noin 0,2-0,3 metriä ojan tasausvirran alapuolelle.

Kalan kulun kannalta virtausnopeuksien kasvaminen rummussa on haitallista. Purokaloille 0,4 m/s virtausnopeus aiheuttaa haittaa jo lyhyissä rummuissa. Ongelmat korostuvat pitkissä rakenteissa. Vaelluskaloille maksiminopeutena voidaan pitää lyhyissä rummuissa 0,8 m/s. Kalankulun kannalta virtausnopeuksia tulee tarkastella niillä virtaamilla, joita esiintyy kutuvaelluksen aikana keväällä ja syksyllä.

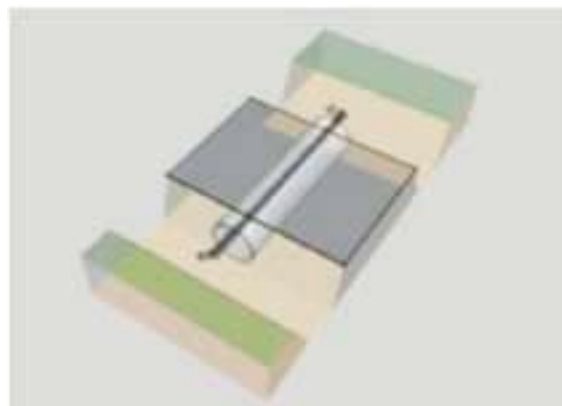
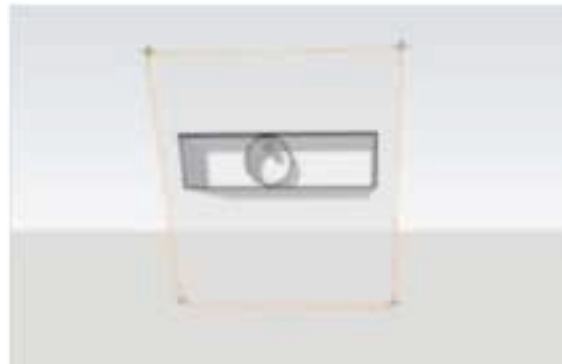
Putkirumpujen kunnossapitoon kuuluu lietymien poisto, jotta virtaus ei esty, haitallista padotusta ei tapahdu ja kuivatusjärjestelmä toimii. Putkirummut tulee huoltaa säännöllisesti ainakin joka kolmas vuosi. Käytetyin kunnos-

Kunnossapitotoimenpiteet

- roskien poisto rumpujen edestä ja ritilöistä
- lietymien poisto
- avo-ojien päiden avaaminen ja ylimääräisen maa-aineksen poiskuljettaminen
- paannejään poisto ja rumpujen avaaminen talvikautena

sapitomenetelmä on painehuuhtelu. Rummun aukaisun yhteydessä liittyvien avo-ojien päät avataan rummun toiminnan varmistamiseksi. Ylimääräinen maa-aines kuljetetaan pois. Keväisin rummut puhdistetaan roskista. Roskien poistoa tehdään rumpujen ja ritilöiden edestä tarvittaessa myös säännöllisesti kesäkaudella.

Talvikautena rummut saattavat edellyttää



Kuva 17-33 ja kuva 17 34. Rumpuputken yläpintaan asennettu sulatusletku.

paannejään poistoa. Suomessa tyypillinen kevättalven sää voi aiheuttaa ongelmia yöpakasten ja päiväaikaisten sulamisjaksojen vuorotellessa. Avattu rumpu voi tällöin tukkeutua heti uudelleen. Yleisimmin rummun avaaminen tehdään erilaisilla höyrykehittimillä ja painehuuhtelulla. Jäätymistä vastaan putken yläpintaan voidaan asentaa kuvien 17-32 ja 17-33 mukaisesti silikonikumiletku, joka on jään sisällä, mutta ei tartu varsinaisesti jäähän. Vesi syövyttää itselleen helposti kulkuaukon letkun ja jään rajapintaan. Tällöin umpijäädessä ollut rumpu aukeaa itseksensä.

17.6.3 Hulevesiviemärit ja kaivot

Hulevesiviemäriverkosto on pintavesien keräämiseen ja sen pois johtamiseen rakennettu verkosto, johon sisältyy erilaisia ritilä- ja siiviläkantaisia kaivoja, reunatukeen upotettuja kitakantaisia kaivoja, umpikantaisia kaivoja, tarkastuskaivoja sekä purku- ja säätökaivoja. Hulevesikaivojen ja lietesäiliöiden tarkastuskaivojen pohjalla on syvennys ns. sakkapesä, johon huleveden mukana kulkeutuva kiintoaines laskeutuu. Tarkastuskaivojen kautta hoidetaan putkistojen tarkastus- ja kunnossapitotoimenpiteitä. Niitä rakennetaan putkilinjan vaaka- ja pystyaitteisiin sekä viemärin haarautumiskohtiin. Tarkastuskaivojen etäisyys saa olla korkeintaan 50-100 metriä. Avoimissa hulevesijärjestelmissä on yleensä hulevesiviemäriverkosto-osuuksia, salaojia ja erilaisia kaivoja.

Hulevesiverkosta on seurattava jatkuvasti, jotta se toimii toivotulla tavalla. Putkissa, rummuissa, ja kansistoissa ei saa olla haitallisia roskia tai kiintoainesta. Hulevesikaivoista tyh-

Kunnossapitotoimenpiteet

- roskien ja kiintoaineksen poisto ritilöistä ja kehysten urista
- lietesäiliön tyhjennys
- jään poisto ritilöistä
- kiintoaineksen poisto putkistosta ja salaojista
- kansiston korkeusaseman tarkistus
- kaivon suoruuuden tarkistus

jennetään sakkapesät kiintoaineesta ja muista roskista. Tällä estetään kiintoaineksen kulkeutuminen putkistoon ja varmistetaan veden esteetön virtaus putkistossa.

Hulevesikaivot tarkistetaan, tyhjenetään ja puhdistetaan keväisin ja muulloin tarvittaessa esim. lietesäiliön täytyttyä tai putkistojen tukkeennuttua liikaa. Tyhjennys suoritetaan viimeistään lietesäiliön täytyttyä alimman vesijuoksun tasoon. Aukaisun tarve syntyy myös, kun veden virtaus estyy tiiviin lumen tai jään takia. Kaivojen kansiston kehysten urat ja ritilät puhdistetaan.

17.6.4 Salaojaverkostot

Salaoja on maahan kaivettu rei'itetty putki, jota käytetään lähinnä alueiden kuivaamiseen. Vesi tihkuu ympäröivästä maasta salaojaputkeen sen kuoressa olevien reikien läpi ja virtaa putkea pitkin joko hulevesiviemäriin, salaojakaivoon, avo-ojaan tai muuhun hulevesijärjestelmään. Rakentamisessa salaojia käytetään maaperän sekä perustusten ja maarakenteiden kuivaamiseen. Rakennusten ympäri kulkee anturan vieressä salaoja, joka estää sade- ja muiden vesien valumisen kellareihin ja anturan alle. Salaoja estää rakennukset ja rakenteet roudan aiheuttamilta tuhoilta.

Kunnossapitotoimenpiteet

- salaojaverkosto puhdistetaan kiintoaineksesta
- kaivojen kuntoa pidetään yllä
- veden kulkeutumista salaojaan tarkkaillaan

Salaojaputket valmistetaan muovista, useimmiten PVC-muovista, polypropeenista tai polyeteenistä. Muoviputket voivat olla yksi- tai kaksi- tai kolmeseinämäisiä; kaksiseinämäisissä sileä sisäputki tehostaa virtausta ja profiloitu ulkoputki antaa rakennelujuutta. Salaojaputki on paineeton ja valuma on varmistettava kaatojen avulla. Salaojasoraa käytetään salaojaputken eristämiseksi muista maa-aineksista sekä edistämään veden läpäisyä ja kulkeutumista salaojaan.

Salaojaverkko voi koostua seuraavista osis-

ta: kokoojakaivot, tarkastuskaivot, tarkastusputket, sulkukaivot, säätökaivo, hulevesikaivo, lähdekaivo, pumppukaivo painejohtoinen ja purkukaivo. Salaojaverkon kunnossapitokohdeita ovat lisäksi ns. lietesäiliöt tarkastuskaivot itse putkilinjojen lisäksi. Tarkastuskaivot sijoitetaan noin 40 metrin välein.

Tarkastuskaivojen lietesäät puhdistetaan kerran vuodessa. Salaojaverkkoon liettynyt hienoaines poistetaan huuhtelulla. Salaojaverkoston huuhteluun varaudutaan 5 vuoden välein. Erityisesti rannikkoalueilla salaojaverkostoissa esiintyy laajasti ruostesakkaa, joka syntyy rautapitoisen pohjaveden päästessä hapettumaan salaojassa. Rautasakkaa kertyy paikoitellen hyvin nopeasti, mikä lisää toistuvien huuhteluiden tarvetta. Salaojaputkien reikien avaaminen vaatii 50-100 ilmakehän paineen painehuuhtelukaluston.

Salaojaverkon pahimpia uhkia ovat puut, joiden juuristo voi tunkeutua verkkoon ja tukkia järjestelmän. Vaurioituneet salaojat tulee uusida ja tarvittaessa eristää juurisuojilla. Kunnossapitotoimenpiteet kohdistetaan koko salaojaverkoston toiminnan ylläpitämiseen

17.6.5 Suodatinkaivot

Suodatinkaivojen tyypit vaihtelevat. Se voi olla esimerkiksi pohjaton kaivo, jonka pohjalla on noin 50 cm suodatinhikkaa tai soraa, jonka läpi vesi suodautuu. Suodatinkaivo voi olla myös umpipohjainen ylivuotoputkella varustettu alaosastaan reiällinen putki, jonka pohjalle kiintoaines laskeutuu. Suodatinkaivo puhdistetaan vuosittain. Ylivuotoputken toimivuus tarkastetaan kaksi kertaa vuodessa. Tukkeutunut suodatinrakenteen uusimiseen varaudutaan viiden vuoden välein.

Kunnossapitotoimenpiteet

- kaivojen kunnan ylläpitäminen
- suodatinkerroksen toimivuuden ylläpitäminen
- veden kulkeutumista salaojaan tarkkaillaan

17.6.6 Öljynerottimet

Öljynerottimilla käsitellään hyvin likaisia vesiä, joissa voi olla myös öljyä. Maanalaisessa umpinaisessa erotinaltaassa vettä kevyempänä öljy nousee pinnalle ja se erotetaan erilliseen astiaan ja siitä edelleen öljynpoistoputkeen. Hulevedet johdetaan verkostossa eteenpäin poistoputken kautta. Öljynerottimia ylläpidetään valmistajan ohjeen mukaan. Öljytila tyhjenetään varastotilan täyttyessä tai vähintään kerran puolessa vuodessa. Tyhjennys tehdään yleensä huoltokaivosta imuautolla ja toimitetaan ongelmajätelaitokseen. Hälytysanturit puhdistetaan öljyjätteen imun jälkeen. Anturi puhdistetaan tarvittaessa ja anturin sekä hälyttimen toiminta testataan. Kiintoainekset poistetaan säiliöstä. Talvella kunnossapidossa on seurattava mahdollista venttiilien jäätymistä.

Kunnossapitotoimenpiteet

- öljynpoiston toiminnan varmistaminen
- öljysäiliön tyhjennys
- hulevesiputken toiminnan varmistaminen
- venttiilien sulana pitäminen

17.7 Hulevesiviemäri-järjestelmä

17.7.1 Verkoston toimivuuden seuranta ja mittaus-tekniikka

Hulevesiverkoston voidaan asentaa vedenpinnan korkeuteen tai virtaaman mittaukseen perustuvia hälytyslaitteita, joilla voidaan seurata verkoston toimivuutta. Virtaaman mittaukseen voidaan käyttää esimerkiksi perinteistä Thomson-mittapatoa, kanavamittausta tai erityisiä virtaaman mittaukseen kehitettyjä mittausan-

tureita. Mikäli tulvimisesta voi aiheutua haittaa esimerkiksi alueen kiinteistöille, voidaan hulevesiverkoston asentaa pinnan korkeuteen reagoivia tulvahälyttimeitä. Usein hulevesiverkoston toimivuutta kuitenkin seurataan lähinnä silmämääräisesti ja asukkailta tulleiden ilmoitusten perusteella.

Hulevesiverkoston kuntoa tutkitaan tarvittaessa TV-kuvaamalla tai peilaamalla. Yleensä tällaiseen tutkimukseen ryhdytään, kun on todettu veden padotusta tai muita ongelmia verkostossa. Tämä poikkeaa jätevesiviemäreiden tarkastuksista joita pyritään tekemään 15-20 vuoden välein koko verkostolle.

Hulevesiverkoston mallinnuksella voidaan selvittää erilaisten sadetapahtumien vaikutusta verkoston toimivuuteen, riskikohteet ja tarkoituksenmukaiset putkikoot ja mm. tasausaltaiden tarpeellisuus hulevesijärjestelmässä. Paikoissa, joissa vedenpinnan nousu on kriittinen järjestelmän toimivuuden kannalta tai tulvavahinkojen estämiseksi, varustetaan pinnanmittaus hälytyksellä ja hätäylivuodolla. Vaikeimmin hallittavia ovat rakennettujen alueiden vanhat runkoviemärit, joiden valuma-alueet ovat laajentuneet täydennysrakentamisen seurauksena.

Erityisen tärkeää on saada hulevedet pois jätevesiverkostosta kuormittamasta jätevedenpuhdistusta ja aiheuttamasta turhia häiriöitä jätevedenpuhdistamolla.

17.7.2 Hiekanpoisto ja tukosten avaaminen

Viemäriverkoston tulee huoltaa puhdistamalla ne määrääjain. Sopiva puhdistusväli on 5-10 vuotta toimintahäiriöiden ja vikatilaston historian sekä sen perusteella laaditun ennakkohuolto-ohjelman mukaisesti. Toimivat viemärit lisäävät asumismukavuutta ja vähentävät tulvimisriskiä. Ennakoiva ylläpito on kokonaisuutena taloudellisin ja paras ratkaisu hätätilanteiden välttämiseksi ja kustannusten minimoimiseksi. Jos tukoksia esiintyy usein samassa kohdassa, on syytä epäillä rakenteellista tai mitoitusvirhettä. Puhdistus ja muu ennakkohuolto lisäävät viemäreiden käyttöikä.

Katupölyn määrään keväisin vaikuttaa eniten liukkauden torjunnassa käytetty hiekka ja sen poisto. Muita katupölylähteitä ovat päällysteiden kulumisen sekä liikenteen, teollisuuden ja energiantuotannon päästöt. Hiekanpoisto

suoritetaan keväällä lumien sulettua, kun liukkauden torjuntaa ei todennäköisesti enää jatketa nurmikot kestävät työn edellyttämän liikkuamisen. Oikein ajoitetulla hiekanpoistolla on suurin vaikutus kaupunkikeskustojen ilmanlaatuun.

Hiekka on ensin poistettava katujen pinnoilta ja vasta sen jälkeen hulevesikaivoista ja hulevesiviemäreistä. Hulevesikaivojen tyhjennykset hoidetaan vähäliikenteisinä aikoina. Ennen hiekanpoistoa joudutaan järjestämään liikenteenohjaus ja usein kieltämään kadunvarsipykäköinti, jotta työkonelle voidaan taata tarvittava katutila käyttöön. Kustannukset kaivoa kohti vaihtelevat 15-22 €. Hiekanpoistossa kertyvän hiekan määrä on noin 0,1-0,25 kuutiometriä kaivoa kohti. Hiekan määrä riippuu ratkaisevasti hulevesikaivojen tyhjennystiheydestä ja hulevesikaivojen tiheydestä katualueella.

Hulevesiverkosto huuhtoutuu yleensä kovien sateiden aikana puhtaaksi ylimääräisestä maa-aineksesta. Jos näin ei käy, voidaan putkia huuhdella painehuuhteluautolla samoin kuin jätevesiverkoston. Viemäreiden sisään tunkeutuneita puiden juuria voidaan joutua poistamaan.

17.7.3 Kaivot, ritilät, pumppaamot ja purkuaukot

Hulevesijärjestelmän kaivot tarkastetaan vähintään kerran vuodessa ja samalla tarvittaessa tyhjennetään. Kaivojen tyhjennys on tärkein hulevesiverkoston kunnossapitotyö, jota pyritään tekemään verkoston eri osissa läpi vuoden. Ritiläkaivon kannen voivat tukkia esimerkiksi pintavirtaaman mukanaan kuljettamat puiden lehdet ja muut katualueelle joutuneet roskat. Tärkeimmät huoltokohteet ovat hulevesiputkien purkupäät. Ne kasvavat umpeen ja ne on aika ajoin kaivettava esille. Samoin purkupäiden kivikeilaukset ja tuet kunnostetaan samalla kertaa. Myös avo-ojat tarvitsevat kaivamista noin 2-10 vuoden välein maaperästä, virtaamasta, pohjaveden pinnankorkeudesta ja luiskien kaltevuudesta riippuen.

Hulevesiputkien avoimeksi jäävät päät varustetaan kuumasinkitystä teräksestä tehdyllä ritilällä, joka kiinnitetään tukevasti putken päähän. Ritilä valmistetaan siten, että sen aukkojen leveys on enintään 150 mm. Putkien päissä

olevia ritilöitä puhdistetaan risuista ja muista irtoroskista tarvittaessa. Joissakin tapauksissa voidaan putken päässä käyttää ns. myyräsuojana tiheää verkkoa tai sulkuläppää.

Pumppaamoiden ja putkistojen huuhtelun yhteydessä irtoavaa rautasakkaa ei saa päästää suoraan vesistöön. Maanrakennustöiden aikana hulevesien kiintoainepitoisuudet kasvavat merkittävästi ja rakentamisen aikaisten hulevesien käsittelyyn tulee kiinnittää erityistä huomiota. Rakennusaikaiset järjestelmät joudutaan usein kunnostamaan rakennustöiden päätyttyä.

Hulevesiverkoston purkupäässä tulee huolehtia hulevesien hallitusta johtamisesta, jotta putken päästä purkautuva vesimassa ei aiheuta eroosiota. Toisin sanoen purkupisteet tulee

erosiosuojata esimerkiksi murske- tai louheverhouksella riittävän etäälle purkupisteestä. Kuvassa 17-35 on esimerkki eroosion vaikutuksesta.

Purkualueet tule järjestää siten, että koellinen kunnossapito on mahdollista. Hulevesiverkon purkuputkien päiden tulee sijaita purkuvesistön vedenpinnan yläpuolella ainakin ajoittain ylläpidon helpottamiseksi. Purkuputkien päät on tarpeen kunnostaa kaivamalla ja avo-ojat perata säännöllisesti, yleensä 2-10 vuoden välein. Hulevesien johtamisen vesistöön tulisi tapahtua ns. vihervyöhykkeen kautta, jolloin haitta-aineet suodattuvat kasvilisävyöhykkeelle ja vesistön kuormitus pienenee. Kuvassa 17-36 on esimerkki hulevesien purkupaikasta.

Syöksykaivojen tyhjennyksellä on tarkoitus estää hiekan joutuminen verkostoon, pumppaamoihin ja purkupisteeseen. Sopivin tarkastusajankohta on keväisin heti kadulta tehtävän hiekanpoiston jälkeen tai samanaikaisesti. Samalla tarkastetaan myös onko putkistoihin kertynyt lietettä, mikä poistetaan tarvittaessa. Myös purkuaukkojen kunto on tarkastettava keväisin.

Hulevesipumppaamot tarvitsevat samalaista säännöllistä huoltoa kuin jätevesipumppaamot – tosin harvemmin, sillä jätevesi tukkii pumppujen juoksupyörät huomattavasti herkemmin kuin hulevesi.

Talvella tarvittavat hulevesiverkoston sulatustyöt tehdään höyryllä taikka painehuuhteluautolla lämpimän veden avulla. Betoniputket voidaan sulattaa höyryttämällä, mutta muoviputket tulee sulattaa lämpimällä vedellä painehuuhteluautolla. Talvien muuttuessa ja lämpimien ja kylmien jaksojen äkillisen vaihtelun ilmeisesti lisääntyessä talviaikaan hulevesiverkoston ylläpidon työmäärä kasvaa ja esimerkiksi ritiläkannet joudutaan sulattamaan jäätä useaan kertaan talven aikana.

Hulevesiverkosto on rakenteensa takia jäätymisherkkä. Jäätyminen on yleinen ongelma varsinkin hyvin lyhyillä verkosto-osuuksilla, missä verkko tuulettuu tehokkaasti avoimien ritiläkaivojen kautta. Samalla kaivojen ympärille muodostuu kylmän tuuletusilman johdosta maaperään paksu routakerros. Tätä ongelmaa on pyritty estämään asentamalla hulevesikaivoihin erillinen jäätymissuoja – käytännössä ritilän alle asennettu muovi tai kuminen kartio – joka estää tuuletusilman virtauksen kaivon kautta. Kun tuuletusvirtaus pysähtyy, jääty-

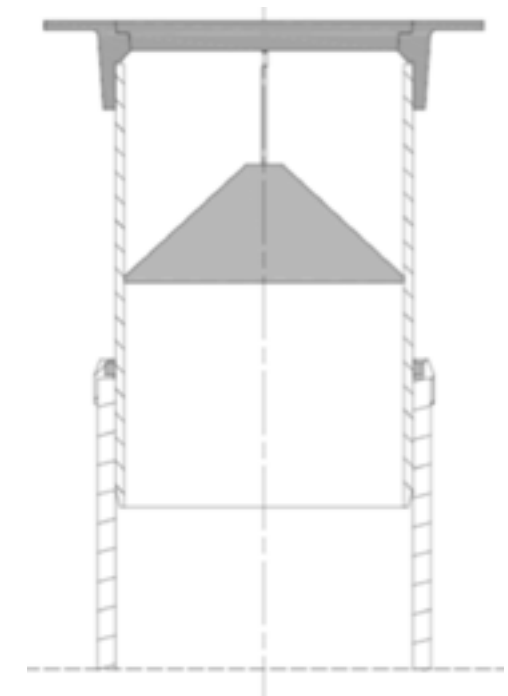


Kuva 17-36 Ruovikkoa hulevesiviemärin purkukohdan edustalla Vaasan Hietalahden rannassa. (Kuva Joonas Aromaa)

misherkkyys vähenee ja routarajan alapuolella oleva geoterminen lämpö pitää verkoston sulana, minkä vuoksi jäätymissuojien käyttö on joissakin paikoissa erittäin suositeltavaa. Kuvassa 17-37 on esitetty periaatekuva jäätymissuojan asentamisesta.

Jäätymissuojia käytettäessäkin saattaa kaivon ritiläosa jäätyä umpeen. Ongelma voi kärjistyä jos lumisohjo samanaikaisesti jättää kaivon ritiläosan kehikoon kiinni. Kaivoihin asennetut jäätymissuojat haittaavat jos sain määrin kaivon kunnossapitoa, koska ne estävät näkyvyyden kaivon pohjaan ja samalla haittaavat työskentelyä kaivossa.

Jäätymissuojia ja ilmavirtauksenestolaitteita käytetään tarvittaessa myös putkien päissä estämään putkessa tapahtuvaa vetoa, joka voi aiheuttaa putken jäätyksen talviaikaan. Ilmavirtauksen estämiseksi käytetään ensisijaisesti kevyttä muovista mekaanista läppää. Putken päässä oleva jäätymissuoja voi olla yksinkertaisimmillaan kuvan 17-37 mukainen putken päähän sidottu juuttikangas tai vastaava, joka toimii putken päässä läpän tavoin (kuva 17-38). Juuttikangassuoja soveltuu käytettäväksi silloin kun purkuputki on veden pinnan yläpuolella.



Kuva 17-37 Hulevesikaivon jäätymissuoja. (Lähde: Infra RYL 31200 Hulevesiviemärit)



Kuva 17-35 Eroosion vaikutuksesta sortunut hulevesiviemärin purkupää.



Kuva 17-38 Omatekoinen ilmavirtauksen estolaite.

17.7.4 Saneeraustarve ja käyttöikä

Hulevesiverkoston saneeraustarve verkoston kestävyuden takia on vähäinen – ainoastaan sekaviemärijärjestelmästä muutettuja hulevesiverkostoja voi joutua kestävyuden takia saneeraamaan. Tavallisimmin hulevesiverkosto saneerataan tai rakennetaan uudelleen yhdessä vesijohtojen ja/tai jätevesiviemäreiden kanssa silloin kun ne kaipaavat saneerausta. Hulevesiviemäriin käyttöikä on yhtä pitkä kuin putkimateriaalin tekninen käyttöikä. Tarvittaessa hulevesiverkosto saneerataan samoilla materiaaleilla ja menetelmillä kuin jätevesiviemärit. Tarpeen – yleensä kapasiteetin lisäämisen – vaatiessa hulevesiviemäri voidaan saneerata yksinkin. Ilmastonmuutos voi joututtaa saneerauksia, sillä se saattaa aiheuttaa kapasiteettiongelmia aiemmin rakennetuissa hulevesijärjestelmissä: viemäreitä joudutaan

suurentamaan ja rakentamaan lisäksi muita rakenteita, varsinkin tasaus- ja laskeutusaltaita. Vaihtoehtoisesti kapasiteetin lisäämiseksi kiinteistölle voisi myydä tai määrätä tietyn kokoisen liittymän (kuten sähköliittymän sulake), jonka ylittävän hulevesimäärän kiinteistö joutuisi varastoimaan alueellaan, pihallaan tai kattolallaan.

17.7.5 Työturvallisuus

Hulevesiverkostossa työskentely vaatii samantyyppistä työturvallisuutta kuin jätevesiverkostossa työskentely. Hulevesikaivon laskeutuessa on syytä käyttää turvavaljaita ja tarvittaessa kolmiojalkaa. Ennen laskeutumista kaivon sisään on syytä tuulettaa. Jos on aiheutta epäillä, että hulevedessä on terveydelle haitallisia aineita, on syytä käyttää työssä asianmukaisia suojavarusteita. Syvissä kaivoissa on kiinni-

tettävä erityistä huomiota työturvallisuusasioihin. Pumppujen nostoon kiinteästi asennettuihin nostoketjuina tulee käyttää ruostumattomia nostoketjuja.

17.8 Toiminta tulvatilanteissa

Erytistilanteita hulevesijärjestelmien ylläpidossa aiheuttavat erilaiset luonnonilmiöt sekä ihmistoiminta

Poikkeukselliset sääolosuhteet kuten rankkasateet, lumen äkillinen sulaminen, merivedenpinnan nousu, hyyde- tai jääpadot ja pakkasen voivat aiheuttaa taajamatulvia ja ongelmia hulevesijärjestelmien toiminnassa. Voimakas tulviminen kaupunkiympäristössä aiheuttaa vaaratilanteita ihmisille ja saattaa aiheuttaa merkittävää haittaa alueen kiinteistöille tai ympäristölle. Voimakas virtaus voi nostaa hulevesikaivojen kansi paikoiltaan, syövyttää maa-ainesta aiheuttaen sortumia sekä kuljettaa mukanaan haitallisia esineitä aiheuttaen hulevesijärjestelmien tukkeutumista. Myös tärkeiden liikenneväylien katkeaminen, talousveden pilaantuminen tai jakelun keskeytyminen ja sähkön, lämmön tai tietoliikenneyhteyksien keskeytyminen on mahdollista. Myös ilkeiden, tulipalojen ja muiden onnettomuuksien seurauksena hulevesijärjestelmiin saattaa päätyä sinne kuulumattomia esineitä estäen hulevesijärjestelmän toimimisen.

Tulvatilanteissa veden virtausnopeus saattaa olla suuri. Tärkeää on eristää tulviva alue ja estää liikenteen ja sivullisten pääsy alueelle, suojata ja siirtää irtaimistoa sekä poistaa mahdolliset tukkeumat järjestelmästä. Tukkeumien poisto edellyttää, että se on työturvallisuusseikat huomioiden mahdollista. Tulvivasta järjestelmästä voidaan myös johtaa vettä tulva-alueen ulkopuolelle esimerkiksi pumppaamalla. Helposti tulvivilla kaduilla voidaan käyttää erikoiskansia, jotka voidaan lukita paikoilleen tai jotka toimivat saranoilla, jolloin kaivon kansi palautuu paikalleen, kun tulvahuippu on ohi.

Sekaviemäröidyillä alueilla voimakas tulviminen saattaa aiheuttaa ongelmia jätevedenpuhdistamojen toiminnassa. Usein kaupunkitulvat myös huuhtovat haitallisia yhdisteitä

hulevesiin aiheuttaen vaaratilanteita ihmisille ja vahinkoa vastaanottavissa vesistöissä. Haitallisia aineita huleveteen saattaa päätyä tulvien lisäksi myös erilaisten onnettomuuksien kuten tulipalojen, liikenneonnettomuuksien ja kemikaalivuotojen takia. Tyypillinen kemikaalirikki on lämmitysöljyn pääsy hulevesiviemäriin ylitäytön, säiliö- tai laiterikon vuoksi. Putki-verkostossa leviäminen estetään tulppaamalla tulo hulevesiviemäriin ja keräämällä näin rajoitettu päästö imuautolla.

Erytisen ongelman aiheuttavat palovaarallisten aineiden päästöt, jotka voivat aiheuttaa räjähdysvaaran viemäreissä. Myös viemäriin päässyt orgaaninen aines saattaa hajotessaan synnyttää räjähdysriskiä kaasuja. Pahimmillaan kaupunkiympäristöön päässeet haitalliset aineet ja jätevedet voivat aiheuttaa terveydellistä haittaa sekä saastuttaa vesistöjä. Ympäristövahinko- ja esimerkiksi räjähdysvaaratilanteissa tulee ulkopuolisten pääsy alueelle estää sekä tiedottaa tilanteesta, jotta voidaan torjua suurempaa vaaraa sekä estää väärän tiedon leviäminen.

Hulevesijärjestelmän osalta tehtävät erityistilanteissa eivät aina ole kunnissa selvästi määriteltäviä. Julkaisussa Vesihuollon erityistilanteet ja niihin varautuminen (Ympäristöopas 128) on esitetty terveysvalvonnan ja vesihuoltolaitoksen toimintakaaviot veden säästämistapauksessa sekä esimerkki toimintakaaviosta rankkasateen aiheuttamassa tulvatilanteessa. Tarkempaa tietoa erityistilanteista ja niihin varautumisesta on esitetty myös julkaisussa Ympäristöterveyden erityistilanteet, Opas ympäristöterveydenhuollon työntekijöille ja yhteistyötahoille (Sosiaali- ja julkaisuja 2010:2).

Uhkaavassa tulvatilanteessa asukkaat voivat vähentää oleellisesti vahinkoja omalla toiminnallaan, esimerkiksi tukkimalla kiinteistön viemäreitä ja (mahdollisesti määräysten vastaisesti tehtyjä) lattiakaivoja takaisinvirtauksen estämiseksi, hankkimalla pumppuja ja rakentamalla tilapäisiä suojausrakenteita.

Rankkasateen jälkeisessä tilanteessa aineellisten ja pahimmillaan henkilövahinkojen rajoittaminen ja torjuminen tapahtuu pelastuslaitoksen johdolla. Vesihuoltolaitoksen on tulvatilanteissa hoidettava mahdolliset viemäritukokset sekä neuvottava kiinteistönomistajia ja -haltijoita. Erytistilanteiden varalta vesihuoltolaitoksilla ei ole ylimääräistä kalustoa, vaan esimerkiksi pumppauskaluston osalta turvaututaan ensisijaisesti pelastuslaitokseen ja

muihin toimijoihin (arnejia, urakoitsijat ja ta-varantoimittajat), joilta kalustoa on saatavissa. Vesistön tulviessa tai merenpinnan noustessa voi olla tarpeen tulpata viemäreiden ylivuodot, jotta estetään tulvavesien joutuminen viemäreihin. Tämä ei onnistu, ellei varautumissuunnitelmassa ole tähän varauduttu ja varmistettu tarvittavien tulppausmateriaalien saatavuus etukäteen.

17.9 Varautuminen ilmastonmuutokseen

Ilmastonmuutoksesta aiheutuu hulevesijärjestelmän kunnossapidon kannalta erittäin hankalia voimakkaita sulamis- ja pakkasjakson nopeita vaihteluita. Ilmaston lämpenemisestä huolimatta routasuojaukset on pidettävä hyvässä kunnossa, jolloin routavaurioriski pienee. Sademäärien kasvusta aiheutuvia vaikutuksia kunnossapitoon:

- eroosion ja sortumariskin kasvu, minkä takia rakentamisen ohjauksessa on kiinnitettävä huomiota maaperän ominaisuuksiin
- pohjaveden tason vaihtelu, joka voi aiheuttaa kosteusrasitusta rakenteissa, puurakenteiden lahoamista, teräsrakenteiden syöpmistä, katujen ja teiden alentunutta kantavuutta, rakennusten painumista savimailla, kaivantojen tukemistarpeen lisääntymistä jne.
- tulvariskin kohoaminen, myrskytuulen nostattamat rannikkotulvat, rankkasadetulvat rakennetuilla alueilla, pienten vesiväylien tulvariski, keskusjärvien tulviminen jne.
- huuhtoutumisen lisääntyminen, jolloin eroosioherkkiä alueita on vältettävä; ja kuivuusjaksojen kasvava todennäköisyys etenkin kesäisin.

Viitteet

Suomen Kuntaliitto. 2008. Katujen ja kevyen liikenteen väylien ylläpitosuunnitelman ohje. ISBN 978-952-213-354-0. 48 s.

Leminen, K. 1985. Imeyttävä kuivatustekniikka pientaloalueella. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tiedotteita 459. ISBN 951-38-2330-X ISSN 0358-5085. 51 s.

SKTY. 2003. Katu 2002. Katusuunnittelun- ja rakentamisen ohjeet. Suomen kuntateknikan yhdistys. Jyväskylä. ISBN 952-9710-06-2. 281 s.

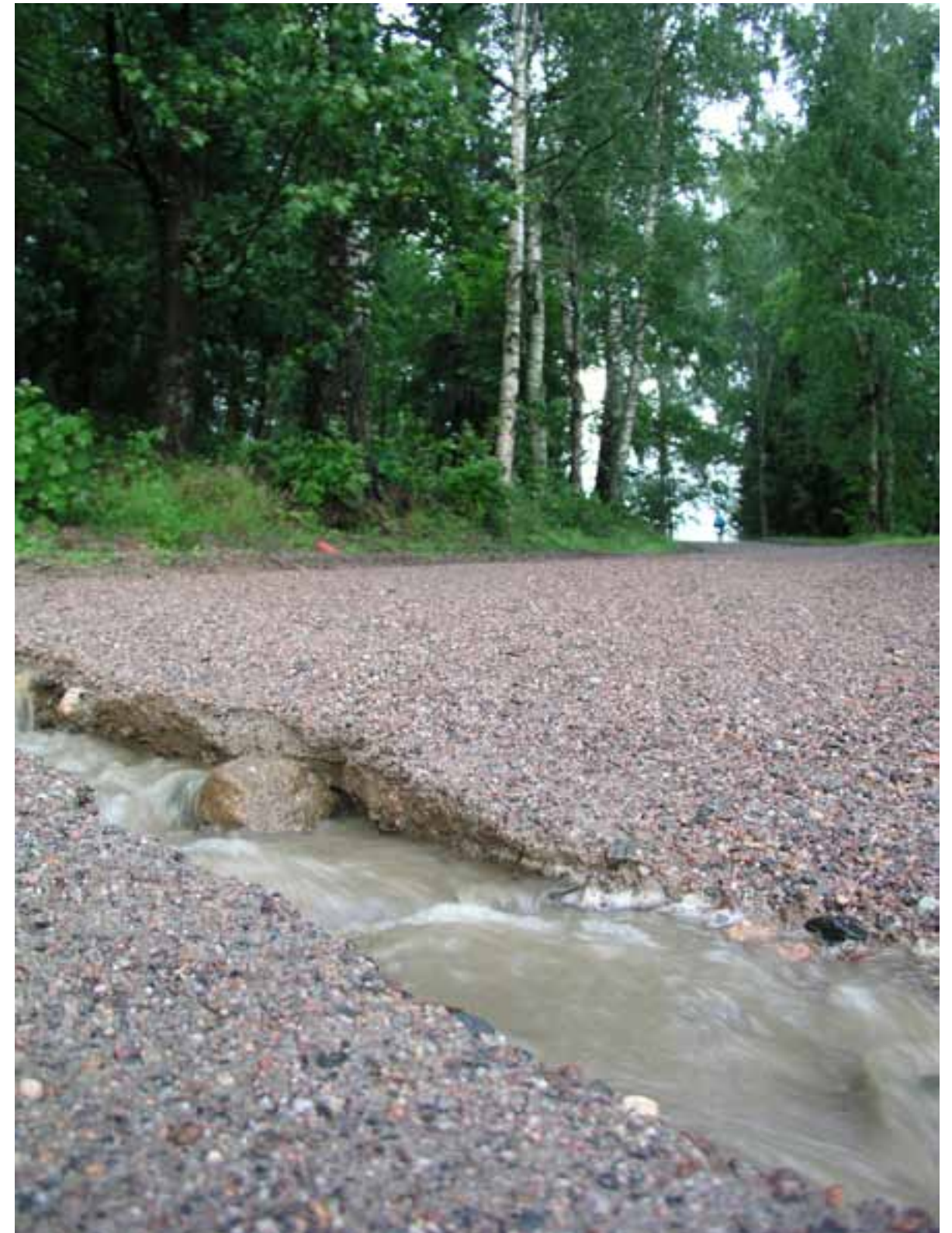
Nuotio, A-K (toim). 2007. Viheralueiden hoitoluokitus. Viherympäristöliitto ry. Julkaisu 36. 2007. ISBN 978-952-4224-34-1. 58 s.

Eskolainen, M (toim.). 2005. Viheralueiden hoito VHT' 05. Viherympäristöliitto ry. Julkaisu 32. 2008. 2. painos ISBN 952-5225-28-3. 118 s.

Tiehallinto. 2009. Hoidon ja ylläpidon tuotekortit 19.1.2009. [WWW-dokumentti]. Saatavilla <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tuotekortit_2009.pdf> Luettu 14.10.2009.

Suomen Kuntaliitto. 1994. Alueurakointi. ISBN 951-598-149-2. 200 s.

<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2010090912936>



18. Rakennusten kuivatus

18.1 Yleistä

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että sen olennaiset tekniset vaatimukset täytetään ja voidaan tavanomaisella kunnossapidolla säilyttää rakennuksen suunnitellun käyttöajan ajan. Tämä tarkoittaa mm. sitä, ettei rakennuksen osiin tai sisäpinnoille saa kertyä haitallista kosteutta, josta voi aiheutua rakennuksen käyttäjille tai naapureille terveysriskiä tai haittaa. (MRA 50 §)

Huleveden poisto kiinteistön alueelta on järjestettävä toimivalla tavalla ja niin, ettei siitä aiheudu tulvimista tai muuta haittaa. Kiinteistön vesi- ja viemärlaitteisto (kvv-laitteisto) on sijoitettava kiinteistöön tarkoituksenmukaisesti ja sen tulee olla riittävän kestävä ja käyttövarma. Hulevesiviemäriin ei saa johtaa jätevesiä eikä erillisviemäroinnissä hulevesiä jätevesiviemäriin.

Rakenteet ja LV-järjestelmät on tehtävä siten, ettei sisäisistä ja ulkoisista kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyry, vesi tai lumi haitallisesti tunkeudu rakenteisiin ja rakennuksen sisätiloihin. Tarvittaessa rakenteen on kyettävä kuivumaan itsestään haittaa aiheuttamatta tai rakenteen kuivattamiseen esitetään suunnitelmassa toimiva menetelmä.

18.2 Rakennuspaikan kuivatus

Kiinteistön alueella olevilta pinnoilta (vettä-lämpöä ohittavilla pinnoitteilla päällystetyt alueet, ajoneuvoliikenne- ja jalankulkualueet, oleskelualueet, vesikatot, yms.), joihin hulevesi ei pysty imeytymään, kerääntynyt hulevesi on johdettava pois tarkoituksenmukaisella tavalla. Hulevedet johdetaan joko yleiseen hule-

vesiviemäriin, avo-ojaan, vesistöön tai maaperään. Imeytettäessä hulevettä maaperään on huolehdittava, ettei siitä aiheudu jään muodostusta, tulvimista, kosteusvaurioita tai muita haittoja. Hulevesiviemäriin tehdään tarpeelliset kaivot. Tarvittaessa kiinteistön hulevesijärjestelmä varustetaan erotin- ja käsittelylaittein sekä padotusventtiilein. Kiinteistön hulevesilaitteistot tulee varustaa virtaamista hidastavilla altailla tai säiliöillä, kun on vaarana, että laajoilta pinnoilta nopeasti virtaavat suuret hulevesimäärät voivat aiheuttaa tulvimista tai vahinkoa hulevesiviemäriin tai vesistöön.

Sade- ja sulamisvedet on johdettava pois rakennuksen vierestä. Rakennusta välittömästi ympäröivä maanpinta tontilla tai rakennuspaikalla muotoillaan rakennuksesta pois päin viettäväksi. Rakennuksen sokkelin vierustalle rakennetaan yleisesti 30- 50 cm leveä sepeli- tai kiviaineskaista. Alapohjalaatan alle ja maanvastaisten rakenteiden viereen tehdään täytöt salaoja- tai kapillaarikatkosoralla. Maanpinta kallistetaan rakennuksesta pois päin. Pintamateriaalin ei tarvitse olla salaojasoraa. Sopiva maanpinnan vähimmäiskaltevuus kolmen metrin etäisyyteen sokkelista on 1:20 (korkeusero vähintään 0,15 m).

Rakennuksen läheisyydestä vesi johdetaan pois hulevesiviemäreillä, ojittamalla tai muulla sopivalla tavalla. Rinteeseen rakennettaessa huolehditaan siitä, että yläpuolelta valuvat sade- ja sulamisvedet ohjautuvat rakennuksen sivuitse aiheuttamatta haittaa omalle rakennukselle tai naapuritonteille. Tarvittaessa tehdään niskaojat ja vastakallistukset.

Tonttialue voidaan myös salaojittaa, minkä tarkoituksena on vettä läpäisevän päällysrakennekerrosten kuivatus ja siten niiden kantavuuden parantaminen ja routimishaittojen vähentäminen.

Luonnontilaan jäävää tontin osaa ei yleensä tarvitse kuivattaa. Rakennusjärjestyksessä tai asemakaavamääräyksellä voidaan säätää siitä, että tonttia ei päällystetä liikaa vettä läpäisevillä pinnoitteilla.



Kuva 18-1 Kuitukankaalla suojattu salaoja. (Tapio Helenius)

18.3 Perustusten kuivatus

Rakennuksen korkeusaseman valinnassa on otettava huomioon rakennuspaikan pinta- ja pohjavesiolot sekä naapurirakennusten korkeusasema. Kosteusvaurioriskin vähentämiseksi on kosteudelle alttiit rakenteet ja rakennuspohjan kuivatusjärjestelmät suunniteltava ja rakennettava toimintavarmiksi niiden suunnitellun käyttöajan ajaksi sekä helposti tarkastettaviksi ja huollettaviksi.

Rakennuspohja on salaojitettava kosteuden pitämiseksi riittävällä etäisyydellä lattia- tai ryömintätilan maanpinnasta sekä maahan imeytyvien pintavesien johtamiseksi pois perustusten vierestä ja rakennuksen alta.

Salaojituskorrokset salaojaputkineen sijoitetaan rakennuksen ympärille ja tarvittaessa myös alle. Salaojaputkien korkeimman kohdan tulee olla vähintään 0,4 m viereisen tai yläpuolisen maanvaraisen lattian alapinnan alapuo-

lella. Alapohjan alla salaojaputken tulee olla veden kapillaarisen nousun katkaisevan salaojituskorroksen alapuolella. Viereiseen seinäanturaan tai matalaan perustetun perusmuurin anturaan nähden salaojaputken tulee olla joka kohdassa sen alapintaa alempana.

Salaojituskorros voidaan tehdä vettä hyvin läpäisevästä, riittävän tasarakeisesta (esimerkiksi 6-16 mm) seulotusta luonnonkiviaineksesta, sepelistä, pestystä singelistä tai muusta materiaalista, jolla on vastaavat vedenläpäisyominaisuudet ja joka kestää asennus- ja käyttöolojen rasitukset. Salaojaputkiin päin kallistetulle kaivupohjalle rakennettavan salaojituskorroksen paksuuden tulee olla alapohjan alla vähintään 0,2 m. Salaojaputkea ympäröivän salaojituskorroksen paksuuden tulee olla putken alla ja sivuilla vähintään 0,1 m ja päällä vähintään 0,2 m. Perusmuuria, sokkelipalkkia tai kellarin seinää vasten olevan pystysuuntaisen salaojituskorroksen paksuuden tulee olla vähintään 0,2 m. Kuvassa 18-1 näkyy maanpinnan kallistus sekä vielä tiivistämätön sepelointi.

Kiinteistön perustusten kuivatusvedet on johdettava siten, ettei niistä aiheudu haittaa kiinteistön jäte- ja kvv-laitteistolle. Jäte- tai sadevesiä ei saa johtaa perustusten kuivatusvesiviemäriin. Kiinteistön perustusten kuivatusvedet saadaan johtaa alueen viemärointijärjestelmästä riippuen avo-ojaan, vesistöön, hulevesiviemäriin tai imeyttää maahan sopival- la paikalla.

Perustusten kuivatus ei saa haitallisesti alentaa tai muuttaa pohjaveden tai orsiveden pintaa naapurikiinteistöllä. Jos on odotettavissa, että rakennuksen kaivantoa tehtäessä tai kaivannon kuivanapidon seurauksena pohjavedenpinta laskee, on selvítettävä pohjaveden alenemisen vaikutukset kaivannon ympäristössä, tarvittaessa estettävä pohjaveden aleneminen ympäristössä tai tehtävä suunnitelma pohjaveden alenemisesta johtuvien haittavai- kutusten ehkäisemiseksi.

Selvityksen tekeminen siitä, että haittaa ei aiheuteta, on erityisen tärkeää puisten paalujen tai saven kuivakuorikerroksen vaaran perustettujen rakennusten läheisyydessä. Kaivantojen savisulut tulee toteuttaa pohjara- kennesuunnittelijan osoittamiin paikkoihin.

18.4 Kuivatuksen suunnittelu

Rakennussuunnittelija ja kvv-suunnittelija suunnittelevat yleensä yhdessä rakennuspaikan pintakuivatuksen, ja rakennesuunnittelija ja kvv-suunnittelija suunnittelevat yleensä yhdessä perustusten kuivatuksen. Em. suunnitelmat laaditaan pohjarakennesuunnittelijan toimittamien lähtötietojen perusteella.

Pohjatutkimuksella on selvitettävä rakennuskohteen ja sen vaikutusalueen pinnanmuodot, maapohjan kerrosrakenne, kalliopinna sijainti, maakerrosten ja kallion ominaisuudet sekä pohjavesisuhteet siten, että pohjarakenteiden suunnitteluun ja niiden teknisesti tarkoituksenmukaiseen ja turvalliseen rakentamiseen saadaan riittävät tiedot.

Pohjavedenpinnan keskimääräinen korkeus ja vaihtelurajat on selvitettävä pohjatutkimuksen yhteydessä tehtävillä pohjavesihavainnoilla, jollei vastaava pohjarakennesuunnittelija toteuta selvityksiä kohteen luonne ja rakennuspaikan pohjasuhteet huomioon ottaen tarpeet-

tomiksi. Pohjavesialtaan laajuus ja pohjaveden korvautuvuus on selvitettävä, kun pohjavedenpinnan korkeuden muutoksista voi aiheutua haittaa rakennuspaikalla tai sen ympäristössä sijaitseville rakennuksille, rakenteille tai luonnolle.

Kiinteistön hulevesijärjestelmä on mitoitettava siten, että mitoitussadetta vastaava virtaama ei aiheuta kiinteistöllä hulevesiviemäriin tulvimista. Mitoitusvirtaamat ja tarkempi mitoitus esitetään Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D1, Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot.

Hulevesiviemäri ei yleensä vaadi tuuletusta. Hulevesiviemäriä ei saa käyttää jätevesiviemäriin tuuletusviemäriin. Hule- ja sekavesiviemäroinnissä padotuskorkeutena pidetään yleensä kadun pintaa +100 mm tonttviemäriin liitoskohdassa. Jos perustusten kuivatusvedet johdetaan hulevesiviemäriin, ne johdetaan siihen perusvesikaivon kautta. Jos perusvesikaivosta lähtevän putken vesijuoksu on alempana kuin yleisen hulevesiviemäriin padotuskorkeus, varustetaan perustusten kuivatusvesiputki itsestään toimivalla padotusventtiilillä. Laatikossa 18-1 on esimerkkejä Keravalla noudatettuja käytännöistä padotuksen estämiseksi.

Salaojahaaraan padotusventtiili, jos:

- salaojituksen alin korko on alle katuverkon padotuskorkeuden
- salaojavedet johdetaan perusvesikaivon kautta johon tulee myös rakennuksen kattovesiä.

Hulevesipumppaamoissa, joihin johdetaan kattovesiä tai salaojituksen tason yläpuolisia pintavesiä, tulee olla myös padotusventtiili salaojahaaroissa, vaikka järjestelmä olisi muuten suojattu hulevesiverkon padottumisen suhteen.

Rakennuksen rännikaivojen purkulinjaan tulee myös asentaa padotusventtiili, mikäli salaojakaivojen reunan korko jää hulevesiviemäriin padotuskorkeuden alle.

Kellarillisten rakennusten perusvesien viemärintiitin suositellaan perusvesipumppaamoita tilanteissa, joissa korkeusero kunnallisen hulevesiviemäriin vesijuoksuun on vähäinen. Kunnallisen linjan vähäisetkin padottamiset aiheuttavat tällöin perusvesien kuivatuksen keskeytymisen rakennuksen alueella. Pidempiaikaiset sateet aiheuttavat tällöin herkästi veden virtauksen kellaritiloihin kun vedenpaine maanvaraisessa seinässä kasvaa.

Laatikko 18-1 Esimerkkejä käytännöistä Keravalla.

18.5 Maanvastaiset rakenteet

Maanvastaisten rakenteiden kanssa kosketuksissa olevien maamateriaalien kapillaarisuus ja muut kosteustekniset ominaisuudet on selvitettävä siten, että maasta rakenteisiin siirtyvän kosteuden haitalliset vaikutukset voidaan ehkäistä. Maanvastaisen lattian alapuolelle ja maanvastaisten seinien ulkopuolelle rakennettavissa salaojituskerroksissa käytettävän materiaalin kapillaarisuuden on oltava riittävän pieni, jotta salaojituskerros luotettavasti katkaisee haitallisen veden kapillaarisen vakaan ja pystysuuntaisen siirtymisen maapohjasta rakenteisiin. Pinnoiltaan kastuvien rakenteiden on kestettävä veden vaikutus. Haitallinen veden valuminen rakenteiden sisään tai läpi estetään. Vedenpaineen alaisten rakenteiden on kestettävä jatkuvan vedenpaineen vaikutus. Tällaisiin rakenteisiin on tehtävä vedenpaineeristys ja ne on tarvittaessa ankkuroitava veden aiheuttamaa nostetta vastaan.

Kellarin lattiaa lukuun ottamatta on maanvastaisen lattian yläpinnan oltava vähintään 0,3 m rakennuksen ulkopuolella olevan maanpinnan yläpuolella. Tästä voidaan poiketa erityisestä syystä vähäisessä määrin. Tällöin on perustusten kuivatuksen ohella huolehditava perusmuurin suojaamisesta ulkopuoliselta kosteudelta.

Kellarin maanvastaisen ulkoseinän ulkopinnassa tai ulkopuolisen, maata vasten olevan lämmöneristyksen sisäpuolella on käytettävä vedeneristystä tai vedenpaineeristystä, joka estää ympäröivän maan kosteuden ja pinta- sekä sulamisveden haitallisen tunkeutumisen rakenteeseen.

18.6 Vesikaton rakenteet

Vesikaton on estettävä sadeveden, lumen ja sulamisveden tunkeutuminen kattorakenteisiin, seiniin ja sisätiloihin. Katto on suunniteltava ja rakennettava siten, että vesi poistuu katolta suunnitellulla tavalla rakennusta vahingoittamatta. Veden poistaminen katolta hoidetaan käyttäen tarvittaessa kattokaivoja tai räystäskouruja ja syöksytorvia. Syöksytorvien

Rakennukseen asennettava hulevesiviemäri on sijoitettava siten, että se voidaan ilman suurehkoja toimenpiteitä huoltaa, korjata tai vaihtaa. Rakennuksen sisäpuoliset hulevesiviemärit sijoitetaan niin, etteivät ne rajoitu ääniteknisesti vaativaan tilaan, kuten makuuhuoneeseen tai olohuoneeseen. Hulevesiviemäri on kiinnitettävä rakenteisiin siten, ettei siihen pääse syntymään haitallista painumaa ja niin, ettei lämpölaajeneminen aiheuta haittaa. Milloin huleveden virtauksesta syntyvien voimien vuoksi on tarpeellista, on viemäri ankkuroitava, esimerkiksi korkeiden hallitilojen pystyviemärien sivuheitot.

Hulevesiviemäri ja perustusten kuivatusvesiviemäri on asennettava maahan siten, että se kestää vahingoittumattomana ja toimivana maanpaineen, kuormituksen ja maaperän syövyttävyyden vaikutukset sekä sijaintipaikan mahdollisen painumisen. Tarvittaessa on käytettävä arinarakennetta.

Kvv-laitteisto on tehtävä sellaisesta materiaalista ja sellaisin liitoksien ja kannakkeiden, että saavutetaan riittävä kestävyys ja toimintavarmuus sen suunnitellun käyttöajan aikana. Hulevesijärjestelmä liitoksineen on tehtävä tiiviiksi. Hulevesiviemärit on varustettava helposti luoksepäästävin puhdistusaukoin. Aukot on sijoitettava siten, että putkisto voidaan kauttaaltaan puhdistaa. Putki- ja kaivomateriaaleilla tulee olla sama kestoikä kuin rakennuksellakin eli niiden tulee kestää toimintakuntoisina vähintään mitoitusperusteena yleisesti käytettävän 50 vuoden ajan.

Viettoviemäriinä toimivan hulevesiviemäriin putkimateriaalit ovat rakennuksen sisällä yleensä samat kuin jätevesiviemäriin. Umpivirtausjärjestelmän putkien paineenkestovaatimus on vähintään 300 kPa. Putkiliitosten on oltava tiiviitä myös alipaineella.

Haitallisen jäätymisen estämiseksi hulevesiviemäri sijoitetaan riittävän syvälle maahan tai suojataan muulla tavoin esimerkiksi eristämällä tai lämmittämällä. Rakennuksen sisäpuolinen hulevesiviemäri lämpö- ja kosteuseristetään, jos sisäilman sisältämän kosteuden tiivistyminen putken pinnalle voi aiheuttaa haittaa. Kylmissä tiloissa hulevesiviemäri tulee tarvittaessa varustaa saattolämmityksellä.



Kuva 18-2 Rännikaivo ja salaojakaivo. (Tapio Helenius)

kautta valuvat vedet johdetaan pois rakennuksen vierestä sadevesiverkostoon, avo-ojaan tai vähintään 3 m etäisyydelle rakennuksesta maastoon ja imeytetään maaperään niin, ettei rakennuksen rakenteille eikä naapuritonteille aiheudu haittaa. Kuvassa 18-2 on esimerkki rännikaivosta.

Vesikatolla on oltava katteelle sopiva riittävä kaltevuus ja tiiveys veden poisjohtamiseksi. Katteen on kestettävä ilmastorasitukset, lumen ja jään aiheuttamat rasitukset sekä huoltotoimenpiteiden vaatima liikkuminen katolla.

18.7 Kuivatuksen rakentaminen, tarkastukset ja valvonta

Rakennusaineet ja -tarvikkeet sekä rakennusosat on suojattava haitalliselta kastumiselta kuljetusten, varastoinnin ja rakentamisen aikana. Kosteiden rakenteiden ja rakennuskosteuden on annettava kuivua tai rakenteita on kuivatettava riittävästi, ennen kuin ne peitetään kuivumis-

ta hidastavalla ainekerroksella tai pinnoitteella.

Rakennustyön oikean toteutuksen varmistamiseksi on työn tekijän tunnettava rakenteiden kosteustekniikkaa koskevat suunnitelmat ja työohjeet sekä hänellä on oltava riittävä ammattitaito. Kosteusteknisiä töitä tulee valvoa ja työvaiheet tarkastaa. Vedelle alttiina oleviin rakenteisiin on käytettävä tähän käyttötarkoitukseen tarkoitettuja vettä ja tarvittaessa myös kuluusta kestäviä tarvikkeita ja pintamateriaaleja. Rakennustuotteiden on kestettävä asentamisen sekä asennus- ja käyttöolosuhteiden aiheuttamat rasitukset koko rakenteen käyttöiän tai suunnitellun huolto- ja korjausvälin ajan.

Kuivatusrakenteiden rakentaminen ajoitetaan niin, että työt voidaan suorittaa joustavasti muihin rakennustöihin nähden. Aloituskokouksessa tarkastetaan, että salaojitus suunnitelmat vastaavat rakennuspaikan olosuhteita ja ovat yhteensopivat muiden piha-alueen kuivatussuunnitelmiin nähden. Salaojien on oltava valmiit ja toimintakuntoiset riittävän ajoissa, niin että niitä voidaan hyödyntää työnaikaisessa kuivatuksessa ja välttää työnaikaiset kosteusvauriot. Salaojat tulee suojata työn aikana, jotta vältetään niiden liettyminen. Putket tulee puhdistaa ennen käyttöönottoa. Kuvassa 18-3 on esimerkki suojatusta salaojasta.



Kuva 18-3 Kuitukankaalla suojattu salaojat ja salaojakaivo. (Tapio Helenius)

Kuivatuksen laadun ja kelpoisuuden selvittämiseksi on työn aikana pidettävä kustakin yksittäisestä työsuorituksesta riittävän yksityiskohtaista tarkastusasiakirjaa asianmukaisine mittaus- ja havaintotuloksineen. Ainakin seuraavat asiat tulee kirjata:

- työn kulkua kuvaavat tiedot
- työn suorittamista koskevat muistutukset, huomautukset ja lisäohjeet
- suoritettavat tarkastukset ja kokeet sekä tiedot tarkastuksen tekijästä
- suunnitelmien muutoksiin liittyvät toimenpiteet
- materiaalien tarkastukset ja hyväksymiset
- materiaalitietojen arkistointi
- piiloon jäävien putkien ja kaivojen sijaintitiedot.

Ennen rakennustyön vastaanottokatselmusta pidetään salaojien sekä muiden kuivatukseen liittyvien rakenteiden tarkastus, jossa tutkitaan salaojitus- ja hulevesiviemäröintityöt kokonaisuudessaan. Tarkastuksessa vaaitaan putkien korkeudet ja mitataan sijainnit sekä selvitetään vedenpinnan korkeus tarkastuskaivoissa. Kaivoista tarkastetaan:

- lietepesät
- vedenpinnat
- kaivokoko, kannen laatu ja kantavuus
- saumojen tiivistys
- kaivojen suunnitelman mukaisuus

Tarkastuksesta pidetään pöytäkirjaa, johon merkitään todetut asiat. Pöytäkirjaan liitetään käytettyjen kiviainesten seulontakäyrät, tarkepiirustukset sekä selvitykset käytetyistä putki- ja kaivomateriaaleista.

Kuivatussuunnittelijan tulee laatia ennen rakennuksen käyttöönottoa huolto-ohje. Huolto-ohjeessa tulee olla:

- tiedot määräaikaishuoltoon liittyvistä tehtävistä ja niiden suorittamisesta
- ajan tasalla olevat tarkepiirustukset ja salaojitus suunnitelmat
- tiedot huollon suorittamiseen tarvittavista välineistä
- erityishuomiota tulee kiinnittää kattokaivojen ja sadevesikourujen puhtaana pitämiseen.

18.8 Viitteitä

Suomen rakentamismääräyskokoelma, B3, Pohjarakenteet, Määräykset ja ohjeet 2004

Suomen rakentamismääräyskokoelma, C2, Kosteus, Määräykset ja ohjeet 1998

Suomen rakentamismääräyskokoelma, D1, Kiinteistön vesi- ja viemäri laitteistot, Määräykset ja ohjeet 2007

RIL 126-2009, Rakennus pohjan ja tonttialueen kuivatus, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2009

Rakennusten vesijohdot ja viemärit, Suomen kunnallisteknillisen yhdistyksen julkaisu N:o 7, 1979

Turun kaupungin rakennusjärjestys, 2007

19. Kiinteistökohtainen hulevesien hallinta

19.1 Kiinteistökohtaisen hulevesien hallinnan yleispiirteitä

Kiinteistökohtaisen hulevesien hallinnan ensisijaiset tavoitteet ovat:

- muodostuvien hulevesien määrän vähentäminen esimerkiksi hyötykäytön, kuivatuksen, ojituksen ja imeyttämisen avulla
- hulevesien viivyttäminen ennen niiden johtamista viemäriin.

Asemakaavamääräyksillä ja ympäristöluvilla voidaan määrätä hulevesien hallintaa koskevia vaatimuksia – esimerkiksi imeyttamisestä ja käsittelystä tontti-, liikenne- ja viheralueilla. Nämä määräykset ja viranomaisohjeet voivat sisältää teknisiä ratkaisuja ja mitoitusta koskevia vaatimuksia. Kaavoituksen ja rakentamisen ohjauksen keinoja hulevesien kiinteistökohtaisen hallinnan edistämiseksi on käsitelty tämän oppaan osioissa 8 (Maankäytön suunnittelu) ja 10 (Rakennusvalvonta).

Tässä osiossa esitellään kiinteistökohtaisia hulevesiratkaisuja, joita voidaan käyttää myös rakennetuissa kiinteistöissä ja sellaisissa uudisrakennuskohteissa, joissa ei ole erityisiä asemakaavaan perustuvia hulevesien käsittelyvaatimuksia. Periaatteessa samoja ratkaisuja voidaan toteuttaa kaikenkokoisilla kiinteistöillä. Tässä osiossa ei varsinaisesti käsitellä hulevesien hallintarakenteiden mitoitusta, jota on tarkasteltu laajasti tämän oppaan osiossa 14 (Hulevesien hallintamenetelmät ja niiden mitoitus).

Pienehköillä kiinteistöillä kaikkein yksinkertaisin tapa hallita hulevesiä on huolehtia, että vettä läpäiseviä pintoja – joko luonnontilaisia tai sellaisiksi kehitettyjä – on riittävästi. Pienehköillä kiinteistöillä ei useinkaan ole tarpeen

ottaa huomioon kiinteistön ulkopuolisen valuma-alueen vaikutusta mitoitukseen, kunhan hallitusta ylivuodosta ja kuivatuksesta olemassa oleviin hulevesijärjestelmiin huolehditaan. Suurkiinteistöjen – esimerkiksi hypermarketien ja logistiikkakeskusten – hulevesien hallinnan suunnittelussa ja mitoituksessa tulee soveltaa osiossa 14 kuvattuja menettelytapoja. Monia pienkiinteistöjen hulevesien hallintatavoimia voidaan toteuttaa omatoimisesti.

Hulevesien johtamista viemäriin käsitellään tämän oppaan osiossa 20 (Liittyminen hulevesiviemäriin).

19.2 Viherkatot ja muut kattorakenteet

Viherkattojen on todettu vähentävän katoilta tulevaa valuntaa – olosuhteista riippuen 25–100 % (Berndtsson 2010; Carter ym. 2006; Villarreal ym. 2005). Suurtenkin sadantojen valunta voi vähentyä 50 %. Pidättyminen lisääntyy kerrospaksuuden kasvaessa ja katon jyrkkyyden pienentyessä. Kesällä haihdunta lisää viherkaton kykyä vähentää valuntaa. Viherkatolta valuu vesiä syöksytorviin käytännössä vain pitkäaikaisilla voimakkailla sateilla, jolloin viherkatot kyllästyvät. Viherkatot helpottavat veden imeytystä ja viivyttämistä pihalle ja vähentävät merkittävästi virtaamia hulevesijärjestelmään. Viherkattojen merkitys valunnan vähentämisessä on suurin tiiviisti rakennetuilla tonteilla, joilla muita imeytys- ja viivytyismahdollisuuksia on niukasti.

Viherkatolla on muitakin hyviä ominaisuuksia: ne suojaavat vesikatteita ultravioletisäteilyltä, eristävät (vähentävät lämmitys- ja jäähdytystarvetta), vaimentavat melua ja parantavat pienilmastoa. Lisäksi ne voidaan keke esteettisiksi; etenkin kohteissa, joissa ikkunoista näkyy paljon kattopintaa, viher-



Kuva 19-1 Ohutrakenteinen, maksaruohoa kasvava viherkatto Oulun asuatomessualueella. (Tommi Heinonen)

katoilla voi elävöittää maisemaa. Tasakatoille voidaan saada aikaan oleskelualueita ja jopa pienimuotoinen viljely on mahdollista. Kattokasvillisuus monipuolistaa taajamaluontoa tarjotessaan elinolosuhteita monille eläinlajeille, esimerkiksi perhosille.

Viherkattoja voidaan rakentaa eri periaatteilla: ohutrakenteisena pelkästään korvaamaan muuta ulkokatemateriaalia, laaja-alaisesti toteutettuna kattopinnoitteena tai tekemällä tasakatolle oleskeluun soveltuva kattopuutarha, jossa voi olla erilaisia kerrospaksuuksia.

Ohutrakenteisia viherkattoja voidaan suositella käytettäväksi normaalien katemateriaalien sijasta kaiken tyyppisillä katoilla, joiden kaltevuus on 1:stä jopa 45 astetta. Ohuilla rakenteilla ei ole kattorakenteille erityisiä kantavuusvaatimuksia. Esimerkiksi kun kattomullan

paksuus vaihtelee min 30–100 mm, katon painoksi tulee 60–120 kg/m². Paino riippuu katon rakenteesta esim. onko tiili tai huopa. Vähäisillä kaltevuuksilla viherkatoilla tulee varmistaa liian veden poisjohtaminen, suuremmilla kaltevuuksilla veden hidastaminen ja varastointi kasvillisuuden ylläpitämiseksi kuivana aikana. Riittävän paksu kasvukerros turvaa kasvillisuuden menestymisen etelään suuntautuvilla ja jyrkillä kaltevuuksilla. Kasvillisuutena ohutrakenteisilla viherkatoilla käytetään kuivilla kasvupaikoilla menestyvää kasvillisuutta, kuten maksaruohoja ja sammalia. Monipuolisempi kasvillisuus edellyttää kasvukerroksen paksuntamista. Erilaisten kasvien soveltuvuutta ja hoitoa on tarkasteltu tämän oppaan osiossa 16 (Hulevesikasvillisuus). Esimerkki ohutrakenteisesta viherkatoista on kuvassa 19-1.



Kuva 19-2 Tasakatolle tehty kattopuutarha, jossa kuivuutta sietävää heinäkavillisuutta hoidaan kitkemällä, Portland. (Jukka Jormola)

Tasakatoille voidaan suositella kattopuutarhoja, jolloin voidaan viivyttää hulevesistä vielä suurempi osa kuin viherkatoilla. Kasvillisuus- ja ruokamultakerroksen paksuuntuessa myös sadeveden pidätysvaikutus lisääntyy. Paksumpien rakenteiden aiheuttamat kantavuusvaatimukset on tällöin otettava huomioon. Mikäli kattovesiä halutaan tehokkaasti viivyttää, tulee kattopuutarha ja sen rakennekerrokset mitoittaa tietyille vesimäärälle viivytyks/imeytyspainanteen mukaisesti. Kattopuutarhoissa ei saa myöskään unohtaa turvallisuutta. Kuvassa 19-2 on esimerkki kattopuutarhasta.

Sekä ohutrakenteiset viherkatot että kattopuutarhat tulee varustaa asianmukaisilla kouruilla ja syöksytorvilla tai sadevesiviemäroinillä ylivuodon hallittua johtamista varten.

Katoilta valuva vesi muodostaa yleensä suurimman osan pienkiinteistöillä muodostuvasta hulevedestä. Katoilta valuva huleve-

si on varsin puhdasta verrattuna esimerkiksi pihoilta ja liikennealueilta valuviin hulevesiin, minkä vuoksi kattovesiä voidaan hyödyntää ja imeyttää tonteilla, myös pohjavesialueilla. Katolta valuva vesi sisältää ilmasta sadeteen tarttuneita, kattopinnalle laskeutuneita aineksia, jotka lähtevät liikkeelle erityisesti sateen alkuvaiheessa. Aineiden määrä ja haitallisuus on pienentynyt liikenteen ja savukaasujen puhtauden parantuessa. Kattomateriaalit tulisi valita ja tarvittaessa muuttaa sellaisiksi, että niistä ei liukene haitallisia aineita. Katon muoto vaikuttaa kattovesien johtamismahdollisuuksiin. Harjakatoilta vesi johdetaan normaalisti kouruilla rakennuksen ulkoseinällä, jolloin vesi on mahdollista johtaa joko hyötykäyttöön, suoraan imeytykseen tai maan pintaa pitkin muualle imeytettäväksi tai viivyttäväksi riittävällä etäisyydellä rakenteista.



Kuva 19-3 Kattovesiä johdetaan kourulla imeytysaltaaseen etäällä rakennuksesta, Portland – Suomen olosuhteissa tulee ottaa huomioon jäätyminen. (Jukka Jormola)

Pääsääntöisesti tulisi luopua käytännöstä, jossa syöksytorvista purkautuvat vedet on johdettu suoraan hulevesi-, seka- tai jätevesiviemäriin. Katoilta purkautuvat vedet lisäävät välittömästi huippuvirtaamia hulevesiverkostossa sekä voivat aiheuttaa ylikuormitusta, toimintahäiriöitä ja ylivuotoja ja ohijuoksutuksia jätevedenpumppaamoista ja -puhdistamoilta. Ulkoseinällä olevat, hulevesiverkostoon yhdistetyt syöksytorvet tulisi muuttaa siten, että vesi johdetaan imeytettäväksi tai viivyttäväksi pihoilta ja vain ylivuodot hulevesiviemäriin. Kourut voidaan suunnitella siten, että veden virtaaminen tehdään näkyväksi osaksi veden johtamista imeytykseen. Esimerkkejä tällaisista järjestelyistä on kuvissa 19-3 ja 19-4.

Tasakattoisten rakennusten rakenne, jossa kattovedet johdetaan viemäriin rakennuksen sisällä, ovat vaikeammin muutettavissa; tällöin tulee selvittää putkistojen saneerausmahdollisuudet. Tasakattojen muuttaminen kattopuutarhoiksi on hulevesien vähentämisen ja viivytyksen kannalta erittäin suositeltavaa, jos se on olemassa olevissa rakennuksissa mahdollista kattorakenteiden kantavuuden puolesta. Hyödyt korostuvat sekaviemäroidyillä keskustaluilla, joissa hulevesivirtaamia määrää on muuten vaikea pienentää ja joissa hyötynä on uusien oleskelualueiden aikaansaaminen ja ilmanlaadun parantaminen.



Kuva 19-4 Koururakenne, jolla vesi tuodaan näkyvästi esiin ja johdetaan eteenpäin muotoiltua noroa pitkin, Viikki. (Jukka Jormola)



Kuva 19-5 Sadevettä kerätään katoilta pumpulla käytettävään säiliöön ja lisäksi kivipäällysteeseen imeytyspainanteeseen Viikin ekorakentamisalueella. (Jukka Jormola)

19.3 Sadeveden hyötykäyttö

Sadevettä on perinteisesti kerätty tynnyreihin puutarha- ja pihamaan kasteluvedeksi ja kesämökki- ja saunakäytössä myös pesuvedeksi. Joillakin asuntoalueilla on johdettu sadevettä maanalaisiin säiliöihin, joista vettä voi pumpata puutarhapalstojen kasteluun. Kuvassa 19-5 on esimerkki tällaisesta järjestelystä. Myös johtaminen pihalammikoihin ja kasvillisuuden ja, hiekan, ja kivien avulla viiheistelyihin imeytyspainanteisiin on suositeltavaa sadeveden hyötykäyttöä, jolloin voidaan samalla parantaa asuin ympäristön viihtyisyyttä. Hulevesien käyttäminen on suositeltavaa myös liike- ja toimistorakennusten sisääntulo-

ja oleskelupihojen ja pysäköintialueiden toteutuksessa ja saneerauksessa. Kattovesien keruulla lammikoihin tai maanalaisiin säiliöihin on laajempaa merkitystä kunnan hulevesijärjestelmän häiriöttömälle toiminnalle, kun hulevesien määrää voidaan vähentää ja huippuvirtaaman esiintymisajankohtaa viivyttää.

19.4 Lämpäisevät päällysteet

Tonteilla tulisi rajoittaa läpäisemättömien – esimerkiksi asfalttoitujen – pintojen osuutta. Rakennettuja pintoja voidaan saneerausten yhteydessä muuttaa vettä läpäiseviksi, jolloin

niiltä kertyvien hulevesien määrä vähenee ja huippuvirtaamat pienenevät merkittävästi. Tällaisilla alueilla voidaan imeyttää rajoitetusti myös ympäröiviltä läpäisemättömiltä pinoilta purkautuvia vesiä. Yksinkertaisimmillaan läpäisevänä päällysteenä toimii sora- ja kivituhkapiinnoite.

Tehokkaimpia läpäiseviä pinnoitteita ovat erilaiset nurmikivet, joissa olevista aukoista vesi voi imeytyä kiveyksen rakennekerrokseen. Nurmikiviä voidaan käyttää erityisesti sellaisilla alueilla, joita ei ole tarkoitettu jalankulkuun. Myös tavalliset laatoitukset mahdollistavat huleveden imeytymistä jossain määrin. Luonnonkivilaatoituksissa on aina imeytystä mahdollistavia välitiloja. Joissakin laattamalleissa on erityinen rakenne, joka jättää laattojen välille normaalia leveämmän raon. Kuvassa 19-6 on esimerkki laatoituksesta pysäköintialueella.

Muita läpäiseviä päällysteitä ovat esimerkiksi läpäisevä asfaltti, jossa on normaalia vähemmän sidosainetta huokostilavuuden lisäämiseksi. Läpäisevän asfaltin ongelmana on usein ollut tukkeutuminen ajan myötä.

Läpäisevillä päällysteillä voidaan eniten vähentää matalaintensiteettisten sateiden aiheuttamia hulevesiä, millä on merkitystä etenkin

pohja- ja orsiveden muodostumisen kannalta. Rankkasateilla läpäiseviltäkin pinnoilta muodostuu pintavaluntaa.

19.5 Imeytys, suodatus ja sadevesiaiheet

Kiinteistökohtainen hulevesien imeytys vähentää hulevesijärjestelmien ylikuormitusriskiä sekä parantaa taajamien pohjaveden tason ja mahdollisimman luonnonmukaisen veden kierron säilyttämistä. Kallioon, savikkoon tai muuhun hyvin tiiviiseen maaperään vesi ei imeydy. Pienialaisilta katoilta kertyvien vesien imeytys on kuitenkin mahdollista myös melko heikosti vettä imevässä maaperässä. Kattovesiä on perinteisesti johdettu maaperäimeytykseen joko maanalaisiin imeytyskaivantoihin tai maan pinnalla imeytyspainanteisiin, joita on kutsuttu myös kivipesiksi tai sorasaarroksi. Maanalaisen imeytyksen etuna on tilan säästäminen. Toisaalta hulevesi ei tällöin ole näkyvä maisema-aihe piha-alueella. Maan pinnalla tapahtuva imeytys vie piha-alueilta tilaa, mut-



Kuva 19-6 Laatoitukset toimivat läpäisevänä päällysteenä pysäköintialueen vähemmän käytetyllä osalla, Oulu. (Jukka Jormola)



Kuva 19-7 Sadevesien imeytyspainanne, jossa hulevesikaivo toimii ylivuotona. Vettä esiintyy painanteessa vain sateella, Portland. (Jukka Jormola)

ta toisaalta veden johtamista ja imeytystä on mahdollista käyttää pihasuunnitteluaiheena ns. sadeputarhoissa ja muissa sadevesi-aiheissa. Kuvassa 19-7 on esimerkki imeytyspainanteesta.

Imeytettäessä hulevesi virtaa kiviaines-rakoiden väliseen tyhjiin tilaan ja suotautuu vähitellen maaperään. Varoetäisyytenä rakennusten perustuksiin tulisi pitää vähintään kolme metriä; ylärinteen puolella vähimmäisetäisyyden tulisi olla 10 metriä. Maanpinnan tulee viettää rakennuksista pois päin, jotta pintavalunnalla ei aiheuteta veden virtausta rakenteisiin kosteana aikana. Heikosti vettä läpäisevässä maassa imeytysrakenteet tehdään suodattavina rakenteina, joiden kuivumisesta on huolehdittava. Rakennusten perustuksia kiertävää salaojaa ei tulisi käyttää imeytyksestä suotautuvien ylimääräisten kuivatusvesien pois johtamiseen. Kuivatusta varten tulisi kaihannon yhteyteen asentaa erillinen salaoja, joka johtaa edelleen avo-ojaan tai hulevesiviemäriin.

Imeytys- ja viivytysalueena toimivassa sadeputarhassa väliaikaisesti sateen yhteydessä esiintyvää vettä hyödynnetään osana pihasuunnittelua. Kattovesi johdetaan painan-

teeseen, johon voidaan istuttaa erilaista kasvillisuutta tai se voi olla osittain esimerkiksi kivi- tai sorapintainen. Suunnittelussa otetaan huomioon painanteen ilme myös kuivana aikana.

Sadeputarhojen kasvillisuus on tyypillisesti kosteassa viihtyvää kasvillisuutta – joko luonnossa esiintyviä tai koristekasveja. Kasvien on yleensä tarpeen kestää myös kuivia kausia ja muutenkin sopeutua vaihteleviin olosuhteisiin. Kasvillisuuden tulisi olla monilajista, kerroksellista ja korkeudeltaan vaihtelevaa. Lisäksi sen tulee olla sellaista, ettei sitä tarvitse lannoittaa. Veden suositellaan viipyvän imeytysalueeksi tarkoitettussa painanteessa sateen jälkeen näkyvänä korkeintaan vuorokauden, jolloin vesi ehtii kylmänäkin aikana imeytyä tai suotautua ennen mahdollista jäätymistään lämpötilan laskiessa nollan alapuolelle.

Sadeputarhoja voidaan suositella sekä yksityispihojen että julkisten rakennusten ympäristöön. Kuvassa 19-8 on esimerkki sadeputarhasta julkisen rakennuksen piha-alueella. Liikerakennusten tonteilla sadeputarhat soveltuvat laajojen kattopintojen ja pysäköintialueiden vesien imeytykseen ja suodatukseen. Liikennealueiden vesien käsittelyssä imeytys-



Kuva 19-8 Sadeputarha kouluympäristössä opetustarkoituksessa, Portland. (Jukka Jormola)

alueet suunnitellaan biopidätysalueiksi, joiden pintamaa suunnitellaan erityisesti puhdistamaan likaisia, myös lievästi öljypitoisia vesiä. Samalla voidaan kohentaa liikekeskuksen il-

mettä, kuten kuvassa 19-9. Kuvan 19-9 biopidätysalueen ylivuodot johdetaan painanteen pohjaa korkeammalla olevaan hulevesikaivoon sekä tarvittaessa tulvareitille.



Kuva 19-9 Liikekeskuksen aiemmin yhtenäisen pysäköintialue on saneerattu johtamalla vesiä uusille biopidätysalueille, Seattle, (hulevesikaivo toimii vain ylivuotovesille). (Jukka Jormola)



Kuva 19-10 Sadeveden viivytylammikko, jossa pohjan tiivistys mahdollistaa vesipinnan säilymisen kuivimpia aikoja lukuun ottamatta, Helsinki. (Jukka Jormola)

19.6 Viivytylammikoissa ja kosteikoissa

Painanteen pohjan rakenteella ei ole erityisiä läpäisy- tai kuivatusvaatimuksia, ellei imeyttämistä tai suodattamista edellytetä kaavamääräyksissä eikä jäätymistä katsota hoidon kannalta ongelmaksi. Sadepuutarhoissa voi olla pysyviä vesiaihteita kuten pihalammikoita ja muita vesirakenteita. Tällöin vesi voi sateen jälkeen viipyä imeytyspainanteessa vapaana vesipintana kauemminkin ja myös kasvillisuus voi olla enemmän kosteikkokasvillisuutta. Kuvassa 19-10 on esimerkki lammikosta, jossa vesi säilyy pitkään sateen ja sulamisen jälkeen. Kasvillisuutta on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin tämän oppaan osiossa 16 (Hulevesikasvillisuus).

Painanne, johon katoilta ja pihoilta valuvia vesiä johdetaan, voidaan tiivistää vettä läpäisemättömällä kerroksella, esimerkiksi muovilla tai hitaasti läpäisevällä savikerroksella,

jolloin painanne toimii sadevesilammikkona tai -lampena. Tiivis osa voi olla halutun muotoon ja se voi olla myös valmis tekninen rakenne. Tiivistäminen voidaan tehdä pelkästään painanteen syvimmälle osalle, jolloin sateella matalana vesialueena esiintyvä osa toimii imeytysalueena ja veden pinta alenee sateen jälkeen tiivistettyyn tasoon asti. Alue, joka on välillä vesialueena ja joka sateiden välillä kuivuu, voi muodostua eliöstöltään monimuotoiseksi kosteikkoalueeksi. Erityisen vaihtelevat olosuhteet voivat muodostua kosteikkoon, jossa maan läpi tihkuva pohja- tai kuivatusvesi tai kosteikkoon tuleva puro, noro tai kuivatusvesiputket muodostavat vesi- ja korkeussuhteitaan erilaisia kosteikon osia. Turvallisuus pitäisi kuitenkin muistaa näissäkin rakenteissa.

Etenkin laajoissa, vapaamuotoisissa lammikoissa pyritään tiivistysrakenteen peittämiseen verhoilumateriaalilla, esimerkiksi kivillä ja rantakasvillisuudella. Hulevesiaihteiden suunnittelussa on sijaa luovuudelle ja hulevesien hallintaan voidaan helposti yhdistää erilaisia suunnitteluideoita.

Vaikka lammikkoon johdettaisiin pelkästään



Kuva 19-11 Hulevesien johtamiseen voidaan käyttää luonnonkivistä tehtyjä kouruja, Viikki. (Jukka Jormola)

kattovesiä, on varauduttava levien kasvuun ja tarvittaessa lammikon puhdistamiseen, mahdollisesti myös lisäveden johtamiseen. Veden puhdistukseen voidaan käyttää tarvittaessa vettä kierrättäviä suodattimia. Kuvassa 19-10 on esimerkki viivytylammikosta.

19.7 Hulevesien johtaminen maan pinnalla

Hulevesien johtaminen katoilta käsittelyalueille voidaan tuoda näkyvästi esimerkiksi pihossa, aukioilla ja käytävien varressa kuten kuvassa 19-11. Suunnittelijan tulee tällöin ratkaista mm. kuinka hulevesiä johtavat uomat risteävät jalankulun ja liikenteen kanssa. Piholla ja jalankulkualueilla voidaan käyttää kivettyihin pintoihin ja laatoituksiin liittyviä loivia, helposti ylitettäviä painanteita.

Käytävien poikki voidaan tehdä myös riti-

löillä varustettuja kouruja ja tarvittaessa putkia ja rumpuja kuten kuvassa 19-12. Ritilöiden tulee olla rakenteeltaan suunnitellun liikenteen kestäviä, helposti ylläpidettäviä ja oikein mitoitettuja. Kourujen yhteyteen tarvitaan syvennyksiä hiekoitushiekan poistamiseen.

Kävelyalueiden ulkopuolella hulevesiä johtavat painanteet voivat olla vapaamuotoisia noroja, joissa kiviaineksen avulla voidaan muotoilla mielenkiintoista ympäristöä. Yksityispihojen ja julkisten alueiden etupihoille voidaan toteuttaa hulevesipainanteita käyttäen niitä pihan sisääntulon suunnitteluteemoina. Esimerkki tällaisesta on kuvassa 19-13.



Kuva 19-12 Hulevesiä johtava kivetty kouru laatoitusalueella, Tukholma. (Jukka Jormola)



Kuva 19-13 Etupihan ilmeen parantamiseksi suunniteltu hulevesiä johtava noro, Minnesota. (Jukka Jormola)

19.8 Talviolosuhteet ja hulevesirakenteiden ylläpito

Hulevesien käsittelyyn tarkoitettujen rakenteiden tulee toimia myös kylmissä ja vaihtelevissa talviolosuhteissa. Maan routautuminen, vesipintojen jäätyminen, lumi ja sen varastoiminen, lumen sulaminen ja talviaikainen liukkaudentorjunta tuovat rakenteille ja niiden ylläpidolle erityisiä vaatimuksia. Vaikka hulevesien käsittelyalueiden ja -rakenteiden kesäaikaisesta ylläpidosta on runsaasti kansainvälistä kokemusta, Suomen talviolosuhteita vastaavaa tietoa on vielä niukasti. Hulevesien käsittelystä kylmissä olosuhteissa on jossain määrin kokemusta esimerkiksi USA:ssa. Lisäksi käynnissä on kansainvälistä tutkimusta poh-

joismaissa ja USA:ssa.

Vedellä kyllästyneestä maasta tulee jäätyessään vettä läpäisemätöntä. Riittävästi kuivuneessa maassa jääkerros muodostuu vain maahiukkasten ympärille, jolloin huokokset säilyvät edelleen osittain imemiskykyisinä. Tämän takia kylmillä alueilla imeytysalueiden yläpuolella olevan vapaan vesitilavuuden tulisi tyhjäntyä vuorokauden kuluessa. Imeytys- ja suodatusalueet toimivat myös talvella vesisateilla ja lumen sulaessa. Etenkin likaisten hulevesien (esimerkiksi ostoskeskusten pysäköintialueiden) käsittelyssä on tärkeää, että imeytys toimii sulamisen alkuvaiheessa. Sulamisvaiheessa lähtee liikkeelle pitkällä ajanjaksolla kertyneitä epäpuhtauksia alkuhuuhtoumana samalla tavoin kuin kesäisten kuivien jaksojen jälkeisten sateiden alussa.

Biopidätysalueiksi tehdyissä imeytyspainanteissa humuspitoinen pintamaa ja lumi toimi-



Kuva 19-14 Lammen poistoputken ympärille tehty kehikko, joka mahdollistaa tilapäisen vedenpinnan nousun talvisateilla ja sulamisaikaan, Minnesota. (Jukka Jormola)



Kuva 19-15 Rakennustyömaan alkuvaiheessa tehty hulevesiallas, jonka laidat on suojattu eroosiolta olkimatolla ja tulovirtaaman kohta kivisuojuuksella, Minneapolis.

vat eristeinä, jotka yleensä estävät maan routautumisen syvälle. Eristävän jääkannen alla imeytyminen jatkuu, vaikka vedellä täyttyneen biopidätysalueen jäätyminen alkaisi pian vesisateen jälkeen. Heikosti kuivatettu imeytys- tai suodatuspainanne jäätyy läpi koko rakenteen, jolloin imeytyminen on mahdollista vasta seuraavan kunnollisen sulamisvaiheen jälkeen eli loppukevällä. Röntäsateen jälkeen nopea jäätyminen voi mahdollisesti aiheuttaa kuivatetun painanteen pinnan jäätyneen läpäisemättömäksi.

Hulevesilammikoiden ja -kosteikkojen jäätyneen takia talvisade- ja sulamistilanteessa vesi voi nousta vain jään päälle, joten ainoastaan ylempi vyöhyke toimii aktiivisena varastona säännöstelytilana. Lammikoiden säännöstelykapasiteettia voidaan talviolosuhteita varten lisätä esimerkiksi poistoputken ympärille tehdyllä harvasaumaisella rakenteella, joka mah-

dollistaa veden nousun tilapäisesti jään päälle. Sade- tai sulamistilanteen jälkeen vesi poistuu jäätyneeseen tasoon asti. Esimerkki tällaisesta rakenteesta on kuvassa 19-14.

Tukkeutumisen- ja jäätymisriskin välttämiseksi lammikoiden poistoputkina kannattaa käyttää riittävän avaria kaivoja tai putkia. Suoraan lammikoihin johtavien putkien tulisi olla niin ylhäällä, että putket eivät jäädy lammikon jäätyessä umpeen. Hule- ja kuivatusvesiputket pysyvät kuitenkin yleensä sulina maaperästä tulevan lämpimän veden takia. Kävelyteiden rumpujen, joiden kautta virtaa vain ajoittain hulevettä pintavetenä, tulee olla riittävän avaria jäätyneen aiheuttaman tukkeutumisen estämiseksi. Minimihalkaisijana voidaan pitää 200 mm.

Etenkin kevättalvella vaihtelevissa sulamis- ja jäätymistilanteissa katoilta purkautuva vesi jäätyy ja muodostaa pihoilta paannejäättä.

Myös vettä johtavat kourut voivat tällöin jäätyä. Jään paksuus voi vähitellen kasvaa, jolloin pihan pinnan kallistukset voivat väliaikaisesti muuttua. Vaikka tämä on normaalia, on tarvittaessa syytä varautua jään rikkomiseen ja poistamiseen sekä virtauksen ohjaamiseen, jos vesi alkaa virrata rakenteiden suuntaan.

Lumi ja etenkin lumikasat ja auras lumi voivat estää sulamistilanteessa veden pääsyn hulevesipainanteeseen tai ylivuotopaikkana toimivaan hulevesikaivoon. Virtausaukkojen puhdistamisesta tulee huolehtia etenkin silloin kun on odotettavissa pakkasia lumisateen jälkeen. Keskeiset virtausuunnat on syytä pitää avoimina myös tulvareittien pitämiseksi auki talvisateiden varalta.

Lammikot ja kosteikot, joihin johdetaan paljon kiintoainetta sisältäviä hulevesiä, on ajoittain ruopattava. Varsinaisen lammikon tai kosteikon yläpuolelle – hulevesien purkukohtien yhteyteen – kannattaa siksi tehdä tasausta, joihin suurimmat epäpuhtaudet kertyvät ja joista puhdistuskaivu on helppoa.

19.9 Rakennustyömaiden valumien estäminen

Rakennustyömailta huuhtoutuu hulevesien mukana huomattavia kiintoaine- ja ravinne- ja ravinnemääriä, minkä vuoksi olisi kiinnitettävä erityistä huomiota työmaiden järjestelyihin. Työn aikainen hulevesien hallinta on suunniteltava huolellisesti, ja tämä saattaa vaikuttaa koko rakennuskohteen toteutusjärjestykseen. Rakentamisvaiheen hulevesien käsittelyyn on suositeltavaa käyttää yksinkertaisia rakenteita, esimerkiksi maastonpainanteisiin patomalla toteutettavia laskeutusaltaita. Rakennusvaiheessa tulee minimoida kaivutyöt, koska tällöin itse hulevesirakenteesta aiheutuu kiintoainehuuhtoumaa. Jos lopulliseksi tarkoitettu hulevesirakenne toteutetaan myös rakennusaikaisten valumien käsittelyyn, on huolehdittava eroosiosuojauksesta ja tarvittaessa poistettava kerääntyvä kiintoaine. Kuvassa 19-15 on esimerkki hyvin toteutetusta hulevesialtaasta, joka kerää myös rakentamisen aikaisia kiintoainevalumia.

Rakennustyön alkuvaiheessa tulisi hulevesien käsittelyrakenteet sijoittaa sellaisille alueille, joilla ei jouduta liikkumaan. Tällaisia voivat olla esimerkiksi painanteet työmaialueiden laidoilla alavimmissa maastokohdissa. Tarvittaessa on tehtävä väliaikaisia laskeutusaltaita. Imeytysalueiksi suunnitellut tontin kohdat on tarvittaessa suojattava koneilta tiivistymisen estämiseksi.



19.10 Viitteitä

Helsingin kaupungin rakennusvirasto 2000. Kuivatusvesien ekologinen hallinta – case Viikki. Tilannekatsaus 2000. Helsingin kaupungin rakennusviraston selvityksiä 2000:7. 24 s.

Oberts G. 2003. Cold climate BMPs: Solving the management puzzle. ss. 13-31. Teoksessa: 1st International Conference on Urban Drainage and highway Runoff in Cold Climate 25-27 March 2003 Riksgränsen, Sweden. Proceedings. Luleå University of Technology.

Clar M, Barfield B.J & O'Connor T.P 2004. Stormwater best management practice design guide. Volume 2 Vegetative biofilters. U.S Environment Protection Agency. Cincinnati OH, ladattavissa internetistä (21.6.2011): www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r04121/600r04121a.pdf

Dunnet N, & Clayden A. 2007. Rain Gardens. Managing water sustainably in the garden and designed landscape. Timber Press, Portland

Berndtsson J.C. 2010 Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. Ecological Engineering. Volume 36, Issue 4, April 2010, pp. 351-360, ladattavissa internetistä (14.2.2012) <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857410000029>

Carter, T.L., Rasmussen, T.C. 2006. Hydrologic behavior of vegetated roofs. Journal of the American Water Resources Association. Volume 42, Issue 5, October 2006, pp. 1261-1274, ISSN: 1093474X, ladattavissa internetistä (14.2.2012): http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-33845312296&origin=inward&txGid=kHDoPjeyMu15Vu_xYpDR58W%3a2

Villarreal E.L. & Bengtsson L. 2005. Response of a Sedum green-roof to individual rain events. Ecological Engineering. Volume 25, Issue 1, 20 July 2005, pp. 1-7, ladattavissa internetistä (14.2.2012): <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857404001740>

20. Liittyminen hulevesiviemäriin

20.1 Yleistä

Kiinteistön omistajalla tai haltijalla on vesihuoltolain 6 §:n mukaan ensisijainen vastuu kiinteistön vesihuollosta eli myös hule- ja perustusten kuivatusvesien poisjohtamisesta ja käsittelystä. Mikäli kiinteistö sijaitsee vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella, on kiinteistö liitettävä laitoksen vesijohtoon ja viemäriin. Kiinteistöllä ei kuitenkaan ole velvollisuutta liittyä viemäriin huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamiseksi, jos alueella ei ole erillistä verkostoa tarkoitusta varten ja kiinteistön hulevesi ja perustusten kuivatusvesi voidaan poistaa muutoin asianmukaisesti (VHL 10 §). Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen voi lisäksi laissa säädetyin perustein myöntää kiinteistölle vapautuksen liittämismuutoksesta vesihuoltolaitoksen verkostoon (VHL 11 §).

Ennen vapautuksen myöntämistä vesihuoltolaitokselle, kiinteistön omistajalle tai haltijalle ja elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskustelle (ELY-keskustelle) on varattava tilaisuus tulla kuulluiksi. Lisäksi kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen on pyydettävä vapauttamisesta kunnan terveydensuojeluviranomaisen lausunto. Vapautus liittämismuutoksesta on myönnettävä jos:

- liittäminen verkostoon muodostuisi kiinteistön omistajalle tai haltijalle kohtuuttomaksi, kun otetaan huomioon liittämismuutoksesta aiheutuvat kustannukset, vesihuoltolaitoksen palvelujen vähäinen tarve tai muu vastaava erityinen syy
- vapauttaminen ei vaaranna vesihuollon taloudellista ja asianmukaista hoitamista vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella; sekä lisäksi mm. huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamista varten tarkoitettuun viemäriin

liittämismuutoksesta vapautettavan kiinteistön hulevesi ja perustusten kuivatusvesi voidaan poistaa muutoin asianmukaisesti (VHL 11 §). On todennäköistä, että hulevesiä ja perustusten kuivatusvesiä koskevat säännökset muuttuvat, jos vesihuoltolain uudistaminen etenee. Niitä koskeva lainmuutos tulee todennäköisesti voimaan 2012 tai sen jälkeen. Silloin joudutaan uudistamaan myös hulevesiä koskevat sopimusehdot, yleiset toimitusehdot ja taksat.

Jäljempänä oppaan tässä osiossa huleveden ja perustusten kuivatusvesien johtamiseen ja käsittelyyn viitataan "hulevesiviemäröinnillä".

20.2 Sopimus liittymisestä ja palvelun käytöstä

Hulevesiviemäriin liittymisestä sovitaan laitoksen ja liittyjän välisessä sopimuksessa. Liittyjällä tarkoitetaan sitä, joka tekee vesihuoltolaitoksen kanssa sopimuksen liittymisestä ja palvelun käytöstä (liittymis- ja käyttösopimus). Vesihuoltolaitoksen yleiset toimitusehdot täydentävät sopimusta, ja niissä on myös hulevesiviemäröintiä koskevia ehtoja. Sitä, mitä yleisissä toimitusehdoissa sanotaan, sovelletaan, jos sopimuksessa ei sanota samasta asiasta toisin.

Vesihuoltolaitos antaa asiakkaalle laitoksen yleiset toimitusehdot, taksan ja palvelumaksuhinnaston liittymis- ja käyttösopimuksen tekemisen yhteydessä. Useimmilla vesihuoltolaitoksilla on Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen ja

Suomen Kuntaliiton valmisteleman mallin mukainen liittymis- ja käyttösopimuslomake sopimusehtoinen. Vastaavasti vesihuoltolaitosten yleiset toimitusehdot perustuvat pääosin Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen ja Suomen Kuntaliiton malliin. Jäljempänä tässä osiossa yleisten toimitusehtojen mallista käytetään nimitystä "yleiset toimitusehdot".

Hulevesiviemäröinnin maksut ja niiden perusteet ilmoitetaan laitoksen taksassa tai hinnastossa. Maksujen osalta sopimuksessa viitataan yleensä "laitoksen kulloinkin voimassa olevaan taksaan tai hinnastoon". Ainoastaan liittymismaksu on tapana merkitä sopimukseen. Vesihuoltolaitoksen taksan malli sisältyy Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen julkaisuun Vesihuoltolaitoksen maksuja koskevat ohjeet ja suositukset, jonka yhdistys valmisti yhteistyössä Suomen Kuntaliiton kanssa vuonna 2001.

Asiakkaan ja vesihuoltolaitoksen oikeuksia ja velvoitteita koskevia asiakirjoja sovelletaan seuraavassa järjestyksessä: pakottava lainsäädäntö, lainsäädäntöön perustuvat viranomaismääräykset, sopimus sopimusehtoinen, yleiset toimitusehdot, laitoksen taksa tai hinnasto ja palvelumaksuhinnasto. Pakottavalla lainsäädännöllä tarkoitetaan sellaisia lakeja tai lakipykälä, joista ei ole lupa poiketa sopimuksin. Viranomaismääräyksillä viitataan sellaisiin määräyksiin, joita viranomaisella on oikeus antaa jonkin lain nojalla. Viranomaismääräyksiä sisältyy esimerkiksi Suomen Rakentamismääräyskokoelman osaan D1, joka koskee kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistoja.

20.3 Vesihuoltolaitoksen ja liittyjän vastuista

19.3.1 Liittämiskohta

Vesihuoltolaitoksen vastuu hulevesiverkostosta ja -laitteista päättyy liittämiskohdassa. Liittyjän vastuu alkaa liittämiskohdasta. Liittämiskohta yksilöidään sopimuksessa sanallisesti tai laitos merkitsee sen rakennuslupa-asiakirjoihin ja sopimuksen liitteenä olevaan karttaan. Jos merkinnät poikkeavat toisistaan, sovelle-

taan sopimuksessa olevaa merkintää. Liittämiskohdan tarkka merkitseminen on tärkeää, jotta vastuut ja niiden rajat ovat yksikäsitteisen selvät.

Vesihuoltolain 12 §:n mukaan liittämiskohdan tulee sijaita kiinteistön välittömässä läheisyydessä. Tätä tulkitaan eri tavalla riippuen siitä, sijaitseeko kiinteistö asemakaava-alueella vai sen ulkopuolella. Vesihuoltolaissa tai muusakaan laissa ei enää määritellä "välitöntä läheisyyttä" metreinä. Sen sijaan vesihuoltolain perusteluissa viitataan aikaisempien säännösten mukaisiin metrimääriin. Niitä voidaan pitää ohjeena, kun "välitöntä läheisyyttä" arvioidaan.

Näin ollen ohjeena on, että vesihuoltolaitoksen toiminta-alueella liittämiskohta ei tulisi määrätä sataa metriä kauemmaksi liitettävästä lähimmästä rakennuksesta, kun kiinteistö sijaitsee asemakaava-alueen ulkopuolella. Kun kiinteistö sijaitsee asemakaava-alueella, liittämiskohdan tulisi sijaita enintään 20 metrin päässä kiinteistön rajasta. Perustellusta syystä edellä mainituista metrimääristä voidaan jonkin verran poiketa, koska ne ovat ohjeellisia.

Kun kiinteistö sijaitsee vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen ulkopuolella, sillä ei ole lain mukaan velvollisuutta eikä oikeutta liittyä laitoksen verkostoon. Se voidaan liittää, mutta tällöin laitos voi edellyttää, että liittyjä sitoutuu kustantamaan ja ylläpitämään tarvittavat johdot etäisyyksistä riippumatta (Vesihuoltolaitoksen yleisten toimitusehtojen malli 29.6.2001, kohta 2.4).

19.3.2 Vastuista

Liittyjä huolehtii kustannuksellaan tonttviemäriin rakentamiseen ja kunnossapitoon kuuluvista töistä ja tarvikkeista liittämiskohtaan saakka. Silloin, kun kiinteistön liittämiskohta sijaitsee yleisellä alueella, voidaan myös sopia niin, että vesihuoltolaitos huolehtii kiinteistön ulkopuolella olevan tonttijohto-osuuden maanrakennustöistä, kunnossapidosta ja uudelleen rakentamisesta ja laskuttaa niistä liittyjää.

Jos johto sijoitetaan osittain tai kokonaan toisen maalle, siihen tarvitaan kiinteistönomistajan tai haltijan suostumus. Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 161 §:n mukaan kiinteistönomistaja ja haltija on velvollinen sallimaan yhdyskuntaa tai kiinteistöä palvelevan johdon sijoittamisen omistamalleen tai hallit-

semalleen alueelle, jollei sijoittamista muutoin voida järjestää tyydyttävästi ja kohtuullisin kustannuksin. Sama koskee johtoihin liittyviä vähäisiä laitteita, rakennelmia ja laitoksia. Johdot tai muuta laitetta ei saa rakentaa niin, että vaikeutetaan alueen kaavoitusta tai kaavan toteuttamista. Jollei sijoittamisesta ole sovittu kiinteistön omistajan ja haltijan kanssa, sijoittamisesta päättää kunnan rakennusvalvontaviranomainen. Muuten teksti taitaa olla valmis. Sitä varmaan voi päivittää myöhemmin, jos muutoksia tulee lainsäädäntöön jne.

Vesihuoltolain 6 §:n mukaan kiinteistön omistaja tai haltija vastaa kiinteistönsä vesihuollosta siten kuin vesihuoltolaissa ja ja esimerkiksi maankäyttö- ja rakennuslaissa, vesilaissa tai ympäristönsuojelulaissa säädetään. Vesihuoltolaitoksen vastuu alkaa siis siitä kohdasta, jossa kiinteistön ”tonttijohto” liitetään laitoksen hulevesiviemäriin.

Yleisten toimitusehtojen kohdassa 2.2. on erityisesti hulevesiviemärintiä koskevia ehtoja. Kiinteistö, joka liittyy tai on liittynyt laitoksen jätevesiviemäriin, on laitoksen antamassa kohtuullisessa määräajassa velvollinen liittymään myös laitoksen hulevesiviemäriin, jos laitos hoitaa alueen hulevesiviemäröintiä, mutta siellä on toinen laitos, joka sitä hoitaa, liittymään tulee sopia liittymisestä tämän laitoksen hulevesiviemäriin.

Jätevesi on johdettava vesihuoltolaitoksen viemäriin yleensä erillisessä viemärissä, johon ei johdeta hule- eikä perustusten kuivatusvesiä. Jätevesiviemäriin ei saa johtaa hulevesiä tai perustusten kuivatusvesiä ilman vesihuoltolaitoksen lupaa. Tarkoituksena on, että aina kun mahdollista, hulevedet ja jätevedet johdettaisiin erillisiin viemäreihin. Jos vesihuoltolaitos muuttaa tai on muuttanut seka- viemäröintijärjestelmän erillisviemäröinniksi, kiinteistö on velvollinen erottelemaan jätevedet hulevesistä ja perustusten kuivatusvesistä ja liittymään laitoksen erillisiin jätevesi- ja hulevesiviemäriin. Asiakkaalle tulisi tällöin antaa kohtuullinen määräaika siirtyä erillisviemäröintiin. (yleiset toimitusehdot 2.2). Jos viemäriä ei erotella määräajan kuluessa, jätevesimaksu voidaan veloittaa korotettuna siten kuin siitä sanotaan laitoksen taksassa.

20.4 Kiinteistön liittäminen hulevesiviemäriin

Kun kiinteistö liitetään hulevesiviemäriin, tonttivilmäriin sijainti, liittämis- ja padotuskorkeus merkitään sopimukseen tai sen liitteeseen. Padotuskorkeus tarkoittaa tasoa, jolle viemäriä voi verkostossa nousta. Padotuskorkeutta määriteltäessä Suomen rakentamismääräyskokoelma D1 ja muut viranomaismääräykset tulee ottaa huomioon. Hulevesi- ja sekaviemäröinnin padotuskorkeutena pidetään yleensä kadun pintaa + 100 mm tonttivilmäriin liitoskohdassa (D1. kohta 5.2.1.5, vesihuoltolaitoksen yleiset toimitusehdot 3.2 -kohta).

Padotuskorkeus tulee määrittellä ennen kuin sopimus allekirjoitetaan. On kuitenkin runsaasti 1950- ja 1960 -luvuilla tai aikaisemmin liitettyjä kiinteistöjä, joille ei ole määritelty padotuskorkeutta. Jos sopimuksessa tai sen liitteessä ei erikseen ilmoiteta padotuskorkeutta, ainakin toistaiseksi sovelletaan vesihuoltolaitoksen yleisissä toimitusehdoissa olevia padotuskorkeuksia.

Varsinkin niitä jo rakennettuja kiinteistöjä, joilla on viemäripisteitä padotuskorkeuden alapuolisissa tiloissa, on syytä neuvota suojamaan tilansa viemäritulvilta. Yleisten toimitusehtojen mukaan vesihuoltolaitos ei vastaa viemäritulvasta aiheutuvasta haitasta tai vahingosta sellaisissa tapauksissa, että liittynyt viemäriä padotuskorkeuden alapuolisia tiloja.

Uuden rakennuksen rakennuslupahakemuksen yhteydessä liittymisasiat selvitetään kunnan ohjeiden mukaisesti.

20.5 Maksut

Yleisten toimitusehtojen mukaan kiinteistö, joka on liitetty laitoksen jätevesiviemäriin, tulee liittää myös laitoksen hulevesiviemäriin, jos laitos hoitaa alueen hulevesiviemäröintiä. Vesi- ja viemärilaitosyhdistyksen ja Suomen Kuntaliiton maksuja koskevissa ohjeissa

ja suosituksissa käsitellään myös hulevesiviemäröinnin maksuja ja maksujen perusteita.

Hulevesiviemäröinnistä voidaan veloittaa vesihuoltolain 19 §:ssä tarkoitettuja maksuja. Vesihuoltolaki on joustava hulevesiviemäröinnin maksujen osalta. Hulevesiviemäröinnistä voidaan veloittaa liittymismaksua, perusmaksua, käyttömaksua tai muuta maksua. Maksut vaihtelevat vesihuoltolaitoksittain. Maksut ja niiden perusteet ilmoitetaan vesihuoltolaitoksen taksassa tai hinnastossa.

Kun vesihuoltolaitoksella on erilliset viemärit, jätevesiviemäröinnille ja hulevesiviemäröinnille määritellään eri maksut. Sen sijaan johdettaessa hulevettä jätevesiviemäriin kustannukset otetaan yleensä huomioon jäteveden maksuissa. Vesihuoltolain 19 §:n mukaan käyttömaksussa voidaan ottaa huomioon jäteveden poikkeuksellinen laatu ja määrä.

20.6 Viitteitä

Vesihuoltolaki (119/2001).

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999).

Ympäristönsuojelulaki (80/200).

Suomen Rakentamismääräyskokoelma D1, Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot, Määräykset ja ohjeet 2007.

Liittymis- ja käyttösopimuksen malli 3.7.2001, (12 § tarkistettu v. 2004).

Vesihuoltolaitoksen yleisten toimitusehtojen malli 29.6.2001, ladattavissa internetistä (01.04.2011): <http://www.vvy.fi/ohjeet> ja mallit

Vesihuoltolaitoksen maksuja koskevat ohjeet ja suositukset, Vesi- ja viemärilaitosyhdistys, Copy-Set, Helsinki 2001.





.....

Suomen Kuntaliitto
Toinen linja 14, 00530 Helsinki
Puhelin 09 7711, faksi 09 771 2291
etunimi.sukunimi@kuntaliitto.fi
www.kunnat.net