

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakentamisen koulutusohjelma

Valtonen Mika

HULEVESIENKÄSITTELYN KEHITTÄMINEN LAPPEENRANNASSA

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

Valtonen Mika

Hulevesienkäsittelyn kehittäminen Lappeenrannassa, 41 sivua, 1 liite

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikan yksikkö, Rakentamisen koulutusohjelma

Ylempi ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyö, 2011

Ohjaajat lehtori Matti Hakulinen Saimaan ammattikorkeakoulu, tuotantopäällikkö

Pasi Leimi Lappeenrannan kaupunki, suunnittelupäällikkö Pentti Multaharju

Lappeenrannan kaupunki

Opinnäytetyön tilaajana toimi Lappeenrannan kaupunki. Työn tavoitteena oli tutkia Lappeenrannan alueella hulevesien imeyttämismahdollisuuksia sekä laatia ohje hulevesienkäsittelymenetelmistä kaavoittajien ja kunnallistekniikan suunnittelijoiden käyttöön. Työssä selvitettiin, millaisia hulevedenkäsittelytapoja eri puolilla kaupunkia on mahdollista käyttää riippuen maaperästä, rakentamistiheydestä sekä hulevesiviemäreiden sijainnista. Materiaalia työn laatimiseksi kartoitettiin alan kirjallisuudesta ja kartoista.

Työn alkuvaiheessa keskusteltiin tilaajan edustajan kanssa ohjeen halutun sisällön tarkentumiseksi. Työn lopputuloksena tulisi olla karttaesitys suositeltavista hulevesienkäsittelymenetelmistä Lappeenrannan alueella. Työn edetessä toimintatapa oli itsenäistä materiaalin keräämistä ja siitä tarpeellisen tiedon suodattamista.

Valmiin työn olisi tarkoitus olla apuväline Lappeenrannan kaupungin kaavoittajien ja kunnallistekniikan suunnittelijoiden avuksi. Kaavoitusvaiheessa ohjeesta voi tarkastaa alueella suositellut hulevedenkäsittelytavat ja tehdä tarvittavat tilavaraukset tai käynnistää tarvittaessa lisäselvitykset. Kunnallistekniikan suunnittelijoille ohjeen on tarkoitus olla yksi lähtötieto, joka otetaan huomioon, kun suunnittelu aloitetaan.

Opinnäytetyössä on esitetty ohje sekä kartta- että tekstiesityksenä hulevesienkäsittelystä Lappeenrannassa. Ohje sopii suunnittelun lähtötiedoksi kaavoittajille, kunnallistekniikan- sekä viheralueiden suunnittelijoille.

Asiasanat: hulevesi, imeytys, kosteikko

ABSTRACT

Valtonen Mika

Developing of Stormwater Processing in Lappeenranta City

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Technology, civil engineering

Master's thesis 2011

Instructors: Lecturer Matti Hakulinen Saimaa University of Applied Sciences

Production director Pasi Leimi, Lappeenranta City Organisation

Chief of planning Pentti Multaharju, Lappeenranta City Organisation

This thesis was ordered by the city of Lappeenranta. The purpose of this project was to create a guideline for initial data. I hope that city planners and street planners will use it in their work. On the project I studied possibilities to infiltrate stormwater to the ground. This guideline includes different solutions for stormwater management all around Lappeenranta. As sources literature and maps were used.

In the beginning of drawing up the operational model, a few meetings with the commissioner's representative were held to get a more detailed idea of the ideal contents of the guideline. Later, the working method was quite independent while searching materials and choosing the essential information from them.

I hope this study will be good tool for city and street planners. City planners can use it for checking the recommended stormwater management system of each area and make area reservations, or, if needed, make additional studies. For street planners this study gives information to be used when starting to plan.

On this thesis is shown on map and text how infiltrate stormwater in Lappeenranta city. Thesis agree initial data of planning for city and street planners.

Keywords: stormwater, infiltrate, wetland

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT.....	3
SISÄLLYS.....	4
1 JOHDANTO.....	5
2 UUDISTUVA VESIHUOLTOLAKI.....	6
2.1 Voimassa oleva vesihuoltolaki.....	6
2.2 Uudistuva vesihuoltolaki.....	7
3 LAPPEENRANNAN HULEVESISUUNNITELMA.....	8
3.1 Hulevesiverkoston nykytilanne.....	8
3.2 Tehtäväjako Lappeenrannassa.....	9
3.3 Hulevesienkäsittelyn tärkeysjärjestys.....	11
4 MAAPERÄ LAPPEENRANNASSA.....	12
5 EDELLYTYKSET HULEVEDEN IMEYTYMISELLE.....	15
5.1 Maaperän ominaisuudet.....	15
5.2 Pohjaveden muodostumisalue.....	18
5.3 Imeyttämisen vaikutukset.....	20
6 HULEVEDEN IMEYTYSMENETELMIÄ.....	21
6.1 Imeytyskaivanto.....	22
6.2 Imeytyspainanne.....	24
6.3 Kosteikot.....	25
7 OHJE ERILAISTEN HULEVEDENKÄSITTELYRATKAISUJEN SOVELTUVUUTEEN LAPPEENRANNASSA.....	27
7.1 Keskusta-alue.....	28
7.2 Itäinen Lappeenranta.....	29
7.3 Läntinen Lappeenranta.....	29
7.4 Pohjoinen Lappeenranta.....	30
7.5 Eteläisten alueiden osayleiskaava.....	30
7.6 Liitoskunnat Joutseno ja Ylämaa.....	31
7.7 Ranta-alueet.....	32
8 VIIPURIN VANERIN ALUE LAPPEENRANNASSA.....	32
8.1 Alueen suunnittelu.....	33
8.1.1 Pohjoisosa.....	33
8.1.2 Eteläosa.....	34
9 TOTEUTETTU PROJEKTI ESPOON PIHLAJARINTEESSÄ.....	34
10 YHTEENVETO.....	37
KUVAT.....	39
TAULUKOT.....	39
LÄHTEET.....	40

LIITTEET

Liite 1 Suositeltavat hulevedenkäsittelytavat

1 JOHDANTO

Pien-Saimaan heikentynyt tila ja yleinen kiinnostuksen lisääntyminen ympäristöasioita kohtaan on vaikuttanut myös siihen, että Lappeenrannan kaupunki tulee omalta osaltaan kiinnittämään yhä enemmän huomiota hulevesien käsittelyyn ennen niiden johtamista takaisin luonnonkiertokulkuun.

Tällä hetkellä Lappeenrannan hulevedet johdetaan alueen vesistöihin joko suoraan tai ojien kautta. Ojiin johdetuissa hulevesissä tapahtuu jonkin verran imeytymistä ja haihtumista sekä kiintoainesten laskeutumista ojan pohjaan. Tässä työssä esitetään joitakin vaihtoehtoja huleveden käsittelyn tehostamiseksi.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia Lappeenrannan kaupungin alueella huleveden imeyttämismahdollisuuksia. Työssä tutkitaan Lappeenrannan alueella tehtyjä maaperätutkimuksia sekä maaperäkarttaa, ja näiden perusteella pyritään arvioimaan, missä kaupungin alueella hulevesiä voitaisiin mahdollisesti imeyttää tehokkaasti maahan.

Työssä on arvioitu huleveden imeyttämismahdollisuuksia kaupungin eri osissa jo rakennetuilla alueilla sekä tulevilla kaupungin kasvualueilla. Vesien imeyttämisen kannalta parhaat alueet on rakennettu jo lähes täyteen kanta-Lappeenrannan alueella.

Näiden tietojen avulla laaditaan ohje Lappeenrannan kaupungin käyttöön hulevesienkäsittelymenetelmien soveltuvuudesta Lappeenrannan kaupungin alueella.

2 UUDISTUVA VESIHUOLTOLAKI

2.1 Voimassa oleva vesihuoltolaki

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. (Vesihuoltolaki 9.2.2001/119 §7.)

Kunta hyväksyy alueellaan toimivalle vesihuoltolaitokselle toiminta-alueen ja tarvittaessa muuttaa hyväksytyä toiminta-aluetta vesihuoltolaitoksen esityksestä tai, jos vesihuoltolaitos ei tällaista esitystä ole tehnyt, vesihuoltolaitosta kuuluaan. (Vesihuoltolaki 9.2.2001/119 §8.) Lappeenrannassa vesihuoltolaitoksen toiminta-alueet hyväksyy kaupunginvaltuusto.

Vesihuoltolaitos huolehtii toiminta-alueellaan vesihuollosta yhdyskuntakehityksen tarpeita vastaavasti § 8 tarkoitetun toiminta-alueen hyväksymispäätöksen mukaisesti. (Vesihuoltolaki 9.2.2001/119 §9.) Lappeenrannassa tästä toiminnasta vastaa Lappeenrannan Energia Oy, johon Lappeenrannan Vesi Oy sulautui vuoden 2011 alussa. Lappeenrannan Energia Oy on Lappeenrannan kaupungin kokonaan omistama yhtiö.

Nykyisen voimassa olevan vesihuoltolain mukaan kiinteistöllä ei ole velvollisuutta liittyä viemäriin huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamiseksi, jos alueella ei ole erillistä verkostoa tarkoitusta varten ja jos kiinteistön hulevesi ja perustusten kuivatusvesi voidaan poistaa muutoin asianmukaisesti. (Vesihuoltolaki 9.2.2001/119 §10.)

Lappeenrannassa tonttien ja kiinteistöjen hule- ja kuivatusvedet johdetaan pääsääntöisesti hulevesiviemäriin. Alueilla, joilla hulevesiviemäriä ei ole, imeytetään vedet mahdollisuuksien mukaan omalla tontilla maahan tai johdetaan vesihuoltolaitoksen suostumuksella avo-ojiin. (Lappeenrannan kaupungin hulevesisuunnitelma 2011, 6.)

Kunnan ympäristösuojeluviranomainen myöntää hakemuksesta kiinteistölle vapautuksen vesihuoltolain § 10 tarkoitetusta liittymisvelvollisuudesta, mikäli huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamista varten tarkoitettuun viemäriin liittämistä vapautettavan kiinteistön hulevesi ja perustusten kuivatusvesi voidaan poistaa muutoin asianmukaisesti. (Vesihuoltolaki 2.9.2001/119 §11.)

Lappeenrannassa Lappeenrannan Seudun ympäristötoimi voi antaa vapautuksen liittymisvelvollisuudesta kuultuaan vesihuoltolaitosta. (Lappeenrannan kaupungin hulevesisuunnitelma 2011,13.)

2.2 Uudistuva vesihuoltolaki

Nykyisin voimassa olevan vesihuoltolain (9.2.2001/119) mukaan kunnan alueella toimiva vesihuoltolaitos huolehtii vesihuollon järjestämisestä hyväksytyllä toiminta-alueellaan. Lappeenrannassa tämä toiminta-alue noudattaa pääsääntöisesti asemakaavoitetun alueen rajoja. Vesihuollon järjestämiseen sisältyy myös hulevesien poisjohtamisesta huolehtiminen alueilla, joilla on rakennettu asianmukainen hulevesiviemärointi. Lappeenrannan Energia Oy omistaa ja hallinnoi toiminta-alueellaan olevat vesihuollon putkistot ja muut tekniset järjestelmät.

Lappeenrannan alueella toimii muitakin vesihuoltolaitoksia kuin Lappeenrannan Energia Oy. Nämä ovat pieniä osuuskuntaperiaatteella ja rajatuilla alueilla toimivia laitoksia, jotka ostavat vettä Lappeenrannan Energia Oy:ltä ja myyvät sitä osakkailleen. Pienten vesihuoltolaitosten toiminta rajoittuu veden välittämisen lisäksi mahdollisesti jäteveden viemärointiin sekä omistamiensa laitteiden huoltoon ja kunnossapitoon. Näiden haja-asutusalueella toimivien vesihuoltolaitosten toimintaan ei kuulu hulevesien viemärointi.

Vesihuollolla tarkoitetaan VHL § 3 mukaisesti hulevesien osalta niiden viemärointiä, eli poisjohtamista ja käsittelyä. Näin ollen hulevesien hallinnan maanpäälliset ratkaisut eivät kuulu vesihuoltolain soveltamisalan piiriin. (Vesihuoltolain tarkistamistyöryhmän loppuraportti 2010, 48.)

Vesihuoltolain tarkistamistyöryhmän loppuraportissa (2010) tehdään linjaus, jonka mukaan hulevesien viemärointi kuuluisi edelleen vesihuoltolaitoksille. Hu-

levesien hallinnan suunnittelu ja kehittäminen kuuluu loppuraportin mukaan kunnan vastuulle. Tämä työ on raportissa esitetty tehtäväksi pääosin maankäytön suunnittelun yhteydessä, jolloin voidaan tehdä muun muassa tarvittavat tilavaraukset.

Uusi, valmisteilla oleva, vesihuoltolaki terävöittänee ja selkeyttänee työnjakoa hulevesien käsittelyssä. Lisäksi uusi laki tulee vaatimaan kaavoitusvaiheessa kiinnittämään nykyistä enemmän huomiota hulevesien käsittelyyn.

3 LAPPEENRANNAN HULEVESISUUNNITELMA

Lappeenrannan kaupunginvaltuuston 31.8.2009 hyväksymässä vesihuollon kehittämissuunnitelmassa todetaan, että Lappeenrannan kaupunki tulee laatimaan hulevesiraportin. Raportissa esitetään kattavasti hulevesien järjestämistä koko kunnan alueella ympäristönäkökohdat ja muut kaupungin tarpeet huomioiden. (Lappeenrannan kaupungin hulevesisuunnitelma 2011, 2.) Hulevesiraportin tekovaiheessa hulevesiraportin nimi muutettiin enemmän kuvaavaksi hulevesisuunnitelmaksi.

Hulevesisuunnitelman tavoitteena on estää haitallisten aineiden pääsy pohjavesiin, pienentää ravinteiden joutumista vesistöihin, hallita ja ehkäistä hulevesistä johtuvia tulvahaittoja, säilyttää alueellinen ja paikallinen kuivatus sekä hyödynittää hulevettä resurssina, kuten maisemaelementtinä, kastelussa tai kosteikkojen perustamisessa. (Lappeenrannan kaupungin hulevesisuunnitelma 2011)

3.1 Hulevesiverkoston nykytilanne

Pääsääntöisesti Lappeenrannassa hulevedet johdetaan hulevesiviemäreissä. Osassa kaupunkialuetta kiinteistöillä on vielä käytössä sekaviemäröinti, jossa hulevedetkin johdetaan jätevesiviemäriin. (Lappeenrannan kaupungin hulevesisuunnitelma 2010, 5.)

Lappeenrannan ydinkeskustan hulevesiverkosto on vanhaa, osa jo 1960-luvulla rakennettua. Keskustan rakennuskanta on vuosien aikana tiivistynyt, joten päällystettyä pintaa on tullut lisää, minkä vuoksi hulevesien imeytyminen alueella on

vähäistä. Verkosto on verrattain lyhyt ja korkeuserot suuria. Vuosikymmeniä sitten mitoitettut hulevesiviemärit ovat paikoin kapasiteetiltaan liian pieniä nykyisille vesimäärille. (Lappeenrannan kaupungin hulevesisuunnitelma 2011, 5.)

Entisten Nuijamaan, Joutsenon ja Ylämaan alueilla ei hulevesiviemäröintiä ole käytännössä lainkaan. Näillä alueilla hulevesien pois johtaminen kaduilta ja tonteilta tapahtuu imeyttämällä ja avo-ojien avulla. (Lappeenrannan kaupungin hulevesisuunnitelma 2011, 6.)

3.2 Tehtäväjako Lappeenrannassa

Lappeenrannassa on hulevesisuunnitelman mukaan hulevesien osalta päädytty työnjakoon, jossa

- Kaupunginvaltuusto hyväksyy kaavat.

- Tekninen lautakunta valmistelee kaavat, hyväksyy katu- ja muiden yleisten alueiden suunnitelmat, laatii vesihuoltolain mukaiset kehittämissuunnitelmat ja pitää ne ajan tasalla sekä hyväksyy vesihuollon kehittämissuunnitelmaan liittyvän hulevesisuunnitelman ja vesihuoltolaitosten toiminta-alueet.

- Maaseutu- ja yksityistiejaosto vastaa maaseudulla hulevesiasioiden kehittämisestä.

- Lappeenrannan seudullinen ympäristötoimi vastaa pinta- ja pohjavesien pilaantumisen ehkäisystä sekä niihin liittyvien terveyshaittojen ehkäisystä, selvittää syyt Pien-Saimaan veden laadun heikentymiseen ja kokoaa riittävästi pohjatietoa vesialueella toteutettaville kunnostustoimille, vastaa kestävän kehityksen edellyttämällä tavalla ympäristönsuojelun kehittämisestä ja laatii kunnostussuunnitelman ja rahoitushakemuksen kunnostushankkeelle sekä vastaa kaupungin ympäristösuojeluohjelman valmistelusta ja sen toteutuksen seurannasta.

- Lappeenrannan Energia Oy vastaa rakennetuista hulevesiverkoista sekä vesihuoltolain mukaisista toiminnoista.

- Palvelutuotanto valmisteleo vesihuollon kehittämssuunnitelman, suunnittelee asemakaavan mukaiset katu-, viher- ja muut yleiset alueet viihtyisän, toimivan, terveellisen ja turvallisen ympäristön säilyttämiseksi sekä vastaa hulevesien poisjohtamisesta kyseessä olevilta alueilta ja hulevesisuunnitelman valmistelusta.

- Kaavoitus huolehtii kaupungin rakenteellisesta ja kaupunkikuvallisesta kehittämisestä, tuottaa kaavoitettua maata eri toimintojen tarpeisiin, vastaa siitä, että hulevesiasiat huomioidaan riittäväällä tavalla kaavoituksen eri vaiheissa sekä toimii yhteistyössä rakennusvalvonnan kanssa.

- Tilakeskus huolehtii kaupungin omistamien rakennusten hulevesiasioista.

- Rakennusvalvonta tuottaa hyvää yhdyskuntarakennetta, vastaa siitä, että rakennukset toteutetaan asemakaavan mukaisesti rakennusjärjestyistä noudattaen sekä ohjaa ja valvoo rakentamista sekä käsittelee rakennusluvat.

(Lappeenrannan kaupungin hulevesisuunnitelma 2011, 8 - 9.)

Suurin muutos nykyiseen toimintatapaan tulee olemaan hulevesien parempi ja kokonaisvaltaisempi huomioiminen jo aikaisemmassa kaavoitusvaiheessa. Nykyisin hulevesiasiat huomioidaan yleensä aikaisintaan asemakaavoituksen yhteydessä ja joskus vasta katu- ja vesihuoltosuunnitelmien yhteydessä.

Hulevesisuunnitelman mukaan yleiskaavavaiheessa tulee selvittää hulevesien vaikutukset ja niiden valumareitit sekä tehdä käsittelyn tarpeen määrittely. Asemakaavavaiheessa tulee arvioida hulevesille tarvittavat hallintamenettelyt, määrittellä niiden sijainti sekä tehdä alustava mitoitus. Rakennuslupa- ja yksityiskohdaisen suunnittelun vaiheessa ratkaistaan kiinteistökohtaiset ja paikalliset hulevesien hallintamenetelmät. (Lappeenrannan kaupungin hulevesisuunnitelma 2011, 11.)

3.3 Hulevesienkäsittelyn tärkeysjärjestys

Lappeenrannan kaupungin hulevesisuunnitelman (2011) mukaan jaoteltuna, hulevesienkäsittelyn tärkeysjärjestys voidaan luokitella seuraavalla tavalla:

1. Uusilla asuinalueilla hulevedet ensisijaisesti imeytetään syntypaikalla, mikäli maaperä ja muut olosuhteet sallivat. Näin pyritään vähentämään johdettavan huleveden määrää käsittelemällä osa hulevedestä syntypaikallaan, jolloin hulevesiviemäri toimii ylivuotoreittinä. Vanhoilla asuinalueilla, jotka kuuluvat vesihuoltolaitoksen huleveden toiminta-alueeseen on kiinteistöillä liittymispakko hulevesiviemäriin.
 2. Mikäli hulevesien imeyttäminen ja viivyttäminen ei onnistu veden syntypaikalla tulee veden kulkua hidastaa esimerkiksi ojien, tasausaltaiden ja lampien avulla. Tällöin vesi voi osin imeytyä maahan sekä osin haihtua.
 3. Hulevedet johdetaan keskitettyyn käsittelyyn, jossa ne käsitellään jollakin viivyttävällä ja hidastavalla järjestelmällä ennen kuin ne johdetaan vesistöön.
 4. Hulevedet johdetaan suoraan vesistöön.
- (Lappeenrannan kaupungin hulevesisuunnitelma 2011, 13.)

Hulevedenkäsittelymenetelmä / vaikutus		Maa- ja pohjavesivarastojen ylläpitäminen	Virtaama-huippujen pienentäminen	Viipyminen lisääminen	Kiintoaineen laskuttaminen	Puhdistaminen suodattamalla	Mikrobiolog. puhdistaminen
Johtaminen	Kasvillisuuspainanteet	X	X	X	X	X	X
Imeyttämis- menetelmät	Imeytyspinnat/vihreät pinnat	X	X	X		X	X
	Imeytysaltaat	X	X	X	X	X	X
	Maanalainen imeytysrakente	X	X	X		X	X
	Yhdistetty imeytysallas ja -oja	X	X	X	X	X	X
	Läpäisevät päällysteet	X	X	X		X	X
Viivyttäminen	Viivytyksaltaat		X	X	X		X
Kosteikkokäsittely	Kosteikot		X	X	X		X

Kuva 1 Hulevedenkäsittelymenetelmien vaikutustavat. (Ahponen 2003, 45.)

Kuvasta 1 selviävien hulevedenkäsittelymenetelmien vaikutustapojen mukaan Lappeenrannan hulevesisuunnitelmassa tehty linjaus hulevesien ensisijaisesta

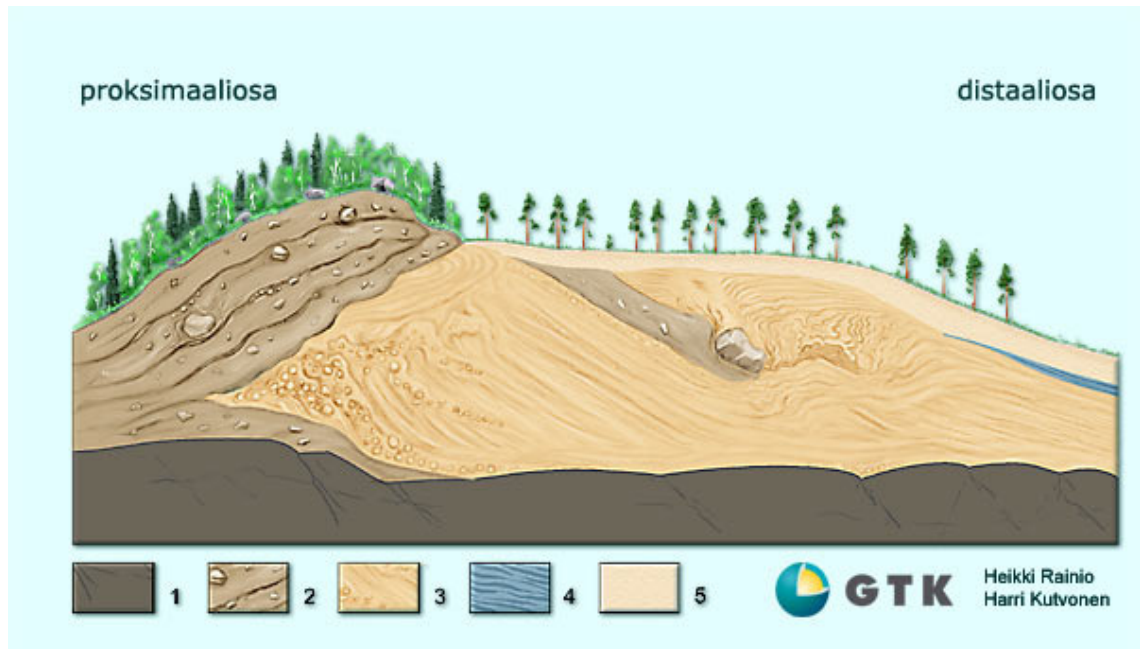
imeyttämisestä syntypaikoillaan sekä niiden kuljettamisesta maanpäällä on oikea. Hulevesien koostumukseen pystytään vaikuttamaan paljon käsittelemällä niitä ennen vesistöön johtamista.

Käytetään hulevesille millaista käsittelyä tahansa tai suoritetaan käsittely missä tahansa, tulee aina muistaa, että vesillä tulee olla hallittu ja toimiva ylivuotomahdollisuus järjestelmästä. Tämä on sitä tärkeämpää, mitä lähempänä rakennuksia järjestelmä sijaitsee ja mitä enemmän vesiä järjestelmään kerätään.

4 MAAPERÄ LAPPEENRANNASSA

Lappeenranta sijaitsee I:llä Salpausselällä. Salpausselkien 50 - 70 km leveä vyöhyke poikkeaa maaperänsä geologialta muusta Suomesta. Salpausselällä on paljon sellaisia kerrostumia, joita ei ole muualla, esimerkiksi erilaisia reuna-muodostumia, paksuja moreenikerrostumia ja harjuja tavallista tiheämmässä. (Koivisto 2004, 88.)

I Salpausselkä syntyi Baltian jääjärven aikana 12 250 - 12 050 vuotta sitten. Baltian jääjärven tasanteet muodostuivat alunperin vaakasuoran vedenpinnan tasoon. Lappeenrannan kohdalla tasanne on vähän yli 100 metrin korkeudella merenpinnasta. (Koivisto 2004, 95.)



1=peruskallio, 2=moreenia, 3=jätikkökerrostumia, 4= pohjakerrostumaa, 5= rantakerrostumaa

Kuva 2 | Salpausselän poikkileikkaus.

Reunatasanteiden leveys Salpausselällä on yleensä joitakin satoja metrejä. Ääritapauksissa ne voivat olla jopa 5-6 kilometriä leveitä. Näin on esimerkiksi Lappeenrannassa Joutsenonkankaalla. (Koivisto 2004, 95.)

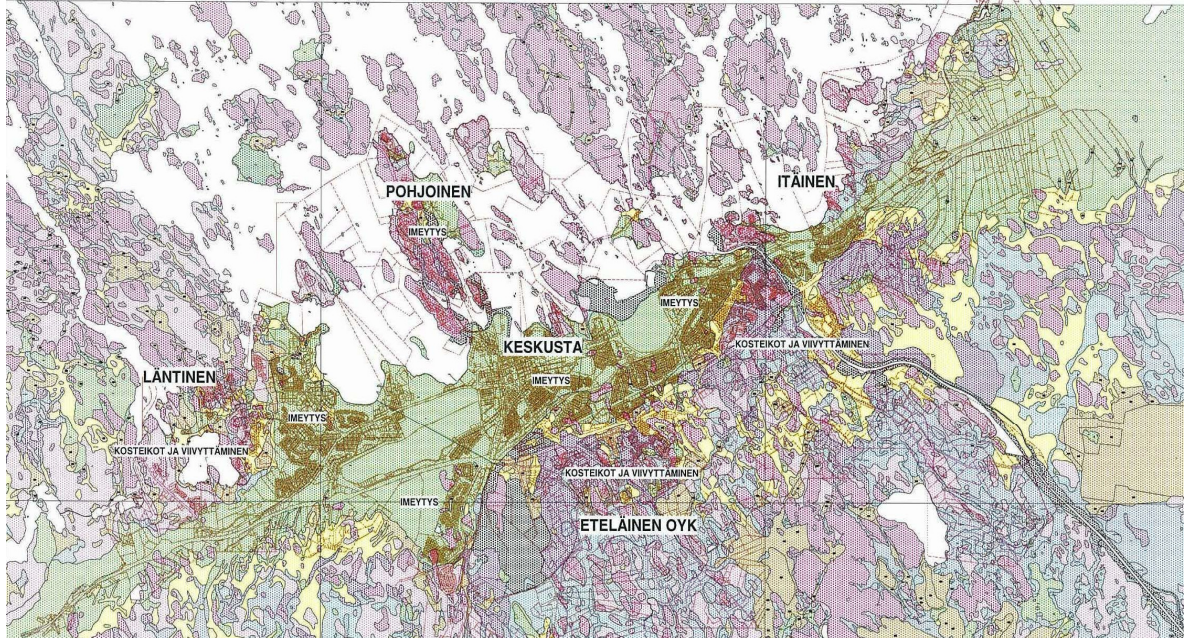
Myös Lappeenrannan lentokentän alueella on leveä Salpausselän reunatasanne, joka ylittää Mäntylän kaupunginosaan asti. Leveyttä tällä kohdalla on noin 2,5 kilometriä.

Proksimaalipuolella eli jäätikönpuolella maaperä on hyvin moreenipitoista. Distaalipuolella eli jäätiköstä poispäin viettävällä osalla maaperä on pääasiassa lajittunutta ainesta, jonka paksuus voi olla useita kymmeniä metrejä.

(Geologian tutkimuskeskus)

Lappeenrannan kohdalla Salpausselän proksimaaliosa on keskustasta pohjoisluoteeseen, eli Saimaan puolella, ja distaaliosa etelä-kaakkoon. Parhaat rakennusmaat lähellä keskustaa on Lappeenrannassa jo käytetty. Kaupungin laajetessa keskustan lähellä etelään on rakentamiseen jäljellä enää Salpausselän distaaliosa. Entisen Joutsenon kaupungin alueella Salpausselän tasannealuetta on vielä rakentamatta.

Lappeenranta voidaan jakaa kuvan 3 mukaisesti maaperän perusteella selkeisiin alueisiin, joista kullekin sopii erilainen hulevedenkäsittelytapa.



Kuva 3 Maaperäkarttaa Lappeenrannasta. (Lappeenrannan kaupunki)

Kuvassa 3 on esitetty suositeltavat hulevedenkäsittelymenetelmät. Kuvassa erottuu selvästi vihreällä esitetty Salpausselän reunatasanne, joka muodostuu kivennäismaalajeista, lähinnä moreeneista sekä hiekasta. Tällä alueella hulevesien imeyttäminen on pääsääntöisesti mahdollista, huomioon ottaen rakennustiheyden, pohjavedenpinnan tason sekä ylivuotomahdollisuuden.

Salpausselän reunatasanteen eteläpuolella on distaaliosa, jolla vallitsevia ovat kerrostuneet maalajit, kuten savi ja siltti. Hulevesien imeyttäminen ei pääsääntöisesti ole mahdollista tällä alueella ilman mittavia maarakennustöitä. Tällä alueella hulevesien käsittelyyn soveltuu niiden viivyttäminen sekä kosteikkokäsittely.

Reunatasanteen pohjoispuolella vallitsevat maalajit ovat moreenit. Tällä alueella hulevesien imeyttäminen on mahdollista, mutta se vaatii tarkkoja tutkimuksia muun muassa moreenin tiiveyden suhteen, esimerkiksi kairauksin.

5 EDELLYTYKSET HULEVEDEN IMEYTYMISELLE

5.1 Maaperän ominaisuudet

Sateesta muodostuvan pohjaveden määrä riippuu vallitsevista hydrologisista ja geologisista vaikuttajista. Mikäli muodostumisedellytykset ovat sademäärän ja maaperän läpäisevyyssolosuhteiden puolesta hyvät, voi imeytyminen olla lähes yhtä suuri kuin koko sademäärä. Geologisten tekijöiden puolesta tämä on mahdollista niukkakasvillisilla ja runsaasti rakoilevilla kallioalueilla tai paljailla sora-alueilla, joilla haihdunta ja pintavalunta ovat käytännössä merkityksettömiä. (Korkka-Niemi & Salonen 1996, 26.)

Maaperä jaetaan neljään vesivyöhykkeeseen :

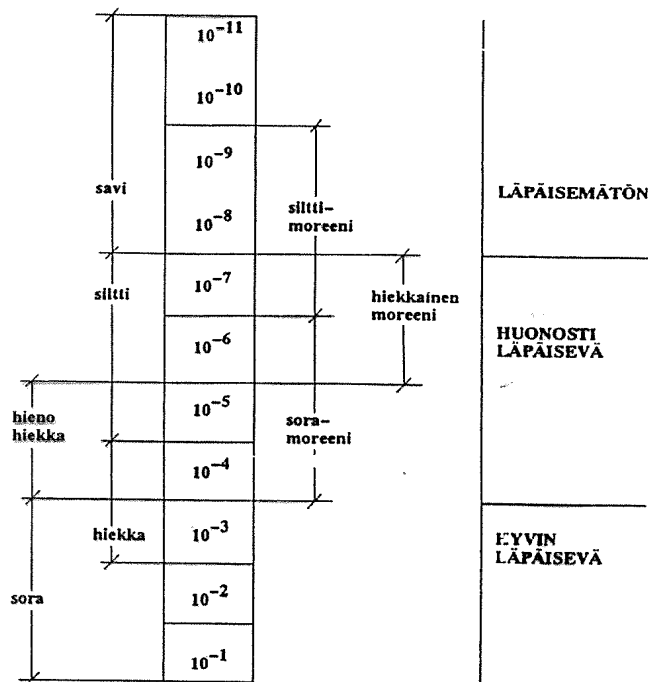
- juurivyöhyke, jossa vesi liikkuu edestakaisin. Vettä imeytyy sateen aikana ja poistuu haihtumalla ja kasvien kautta. Paksuudeltaan maanpinnasta juurivyöhyke on pääjuurisyyvyyttä vastaava.
 - vajovesivyöhyke, jossa on ainoastaan alaspäin kulkevaa ja liikumatonta vettä, kapillaari- ja vaippavettä. Vajovesivyöhykkeen paksuus voi olla kymmeniä metrejä
 - kapillaarivyöhyke, johon imeytyy vettä alapuolella olevasta pohjavesivyöhykkeestä kapillaarisesti. Paksuudeltaan kapillaarivyöhyke vastaa kerroksen maalajin kapillaarista nousukorkeutta.
 - pohjavesivyöhyke, joka on kokonaan veden kyllästämä.
- (Rantamäki, Jääskeläinen & Tamminne 1996, 50 - 51.)

Pohjaveden muodostuminen moreenimailla riippuu muun muassa moreenin rakenteesta, tiiviyydestä ja kasvipeitteestä. Pohjavedeksi suotautuvan vesimäärän osuus sadannasta moreenimailla on yleensä välillä 10 – 30 %. Karkearakeisilla, ylävillä moreenimailla voidaan pohjavedeksi suotautuvan vesimäärän arvioida ylittävän jopa puolet sadannasta. (Korkka-Niemi & Salonen 1996, 26.)

Hienorakeisten sedimenttien alueella sadannasta pääosa poistuu pinta- ja pintakerrosvaluntana. Silttiin ja kerralliseen saveen imeytyy kuitenkin jonkin verran vettä. Maahan imeytynyt vesi palautuu suurimmaksi osaksi maan pinnalle ja edelleen haihtumalla takaisin ilmakehään johtuen silttien ja savien suuresta ka-

pillaarisuudesta. Pohjaveden muodostuminen on siis hienorakeisilla mailla vähäistä, mutta sitä tapahtuu jonkin verran vettä paremmin johtavien kerrosten, esimerkiksi halkeamien ja onteloiden välityksellä. (Korkka-Niemi & Salonen 1996, 26.)

Kuvassa 4 on esitetty maalajien likimääräiset vedenläpäisevyydet, joita tulee käyttää kun arvioidaan huleveden käsittelymenetelmän soveltuvuutta.



Kuva 4 Maa-ainesten vedenläpäisevyyden likimääräinen arviointi. (Hakulinen 2008, 16)

Maan huokoisuudella (n) tarkoitetaan huokostilan (V_v) ja huokoisen aineen koko tilavuuden (V_t) suhdetta. Se on dimensioton luku, joka ilmaistaan useimmiten prosentteina. Erikseen siitä voidaan vielä erottaa ns. tehokas huokoisuus (n_e). Tämä tarkoittaa huokoisuutta, josta on poistettu umpiperähuokoisuus ja hygroskooppisen, lähes liikkumattoman veden huokostilavuutta vähentävä vaikutus. Tehokas huokoisuus voidaan määrittää mittaamalla vedellä kyllästetystä maasta painovoiman vaikutuksesta poistuvan veden määrä ja laskemalla saadun veden tilavuuden suhde maan kokonaistilavuuteen. Painovoiman vaikutuksesta vesi poistuu siis tehokkaasti avoimista huokosista. Huokosluku (e) on huokostilan (V_v) ja kiinteän aineen tilavuuden (V_s) suhde. Se kertoo kuinka suuri on huokostilan suhde muuhun tilaan. Huokoisuuden ja huokosluvun suhdetta toisiinsa voidaan kuvata seuraavasti:

$$n = V_v/V_t = e/(1+e) \quad (1)$$

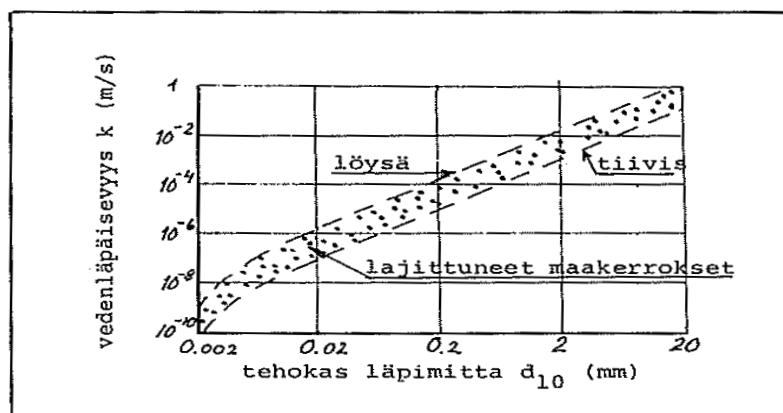
$$e = V_v/V_s = n/(1-n) \quad (2)$$

(Korkka-Niemi & Salonen 1996, 28.)

Maa- ja kallioperän huokoisuus jaetaan kahteen pääryhmään: primäärihuokosiin ja sekundäärihuokosiin. Primäärihuokokset ovat syntyneet kerrostumisen yhteydessä kun taas sekundäärihuokokset ovat syntyneet maan tai kallioperän muodostumisen jälkeen geologisten prosessien seurauksena tai maan muokkautumisen vaikutuksesta. Geologisia prosesseja ovat esimerkiksi rakoilu ja liukeneminen. Maan muokkautumista aiheuttavat esimerkiksi kasvien juuret ja eliöt. (Korkka-Niemi & Salonen 1996, 28.)

Maan huokoisuus on suurimmillaan silloin, kun maa on lajittunutta ja kun rakeet eivät ole muodoltaan pallomaisia eikä maa ole tiivistynyttä. Mineraalimaassa huokoisuus on yleensä 30 – 60 % ja turvemilla se voi olla jopa yli 90 %. Moreenin huokoisuus on suurimmillaan 17 %, tasarakeisen hiekan puolestaan 25 – 50 %. Mineraalimaassa ja turpeessa oleva huokoisuus on kuitenkin imeyttämisen kannalta merkityksetöntä, koska huokokset ovat yleensä jo täynnä vettä. (Korkka-Niemi & Salonen 1996, 28 - 29.)

Maan hienoaineksen määrä vaikuttaa suuresti vedenläpäisevyyteen. Soran vedenläpäisevyys on esimerkiksi noin 100 000 000-kertainen saven vedenläpäisevyyteen verrattuna. Maanrakeisuutta voidaan ilmaista niin sanotulla tehokkaalla läpimitalla d_{10} , jolla tarkoitetaan rakeisuuskäyrän läpäisyprosenttia 10 vastaavaa raekokoa. Vedenläpäisevyyteen vaikuttaa myös maan tiiveys. Maan tiiveyden ja tehokkaan läpimitan d_{10} yhteys vedenläpäisevyyteen ilmenee kuvasta 5. (Rantamäki, Jääskeläinen & Tamminen 1996, 101.)



Kuva 5 Maakerroksen vedenläpäisevyyden riippuvuus maan tehokkaasta läpimitasta. (Rantamäki, Jääskeläinen & Tamminen 1996, 101.)

Tarkasteltaessa maaperän soveltuvuutta hulevesien imeyttämiseen saadaan seulonnalla selville kuvan 5 mukaisesti maanäytteen tehokas vedenläpäisevyys, josta voidaan arvioida maaperän imeyttämiskelpoisuutta. Lisäksi tarvitaan tietoa maan tiiveydestä, mikä saadaan selville esimerkiksi kairauksin.

Pohjavedenpinta noudattaa väljästi maanpinnanmuotoja. Pohjavesi tavoittaa maanpinnan muun muassa vesistöissä ja soilla. Pohjavedenpinta on Suomessa tavallisesti 2 - 4 metrin syvyydessä. Ylävillä harjualueilla se voi olla selvästi syvemmällä, jopa 30 - 50 metrin syvyydessä. (Korkka-Niemi & Salonen 1996, 38.)

Hulevesien imeyttämistä harkittaessa tulee maaperän ominaisuudet tuntea imeytysrakenteen alueella. Pohjamaan laadun vaatimukset riippuvat imeytettävästä vesimäärästä sekä imeytysrakenteelle käytettävissä olevasta tilasta. Parhaat edellytykset hulevesien imeyttämiseksi on karkearakeisilla löyhillä maaperillä. Suurilla hulevesimäärillä tulisi pohjamaan vedenläpäisevyyden olla lähtökohtaisesti $k > 10^{-3}$ m/s, mikä saavutetaan yleensä soralla tai karkealla hiekalla. Pienillä vesimäärillä voi vedenläpäisevyys olla pienempikin. Lisäksi pohjavedenpinnan tulisi olla mahdollisimman syvällä ja minimietäisyytenä imeytysrakenteen alapinnan ja pohjavedenpinnan välillä voidaan pitää yhtä metriä.

Kairauksin tai muilla menetelmillä tulee luotettavasti selvittää, etteivät imeytettäväksi aiotut hulevedet muodosta orsivettä, vaan että imeyttämiskelpoista maainesta on riittävän syvälle.

5.2 Pohjaveden muodostumisalue

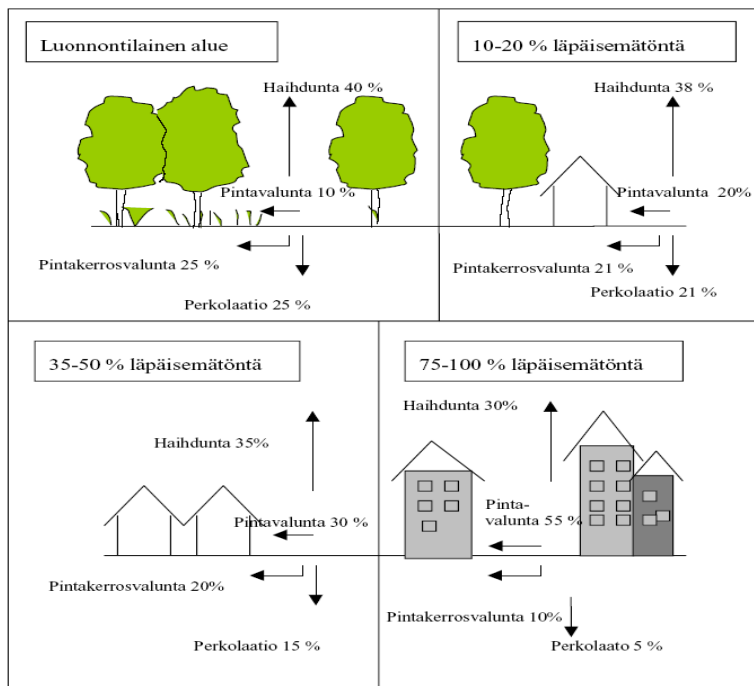
Sade- ja pintavedet muodostavat pohjavesialtaan, kerääntyen tietyltä pohjaveden muodostumisalueelta. Muodostumisalueet erottaa toisistaan pohjaveden jakajat. (Korkka-Niemi & Salonen 1996, 40.)

Suunniteltaessa hulevesien imeyttämistä suurelta alueelta on hyvä tuntea pohjaveden jakajien sijainnit sekä pohjaveden virtaussuunnat. Erityisen tärkeää tuntemus on silloin, kun imeyttämistä suunnitellaan rakennetuille tai mahdollisesti rakennettavalle alueelle. Suurien hulevesimäärien siirtämistä pohjaveden

muodostumisalueelta toiselle tulee välttää. Turvallisinta olisikin imeyttää hulevesiä mahdollisimman paljon syntysijoillaan.

Seutuliiton julkaisun Luonnonolosuhteet seutusuunnittelussa (1986) mukaan kaupunkien päällystetyillä alueilla on suuri merkitys alueen vesitalouteen. Päällystetyiltä pinnoilta hulevesi ei imeydy kuten luonnontilaiselta päällystämättömältä pinnalta. Kaupunkialueilla maaperän rakenne on myös muuttunut luonnontilaisesta tiiviimmäksi, koska maata on tiivistetty rakentamisen yhteydessä. Tämä heikentää omalta osaltaan huleveden imeytymistä. (Ahponen 2003.)

Kuvassa 6 on esitetty läpäisemättömän pinnan vaikutus kaupunkialueen vesitaseeseen.



Kuva 6 Läpäisemättömän pinnan vaikutus kaupunkialueen vesitaseeseen (Federal Interagency SRWG 2000 ref. Metropolitan Council/Barr Engineering Co, USA).

Kuva 6 kuvaa varsin hyvin myös Lappeenrannan keskustan muutoksen vaikutusta hulevesien imeytymiseen keskustan alueella. Muutamassa vuosikymmenessä keskustaa ympäröivä alue on laajentunut ja tiivistynyt varsin paljon. Lähes luonnontilainen alue on muuttunut pientalovaltaiseksi alueeksi ja ydinkeskusta on tiivistynyt merkittävästi ja päällystettyä pintaa on tullut lisää. Hule-

vesiviemäreiden mitoitukset on tehty kun tämä kasvu oli alkamassa, joten niissä on jo nyt paikoin kapasiteettiongelmia. Tämän takia tulisi tutkia mahdollisuuksia rakentaa imeytysrakenteita ydinkeskustan alueelle. Tällä ratkaistaisiin osin hulevesiviemäreiden kapasiteettiongelmia sekä käytettäisiin hyväksi Salpausselän mahdollistamia varsin hyviä imeytysolosuhteita.

5.3 Imeyttämisen vaikutukset

Ympäristönsuojelulaissa, jolla pyritään ehkäisemään ympäristön pilaantumista, ei ole mainintaa hule- tai kuivatusvesistä. Hulevesien johtamista vesistöön tai vesiin ei näin ollen ole laissa säädetty luvanvaraiseksi toiminnaksi. Riippuen hulevesien laadusta hulevesien johtamista voidaan pitää toimintana, josta saattaa aiheutua ympäristön pilaantumista. Tämän vuoksi vesihuoltolaitoksen tulee olla selvillä hulevesien laadusta sekä tarvittaessa huolehtia niiden käsittelystä ennen vesistöön johtamista. (Hulevesien hallinta-esiselvitys organisointimalleista 2007, 11.)

Vesilain mukainen pohjaveden muuttamiskielto tulee ottaa huomioon hulevesiä käsiteltäessä tai johdettaessa niitä pohjavesialueella. Pohjavesialueella tulisi suosia imeytysratkaisuja. (Hulevesien hallinta-esiselvitys organisointimalleista 2007, 12.)

Paras vaihtoehto olisi imeyttää hulevesiä mahdollisimman paljon niiden synty-paikoilla, jolloin imeytettävä vesimäärä poikkeaisi mahdollisimman vähän luonnon normaalista kiertokulusta. Tämä onnistuu käyttämällä mahdollisimman paljon läpäiseviä päällysteitä ja veden johtamista maan päällä. Näin pystytään vaikuttamaan myös hulevedestä maaperään imeytyviin epäpuhtauksiin, koska maassa oleva kasvillisuus toimii hyvänä suodattimena hulevesille.

Läpäisevien päällysteiden käyttö on suotavaa alueilla, joilla liikennemäärät ovat pieniä, kuten tonttikaduilla ja kevyen liikenteen väylillä. Läpäisevien päällysteiden alueelle voidaan johtaa vesiä myös ympäristöstä, mikäli maaperän vedenläpäisevyys on riittävä eivätkä johdettavat hulevedet sisällä suuria määriä epäpuhtauksia. (Hyöty 2007, 5.)

Läpäiseviä päällysteitä ei tule käyttää alueilla, joilla hulevedet voivat sisältää suuria määriä epäpuhtauksia tai kemikaalipäästöjen riski on olemassa. Pohjavesialueilla läpäisevien päällysteiden käyttö tulee rajoittaa vain asuinkortteleihin ja kevyen liikenteen väyliin. (Hyöty 2007, 5.)

Suunniteltaessa hulevesien imeyttämistä tulee huomioida myös vedenottamoiden sijainnit ja niiden suojavaoöhykkeiden mahdollinen läheisyys. Harkittaessa hulevesien imeyttämistä vedenottamon suojavaoöhykkeellä, erityisesti lähisuoja-vaöhykkeellä, tulee olla yhteydessä sekä ympäristöviranomaiseen että vesihuolto-aitokseen.

Lähisuoja-vaöhykkeellä toimittaessa voidaan joutua mittaviinkin toimiin ennen kuin hulevesiä voidaan johtaa maastoon. Riippuen alueesta, jolta hulevesiä on tarkoitus imeyttää suojavaoöhykkeelle, voidaan hulevettä joutua käsittelemään esimerkiksi öljynerottimella. Jos vesiä johdetaan maanpinnalla, voidaan esimerkiksi avo-ojat joutua suojaamaan hulevesien imeytymisen estämiseksi ennen käsittelyä.

6 HULEVEDEN IMEYTYSMENETELMIÄ

Hulevesien imeyttäminen pidättää hetkellisesti hulevettä ja vähentää sen määrää imeyttämällä sitä maaperään. Hulevesien imeyttäminen vähentää tehokkaasti rakentamisen hydrologisia vaikutuksia rajoittamalla virtaamaa sekä imeyttämällä pintavaluntaa pohjavedeksi. Imeyttämisen onnistuminen edellyttää maaperältä kohtalaista vedenläpäisevyyttä sekä riittävää etäisyyttä kuivatettavien rakenteiden ja imeytysjärjestelmien välillä. (Hyöty 2007, 13.)

Huleveden imeytysjärjestelmän etäisyys rakenteista määritetään tapauskohtaisesti riippuen rakenteiden luonteesta. Kellarillinen rakennus vaatii erilaisen varoetäisyyden kuin pysäköintipaikka. Varoetäisyyteen vaikuttavat myös muun muassa pohjamaan ominaisuudet, rakenteen ja imeytysjärjestelmän korkeusero sekä ylivuotojärjestelyt.

Esikäsitteilyn liittämisen imeytysjärjestelmiin on suositeltavaa, jotta vältetään varsinaisen imeytysrakenteen tukkeutumiselta. Esikäsitteilyn tarve on suurimmillaan alueilla, joilla hulevesien mukana kulkeutuu suuria kiintoainemääriä, esimerkiksi liikenne- ja keskusta-alueilla. Hulevesien imeyttämistä tulisi välttää kohteissa, joissa vedet saattavat sisältää liukoisia epäpuhtauksia tai joissa kemikaalipäästöjen riski on olemassa, kuten teollisuusalueilla ja liikennealueilla, joita suolataan. (Hyöty 2007, 13.)

Esikäsitteilyllä tarkoitetaan huleveden käsitteilyä ennen kuin se johdetaan imeytykseen. Esikäsitteilynä voidaan käyttää esimerkiksi hiekan- ja öljynerottimia, joilla hulevedestä poistetaan kiintoainekset sekä mahdolliset öljyt ja raskasmetallit. Imeyttäminen voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Tavallisimmin käytetään jonkinlaista muunnelmaa imeytyskaivannosta tai imetyspainanteesta.

6.1 Imeytyskaivanto

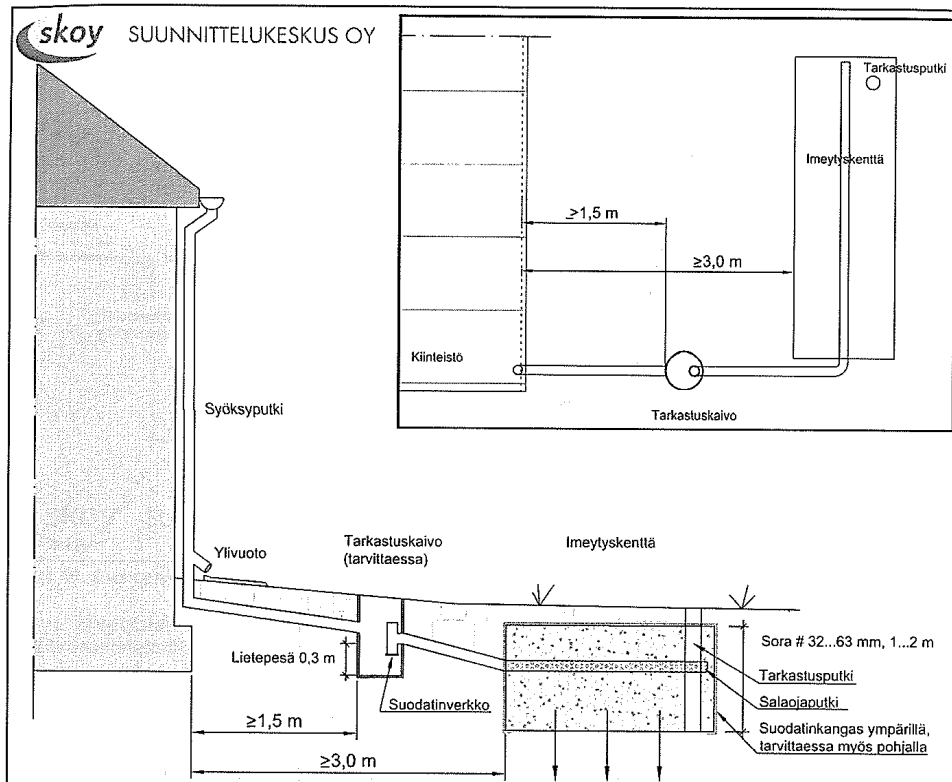
Imeytyskaivanto voidaan rakentaa täyttämällä kaivanto esimerkiksi soralla (ns. sorapesä). Kaivantoon voidaan asentaa myös hulevesikasetteja, joiden tilantarve on noin 1/3 vastaavalle vesimäärälle mitoitettavan sorapesän tilavuudesta.

On myös mahdollista rakentaa sorapesän ja hulevesikasetit yhdistävä rakenne, jossa hulevedet johdetaan hulevesikaseteille. Tällöin kasetit toimivat varastotilana, johon hulevesi virtaa ilman suuria vastuksia. Hulevesikaseteista vesi aloittaa imeytymisen ympärillä olevaan sorarakenteeseen. Näin saadaan mitoitusvirtaaman lisäksi, mikäli hulevesikasettien määrä mitoitetaan mitoitusvirtaaman mukaiseksi, lisäkapasiteettia mitoitusvateen ylittäville sateille ennen kuin hulevedet johdetaan ylivuotoon. Rakennetta voi käyttää myös hulevesien varastona viivyttämään hulevesiä paikoissa, joissa on hulevesiviemäreiden kapasiteettiongelmiä. Kuvassa 7 on esitetty yksi hulevesikasettimalli.



Kuva 7 Wawin Labkon Q-Bic hulevesikasetti. (Mika Valtonen 2011)

Imeytyskaivantoon hulevedet voidaan johtaa pintavaluntana ojaa pitkin tai maan alla hulevesiviemäreitä pitkin. Kaivannostakin on syytä huolehtia toimivasta ylivuotomahdollisuudesta. Hulevesien imeytymistä voidaan tehostaa lisäämällä imeytyskaivantoon salaojaputki edistämään vesien tasaisempaa leviämistä kuten kuvassa 8 on esitetty.

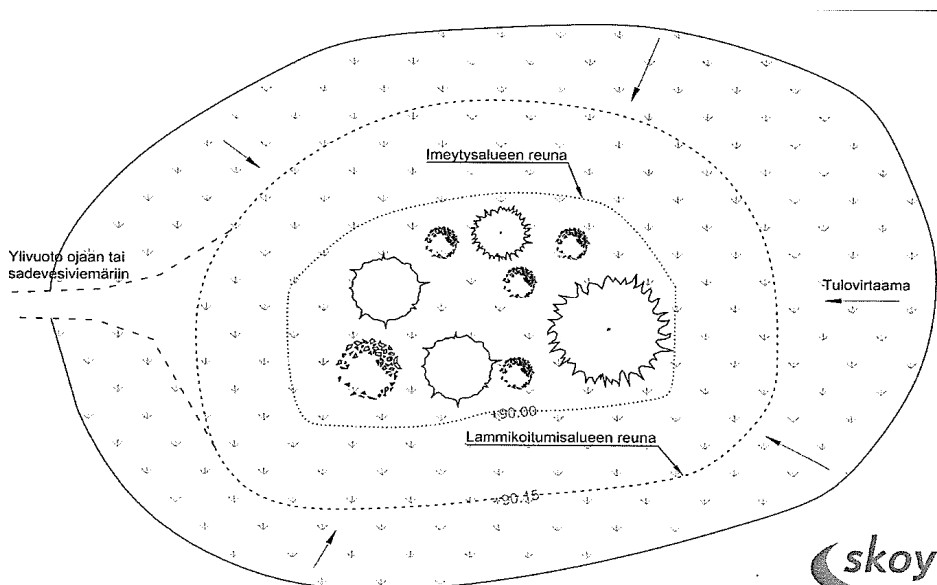


Kuva 8 Esimerkki kiinteistökohtaisesta hulevesien imeyttämisestä. (Hyöty 2007, 14)

Kuvassa 8 esitetään esimerkki yhden kiinteistön hulevesien imeyttämisestä. Kuvan 8 esittämään järjestelmään on syytä lisätä toimiva ylivuotomahdollisuus joko lisäämällä kaivo ja ylivuotoputki veden virtaussuunnassa imeytyskentän jälkeen tai lisäämällä esitettyyn tarkastuskaivoon ylivuotoputki.

6.2 Imeytyspainanne

Imeytyspainanne on ympäröivää aluetta alempana oleva kasvillisuuden peittävä allas, johon vedet kerätään yleensä pintavaluntana. Esimerkkiratkaisu imeytyspainanteesta on esitetty kuvassa 9. Hulevesi lammikoituu ja hiljalleen imeytyy maaperään painanteessa. Vedenpinnan korkeus saa olla korkeintaan 10 - 20 cm. (Hyöty 2007, 16)



Kuva 9 Imeytyspainanne. (Hyöty 2007, 16)

Imeytyspainanteeseen vedet johdetaan yleensä maanpintaa pitkin suurehkolta alueelta. Maanpinnan muodoista riippuen painanteeseen voidaan johtaa hulevesiä myös hulevesiviemäriä pitkin. Tämä voi tulla kyseeseen rinnemaastossa. Painanteesta pyritään rakentamaan osa muuta viherrakentamista, esimerkiksi puistoissa.

Johdettaessa hulevesiä maanpintaa pitkin pintavaluntana imeytyspainanteeseen voidaan hulevesien imeyttäminen aloittaa aikaisemmin käyttämällä imeytysojaa. Imeytysojassa voidaan aloittaa hulevedenkäsittely jo ennen varsinaista kosteikkoa kosteikkokasveilla.

6.3 Kosteikot

Kosteikot on pyrittävä sijoittamaan siten, että ne ovat luontaisten huleveden kulureittien ja pintavalunnan varrella. Kosteikolle voidaan hulevesiä johtaa myös hulevesiviemäriin kautta, mikä tosin vaatii rinnemaastoa, jotta hulevesiviemäriin purkupäähän saadaan riittävä peitesyvyys jäätymisriskin pienentämiseksi.

Hulevedenkäsittelyjärjestelmä on hyvä rakentaa ennen alueen muuta rakentamista. Rakenteilla olevien asuinalueiden kiintoainepäästöt ovat varsin merkittäviä, kuten taulukossa 1 on esitetty.

Taulukko 1 Laskennalliset ravinne- ja kiintoainekuormitukset maankäyttömuodoittain. (Suunnittelukeskus Oy 2007, 10)

Maankäyttömuoto	Fosfori, P [kg*km ² /a]	Typpi, N [kg*km ² /a]	Kiintoaine, SS [kg*km ² /a]
Kerrostaloalueet (AK) ⁹	38	884	21 000
Pientaloalueet (AP) ⁹	24	495	10 000
Teollisuus- ja varastoalueet (ET) (käytetty rakennetun keskusta-alueen arvoja) ¹⁰	41	300	37 000
Liikennealueet (L) ⁹	41	300	37 000
Viheralueet (luonnontila) (V, VU) ¹¹	7	100	1 700
Pellot (pensoittuneet) (V) ¹²	60	1 700	33 000
Rakenteilla olevat asuinalueet ¹³	57	570	60 500

Hulevesien mukana kulkeutuu epäpuhtauksia, joiden lähteitä ovat muun muassa liikenteen sekä teollisuuden päästöt, katujen päällysteistä ja autojen renkaista irtoava materiaali ja kemialliset aineet. Lisäksi hulevesiä rasittavat puutarhoissa käytettävät lannoitteet ja autojen pesussa käytettävät aineet, joista hulevesiin kulkeutuu typpeä ja fosforia. Eläinten ulosteista joutuu hulevesiin bakteereita ja muita mikrobeja, jotka ovat paitsi epäpuhtauksia mutta myös mahdollisia ravinteiden lähteitä. (Ahponen 2003, 18.)

Kosteikoilla voidaan vaikuttaa huleveden biologiseen koostumukseen erilaisten kosteikkokasvien avulla sekä hidastamalla vedenvirtausta. Virtausta hidastamalla saadaan myös kiintoaines ja siinä olevat epäpuhtaudet laskeutumaan kosteikon pohjalle. Kasveilla voidaan poistaa hulevesistä esimerkiksi fosforia ja typpeä.



Kuva 10 Kosteikkoja Kuopion asuntomessualueella vuonna 2010. (Mika Valtonen 2010)

7 OHJE ERILAISTEN HULEVEDENKÄSITTELYRATKAISUJEN SOVELTUVUUTEEN LAPPEENRANNASSA

Ohje on laadittu Lappeenrannan kaupungin käyttöön hulevedenkäsittelyn suunnittelun avuksi kaikille asian kanssa työskenteleville.

Hulevesien imeyttämistä voidaan suositella tehtäväksi pienten valuma-alueiden, esimerkiksi yhden AO-tontin, osalta joko maaperäkartan tai alueen tuntemuksen perusteella. Tällöinkin tulee huolehtia toimivasta ylivuotojärjestelmästä. Suurilla valuma-alueilla, joilla vesiä joudutaan keräämään keskitetysti, tulee hulevedet jakaa hajautetusti mahdollisimman monelle imeytysrakenteelle. Tällöinkin voidaan tonteilla imeyttää ja kerätä ylivuodon kautta hulevesiä käsiteltäväksi isompiin yksiköihin.

Alueilla, joille hulevesien imeyttäminen ei sovellu maaperänolojen tai tilan puutteen vuoksi, voidaan vesien käsittelyyn käyttää erilaisia viivytyrakenteita, esi-

merkiksi kosteikkoja. Kosteikoissa kiintoaines laskeutuu pohjalle, josta se voidaan kerätä talteen ennen hulevesien purkua vesistöön.

7.1 Keskusta-alue

Nykyisin keskusta-alueen hulevedet kerätään hulevesiputkiin ja johdetaan etelässä useisiin avo-ojiin tai pohjoisessa kohti Saimaata, johon vedet puretaan. Purkukohtat täytyy suunnitella ja rakentaa huolellisesti, jotta Salpausselän proksiaaliosan varsin jyrkät rinteet eivät eroosion vaikutuksesta syövy.

Lappeenrannan keskusta-alue on rakennettu I Salpausselän päälle, joten hulevesien imeyttämiseksi on hyvät edellytykset. Keskusta on kuitenkin jo rakennettu varsin tiiviiksi, ja keskustan alueella on myös kattava hulevesiviemäriverkosto. Hulevesien imeyttäminen keskustan alueella voisi kuitenkin olla kannattavaa, koska kaupunkirakenteen tiivistyessä aikoinaan rakennettujen hulevesirunkoputkien kapasiteetti saattaa jäädä pieneksi. Ylivuodolla varustetut imeytysrakenteet toimisivat myös huleveden varastoina, mikä helpottaisi hulevesiviemäreiden kapasiteettiongelmia.

Imeytysrakenteet tulisi sijoittaa joko piha-alueille, puistoihin tai pysäköintialueiden alle. Nykyisiä runkoputkia voisi käyttää ylivuotovesien johtamiseen. Olemassa olevat putkijohtokaivannot asettavat imeytysrakenteille omia reunaehtojaan, muun muassa vesien kulku putkijohtokaivannoissa tulee pystyä estämään. Vedet voivat kuljettaa mukanaan kaivannon täyttömateriaaleja, joista lähinnä tulee kyseeseen tasauseros ja pahimmassa tapauksessa putket, tai jopa katu voi alkaa painua. Jotta nykyisiä runkoputkistoja voitaisiin käyttää ylivuotovesien johtamiseen, tulisi imeyttämISRakenteet tehdä varsin syvälle. Rakennusten perusvedet johdetaan nykyisin myös hulevesiviemäriin, joten ylivuotovesien joutuminen rakennusten perustusten kuivatusputkistoihin tulee myös estää. Veden kulku putkijohtokaivannossa voidaan estää esimerkiksi rakentamalla savipatoja kaivantoon.

7.2 Itäinen Lappeenranta

Kanta Lappeenrannan alueen itäisten alueiden läpi kulkee I Salpausselkä. Salpausselän reunatasanne kapenee lähestyttäessä lännestä Saimaan kanavaa. Reunatasanne on jo käytetty rakennusmaaksi.

Salpausselän lakitasanteella hulevesien käsittelyssä voidaan käyttää samoja menetelmiä kuin ydinkeskustan alueella. Imeyttämisen lisäämiselle tonteilla ei kuitenkaan tällä hetkellä ole tarvetta, koska alueen hulevesiviemäreiden kapasiteetti on riittävä. Alueella voitaisiin tutkia mahdollisuuksia rakentaa hulevesien purkupaikkoihin kosteikkoja, joilla kerättäisiin kiintoaineseppäpuhtauksia ennen vesien purkautumista vesistöön.

Salpausselän lakitasanteen pohjoispuolella alkaa Saimaa, johon purkautuu joidakin hulevesiviemäreitä. Viemärit purkautuvat pääosin ojien kautta vesistöön. Myös näissä kohteissa voitaisiin tarkastella mahdollisuutta rakentaa pienimuotoisia kosteikkoja, jotka olisivat asukkaille osa miellyttävämpää asuinalueita.

Salpausselän eteläpuolella hulevesiviemärit purkautuvat pääosin avo-ojiin. Avo-ojia pitkin hulevedet johtuvat eteläisten alueiden yleiskaava-alueelle, joten hulevedet on otettava huomioon alueen kaavoituksen yhteydessä.

7.3 Läntinen Lappeenranta

Lappeenrannan läntisistä kaupunginosista Sammonlahti sekä Skinnarila sijaitsevat Salpausselän proksimaaliosassa. Alueen hulevedet kerätään hulevesiviemäriin, jotka purkautuvat alueen avo-ojiin, joista osa johtaa suoraan vesistöön. Tällä alueella tulee ennen hulevesienkäsittelymenetelmän valintaa tehdä tutkimuksia maaperän ominaisuuksien selvittämiseksi. Hulevesien purku Saimaaseen Skinnarilankadun varressa tapahtuu kuitenkin paikassa, jossa maaperä koostuu pääasiassa lajittuneista maalajeista. Hulevesiviemäriin purkupaikalle soveltuisi parhaiten kosteikon rakentaminen. Kiinteistökohtaisia imeytysjärjestelmiä voi harkita tehtäväksi muiden korjausten ja muutosten yhteydessä.

Alueella on ollut ongelmia ajoittain viemäristä purkautuvan huleveden koostumuksen kanssa. Ongelma johtuu alueella vielä käytössä olevista niin sanotuista kaksoiskaivoista. Kaksoiskaivoissa jäte- ja hulevedet johdetaan omissa putkissaan, mutta niille on yhteinen kaivo, jossa vedet on erotettu väliseinällä. Hulevesiviemäriin kapasiteetin ylittyessä hulevedet saattavat sekoittua jätevesien kanssa.

7.4 Pohjoinen Lappeenranta

Pohjoisen Lappeenrannan kaupunginosat ovat Salpausselän proksimaalipuolella. Maaperäkartan (ks. kuva 3, s.14) mukaan moreeni on alueen vallitseva maajaji. Näin ollen imeyttäminen on mahdollista, mutta koska alue ei ole Salpausselän reunatasannetta, kuten kaupungin ydinkeskusta, tulee imeytyspaikan valinta, pohjatutkimukset sekä imeytysmenetelmän valinta tehdä huolellisesti.

Alueen hulevesiviemärit purkautuvat pääsääntöisesti viheralueilla oleviin ojiin. Maaperän ollessa moreenivoittoista todennäköisesti suurin osa hulevesistä imeytyy maaperään ennen vesistöä. Alueella voisi rakentaa imeytyspainanteita, joilla voitaisiin kerätä hulevesistä kiintoaineita ja poistaa niistä ravinteita kosteikkokasvien avulla.

7.5 Eteläisten alueiden osayleiskaava

Kaupungin laajenemissuunta on ollut viime vuosina kanta-Lappeenrannan alueelle länteen. Tulevina vuosina uusia asuinalueita rakennetaan myös kaupungin eteläpuolelle, Salpausselän distaalipuolelle, jossa maaperä ei ole hulevesien imeyttämisen kannalta niin hyvä kuin ydinkeskustan alueella. Näillä alueilla ton-teilla imeyttäminen ei tule pääsääntöisesti kyseeseen, vaan hule- ja perusvedet tulee kerätä keskitetysti. Vesiä voidaan kerätä viemärein ja järjestää useita purkupisteitä ojiin tai kerätä suuremmilta alueilta vesiä kosteikkoihin. Heikon imeytymisen takia tulee alueilla varautua ojien tarvitsemiin tilavarauksiin.

Ojat, joihin osa keskustan hulevesiviemäreistä purkautuu, alkavat Vt 6:n eteläpuolelta. Nämä ojat kulkevat tulevaisuudessa asemakaavoitettavien alueiden läpi, ja niiden tilantarve tulee huomioida. Alueelle voisi rakentaa tasausaltaita,

joista vedet johdetaan alueen halki kulkevaan ojaan. Tasausaltailla kerättäisiin pieneltä alueelta syntyviä epäpuhtauksia. Tasausaltaat tulisi sijoittaa ennen osayleiskaava-alueella olevia matalia järviä, jolloin voitaisiin estää maankäytön muuttumisesta johtuva lisääntyvä ravinne- ja kiintoainekuormituksen johtuminen niihin. Hulevesien käsittelyn järjestäminen tulee ottaa myös asemakaavoitusvaiheessa nykyistä paremmin huomioon.

7.6 Liitoskunnat Joutseno ja Ylämaa

Joutsenossa on joitakin alueita, joihin on rakennettu hulevesiverkosto. Nämä alueet sijaitsevat lähinnä keskustaaamassa sekä uusilla asuinalueilla. Suurin osa entisen Joutsenon alueen katualueiden kuivatuksesta on hoidettu sivuojin. Tämä on hyvä ratkaisu pientalovaltaisella alueella, jolla päällystettyjä pintoja on suhteellisen vähän ja jonka maaperä on vesien imeyttämiseksi sopivaa.

Joutsenon alueella Salpausselän reunatasanne levenee, jolloin hulevesien imeyttämiseksi on hyvät olosuhteet. Tämä tulisi huomioida mahdollisuutena, kun alueen käyttöä tutkitaan asemakaavoituksen yhteydessä. Alueella voisi pyrkiä imeyttämään hulevesiä ja rakennusten kuivatusvesiä tonteilla. Tällöin rakennettava hulevesiviemäri toimisi ylivuotoreittinä.

Ylämaalla johdetaan hulevesiä katualueilla sivuojissa, joista hulevedet haihtuvat, imeytyvät ja johtuvat lopulta purkuvesistöön. Ylämaa on varsin kallioista aluetta, joten hulevesien imeyttämiseen tulee pääsääntöisesti suhtautua kriittisesti. Keskustaaajama on kuitenkin rakennettu alueelle, jossa vallitseva maalaji on maaperäkartan mukaan moreeni, joten hulevesien imeyttäminen saattaa tällä alueella tulla kyseeseen. Ylämaa on varsin harvaan asuttua seutua, joten huleveden käsittelyyn voidaan vielä hyvin vaikuttaa kaavoituksen yhteydessä tekemällä tarvittavat aluevaraukset käsittelymenetelmille. Suunniteltaessa täydennysrakentamisen yhteydessä useita purkupaikkoja hulevesille tai johtamalla niitä avo-ojissa voidaan myös pienentää hulevesiverkoston rakentamis- ja ylläpitokuluja.

7.7 Ranta-alueet

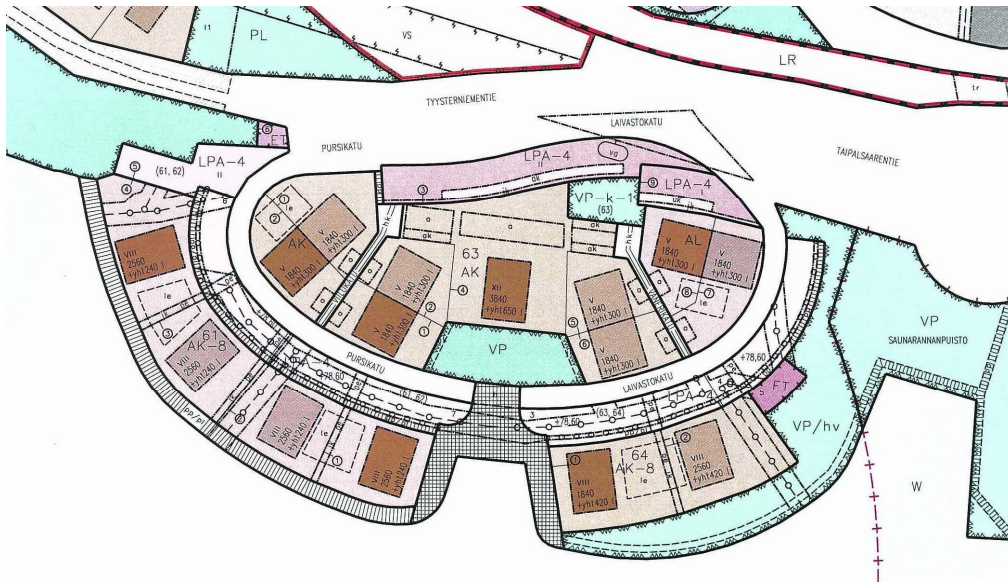
Erityisesti ranta-alueilla hulevesien imeyttämiseksi tuo oman haasteensa pohjavesi. Pohjaveden pinta on yleisesti ottaen rannassa hyvin lähellä vapaata vedenpintaa. Jos hulevesiviemäri kulkee kovin syvällä, ei tasausaltaan rakentamiselle aivan rantaan ole mahdollisuuksia. Mikäli tasausaltaan rakentaminen ei onnistu myöskään kauemmaksi rannasta, jää vaihtoehdoiksi johtaa hulevedet suoraan vesistöön tai rakentaa rantaan maanalainen imeytysrakenne.

8 VIIPURIN VANERIN ALUE LAPPEENRANNASSA

Viipurin vanerin vanha tehdasalue muuttui asemakaavamuutoksella asuinalueeksi 27.09.2010. Alueella toimi vaneritehdas vuodesta 1946 vuoteen 1995, minkä jälkeen alueella on toiminut puutavaramyymälä toimistoineen.

Alue sijaitsee I Salpausselän pohjoispuolella, ja sen maaperä on kalliomaata. Rannan täyttämistä johtuen rantaviiva on vuosien aikana siirtynyt. Tehtyjen tutkimusten mukaan maakerrosten paksuus ranta-alueilla vaihtelee 11 - 18,4 metrin välillä. Huhtiniemen tekopohjavedenottamo sijaitsee alueen eteläpuolella noin 0,8 km etäisyydellä. Vedenottamon vesi otetaan Sunisenselältä, johon myös alueen hulevedet luontaisesti johtuvat. (Ympäristölupa Dnro KAS-2009-Y-184-114.)

Alueella on vuosien ajan tehty mittavia täyttöjä alueen käytön vaatiessa lisää tilaa. Viipurin vanerin alue on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11 Viipurin vanerin alueen asemakaava. (Lappeenrannan kaupunki 2011)

8.1 Alueen suunnittelu

Alueen maanpinta viettää luontaisesti kohti Saimaata, jolloin hulevedet johtuvat Sunisenselälle. Vedenottamon läheisyyden takia hulevesien käsittelyyn on painuduttu perusteellisesti asemakaavoitusvaiheessa. Suunnittelun alussa tehtiin päätös, ettei kaikkia hulevesiä voida johtaa suoraan käsittelemättömänä vesistöön. Käsittelyyn kerätään kaikki ajoneuvoliikennealueilta tuleva hulevesi. Perustusten kuivatus- ja kattovedet sekä viheralueilla olevat hulevedet johdetaan suoraan vesistöön.

Alueen rakentaminen alkaa vuoden 2011 syksyllä kunnallistekniikan rakentamisella, joka valmistunee vuonna 2012. Tähän kuuluu myös hulevesiviemäroinnin ja käsittelymenetelmien rakentaminen. Hulevesijärjestelmien jälkeen alkaa talojen rakentaminen. Tällaisella rakentamisjärjestyksellä saadaan käsiteltäväksi rakennusaikaiset hulevedet, joiden kiintoainespitoisuus on varsin suuri.

8.1.1 Pohjoisosaa

Pohjoisosan hulevedet johdetaan Saunarannanpuistoon kosteikkokäsittelyyn. Käsittelyyn johdetaan kaikki alueen pohjoisosalla syntyvät hulevedet. Vedet kerätään hulevesiviemäreihin, jotka purkavat Saunarannanpuistoon. Puistoon rakennetaan ojasto sekä kosteikko, jossa hulevettä viivytetään ja joihin se mah-

dollisesti myös pyritään imeyttämään. Kosteikosta rakennetaan ylivuoto vesistöön.

8.1.2 Eteläosa

Suunnitteluratkaisuihin vaikuttivat muun muassa se, että ranta-alueella maasto on melko tasaista, alue rakentuu varsin tiiviiksi ja että hulevesiviemäriin johdetaan rakennusten perustusten kuivatusvedet. Maaston tasaisuuden vuoksi hulevesiviemäreissä johdettua hulevettä ei saada purkautumaan maanpinnalle, vaan huleveden käsittelyyn valikoitui maanalainen menetelmä. Koska alue rakennetaan varsin tiiviiksi, tulee myös huleveden käsittelymenetelmän olla mahdollisimman vähän tilaa vievä. Näin päädyttiin käyttämään hulevesikasetteja.

Alueen eteläosa sijaitsee kokonaan vuosikymmenien aikana tehdyllä täyttömaalla, eikä sen vedenläpäisevyydestä ole varmuutta, minkä vuoksi hulevesikasetit pyritään sijoittamaan uudelle, asemaakaavaa toteutettaessa tehtävälle täyttöalueelle. Näin voidaan vaikuttaa täyttömateriaaliin niin, että sen vedenläpäisevyys on mahdollisimman hyvä. Hulevesikasettien tilavuus mitoitetaan mitoitussateen mukaisesti. Kasettien ympärille rakennetaan myös mitoitussadetta vastaava sorapesä, johon vesi siirtyy imeytymään varastona toimivista hulevesikaseteista. Rakentamisen yhteydessä varmistetaan myös se, että hulevesille on hyvän vedenläpäisevyyden omaavista materiaaleista rakennettu väylä vesistöön. Ylivuotoviemäri purkautuu vesistöön.

Katualueiden vesiä johdetaan katuviheralueita pitkin ennen kuin ne kerätään hulevesiviemäriin kaivojen kautta. Viheralueilla voidaan hulevesiä viivyttää, jolloin osa vesistä myös imeytyy jo viheralueella.

9 TOTEUTETTU PROJEKTI ESPOON PIHLAJARINTEESSÄ

Huleveden viemäröinnille on yritetty jo vuosia kehitellä vaihtoehtoja. Imeyttämällä hulevesiä syntypaikoillaan saadaan viemäreiden putkikokoja pienennettyä.

Espoon Pihlajarinteen asuinalueella toteutettiin 1980-luvun alkupuolella projekti, jossa kokeiltiin hulevesien imeyttämistä katualueilla. Projektissa valittiin tutki-

musalueeksi noin 6 ha:n kokoinen alue, jolla rakennusten kattovedet sekä pihoilla muodostuvat hulevedet imeytettiin tonteilla niin sanottujen kivipesien avulla. Osa hulevesistä johdettiin pois tonteilta matalien ojien kautta. Katualueilla hulevedet johdettiin katujen sivuojiin. Alueella oli tällöin vain yksi hulevesiviemäroity ja päällystetty katu. (Ahponen 2003, 80.)

Alueella tehtyjen geohydrologisten tutkimusten mukaan maaperä on melko tasaista, lähinnä pelto- ja piha-alueita. Alueen halki kulkee lähinnä moreenista koostuva harjanne, ja muutoin maaperä koostuu hiekkaisesta siltistä. Maaperä alueella on huonosti vettäläpäisevää ja routivaa. Tutkimuksissa alueelta löydettiin savi- ja silttikerroksesta hyvin vettäläpäisevä 1,5 metrin paksuinen hiekkakerros 1,2 - 1,5 metrin syvyydestä. Kerroksella todettiin olevan suuri merkitys alueen pohjaveden virtaukselle. Alueella todettiin olevan mahdollista imeyttää hulevesiä vedenjakajana toimivan harjanteen korkeimmalla kohdalla. (Ahponen 2003, 81.)

Alueelle toteutettiin seitsemän maanalaista imeytys- ja viivytysrakennetta, jotka kaikki sijaitsevat katualueella. Rakenteet mitoitettiin 10 minuuttia kestävälle 117 l/s/ha mitoitussateelle. Rakenteen huokostilavuutena käytettiin 33 %:a. Rakenteen varastotilavuuden ansiosta hulevesiviemärin kokoa pystyttiin pienentämään osalla aluetta 400 mm:stä 300 mm:in ja osalla alueesta 300 mm:stä 250 mm:in. Rakenne toteutettiin kaksiosaisena, jossa yläosa toimi virtaaman tassaaltaana ja alaosa imeytysosana ja varastotilana. Yläosan täytemateriaalina käytettiin karkeaa soraa tai tasarakeista sepeliä. Materiaali ympäröitiin suodattinkankaalla. Viemäriverkoston rakennettiin myös sulkuja, joilla tehostettiin huleveden patoutumista rakenteisiin. (Ahponen 2003, 83 - 84.)

Tehtyjen pohjavesihavaintojen perusteella rakennetut viemärikaivannot ovat vaikuttaneet selvästi alueen pohjavesipinnan tasoon alentavasti. Kolmen vuoden seurantajakson aikana alueelle tehtyjen rakenteiden todettiin toimivan hyvin. Rakenteet tasapainottivat alueen vesitasapainoa ylläpitämällä pohjavesivaraantoa myös viemärikaivannoissa. Ainoastaan syvälle louhitun kaivannon on todettu alentavan pohjavedenpintaa alueella. (Ahponen 2003, 84.)

Perinteiselle hulevesien viemäröinnille on etsitty vaihtoehtoja jo vuosien ajan, joskus enemmän ja joskus taas vähemmän. Nyt viemäreiden kapasiteettiongelmat kaupunkien keskustoissa ja luonnontilan heikkeneminen tuntuvat antavan jälleen vauhtia kehittää erilaisia vaihtoehtoja perinteiselle hulevesien viemäröinnille.

10 YHTEENVETO

Lappeenrannassa tulee ohjeen mukaan pyrkiä imeyttämään Salpausselän alueella hulevedet niiden syntypaikoilla. Imeytysmahdollisuus tulee tutkia ja arvioida kulloinkin tapauskohtaisesti. Tämä arviointi tulee tehdä viimeistään asemakaavoitusvaiheessa. Yleiskaavoitusvaiheessa tulee huomioida hulevesien reitit, esimerkiksi avo-ojat, ja tehdä näille jo kaavoitusvaiheessa aluevaraukset. Imeyttämisen lisäksi tulee vesille varmistaa toimiva ylivuotomahdollisuus.

Kanta-Lappeenrannan alueella Salpausselän reunatasanteen alue on jo lähes täyteen rakennettu. Imeyttämismahdollisuuksia tällä alueella tulee tarkastella muun rakentamistoiminnan, kuten viemäriverkostojen saneerausten ja rakennusten korjausten tai uusimisten yhteydessä.

Kaupungin uudet asuinalueet tulevat sijaitsemaan kanta-Lappeenrannan alueella, pääasiassa Salpausselän reunatasanteen ulkopuolella. Näillä alueilla hulevesien imeyttäminen ei pääsääntöisesti onnistu, joten hulevedet tulee käsitellä ohjeen mukaisesti viivyttämällä niitä avo-ojissa ja kosteikoissa.

Salpausselän reunatasanteen eteläpuolella, distaaliosalla, hulevesien imeyttäminen ei pääsääntöisesti onnistu, vaan vesiä tulisi käsitellä muutoin, esimerkiksi kosteikkojen avulla. Kosteikoilla voidaan hulevesistä puhdistaa epäpuhtauksia sekä seurata hulevesien tilaa.

Reunatasanteen pohjoispuolella, proksimaaliosalla, hulevesien imeyttämiseksi on kohtalaiset mahdollisuudet. Tällä alueella tulee hulevedet jakaa mahdollisimman moneen purkupaikkaan sekä erityisesti tulee tutkia maan tiiviys.

Ydinkeskustaa lukuun ottamatta jo rakennetuilla alueilla ei ole tällä hetkellä tarvetta hulevesiviemäreiden kapasiteetin puolesta tehdä imeytys- tai viivytyjärjestelmiä. Mahdolliset toimenpiteet tulee kohdistaa hulevesiviemäreiden purkupäihin, joihin tulisi suunnitella ja joissa tulisi toteuttaa huleveden puhdistamiseen tähtääviä toimenpiteitä. Tällaisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi kosteikkojen tai imeytysaltaiden rakentaminen.

Hulevesienkäsittelyn kehittäminen vaatii tulevaisuudessa yhteistyötä monen toimijan kesken. Palvelutuotanto suunnittelee hulevesijärjestelmiä, jotka nykyisen käytännön ja lainsäädännön mukaan siirtyvät rakentamisen jälkeen Lappeenrannan Energiaverkot Oy:lle.

Energiaverkot Oy:n asiantuntemusta tarvitaan jo suunnitteluvaiheessa muun muassa mitoitusten osalta sekä vedenottamoiden sijaintien huomioinnissa vertailtaessa hulevesien käsittelymenetelmiä ja niiden sijainteja. Myös ympäristötoimen mukana olo suunnittelun aikana on tärkeää, jotta ympäristönsuojelulliset näkökohdat tulevat esille jo tässä vaiheessa. Kaavoittajan tulee huolehtia siitä, että kaavoituksen eri vaiheissa myös hulevesienkäsittelyn vaatimat tilavaraukset tehdään niille sopiviin paikkoihin huomioiden muu maankäyttö sekä hulevesien luontaiset kulkureitit. Palvelutuotannosta hulevesijärjestelmien suunnitteluun osallistuu katu- ja vesihuoltosuunnittelija sekä aina vihersuunnittelija, kun vesiä johdetaan puistoalueille.

Taulukko 2 Huleveden käsittelymenetelmien soveltuvuus Lappeenrannassa.

	Keskusta	Itäinen	Läntinen	Pohjoinen	Eteläinen OYK	Joutseno Ylämaa	Ranta- alueet
Imeyttäminen	x		x	x		x	x
Kosteikko		x	x	x	x	x	x

Taulukossa 2 on esitetty pääsääntöinen menetelmä, joka soveltuu Lappeenrannan eri osissa. Tapauskohtaisesti tulee kuitenkin tutkia menetelmän soveltuvuus ja tehdä kohteeseen suunnitelma hulevesien käsittelystä.

KUVAT

Kuva 1 Hulevedenkäsittelymenetelmien vaikutustavat, s. 11

Kuva 2 I Salpausselän poikkileikkaus, s. 13

Kuva 3 Maaperäkarttaa Lappeenrannasta, s. 14

Kuva 4 Maa-ainesten vedenläpäisevyyden likimääräinen arviointi, s. 16

Kuva 5 Maakerroksen vedenläpäisevyyden riippuvuus maan tehokkaasta läpimitasta, s. 17

Kuva 6 Läpäisemättömän pinnan vaikutus kaupunkialueen vesitaseeseen, s. 19

Kuva 7 Wawin Labkon Q-Bic hulevesikasetti, s. 23

Kuva 8 Esimerkki kiinteistökohtaisesta hulevesien imeyttämisestä, s. 24

Kuva 9 Imeytyspainanne, s. 25

Kuva 10 Kosteikkoja Kuopion asuntomessualueella v. 2010, s. 27

Kuva 11 Viipurin vanerin alueen asemakaava, s. 33

TAULUKOT

Taulukko 1 Laskennalliset ravinne- ja kiintoainekuormitukset maankäyttömuodoittain. s. 26

Taulukko 2 Huleveden käsittelymenetelmien soveltuvuus Lappeenrannassa. s.38

LÄHTEET

Ahponen, H. 2003. Kohti luonnonmukaisempaa taajamahydrologiaa. Teknillinen korkeakoulu Otaniemi. Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto. Diplomityö.

Federal Interagency SRWG 2000 ref. Metropolitan Council/Barr Engeneering Co, USA

Geologian tutkimuskeskus. Jäätikköjokimuodostumat.

http://www.gsf.fi/aineistot/mp-opas/jaatikkojoki_RM.htm (Luettu 20.12.2010).

Hakulinen, M. 2008. Ympäristögeotekniikan perusteet –luentosarja. Saimaan ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö.

Hulevesien hallinta-esiselvitys organisointimalleista. 2007. Taustaraportti. Hulevesityöryhmä. Suomen kuntaliitto.

Hyöty, P. 2007. Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät. Suunnittelukeskus Oy.

Koivisto, M. 2004. Jääkaudet. WSOY.

Korkka-Niemi, K. & Salonen, V-P. 1996. Maanalaiset vedet – pohjavesigeologian perusteet. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus. Vammalan kirjapaino Oy.

Lappeenrannan kaupungin hulevesisuunnitelma. 2011. Luonnosversio 4, tammikuu 2011. Lappeenrannan kaupunki.

Luonnonolosuhteet seutusuunnittelussa. 1986. Seutusuunnittelun keskusliitto.

Rantamäki, M. Jääskeläinen, R. & Tammirinne, M. 1996. Geotekniikka. Otatieto Oy.

Suunnittelukeskus Oy. 2007. Kuninkaantammen osayleiskaava-alueen hulevesien hallintasuunnitelma. Helsingin kaupunki. Kaupunkisuunnitteluvirasto. Yleissuunnitteluosasto.

Vesihuoltolain tarkistamistyöryhmän loppuraportti. 2010. Työryhmämuistio maa- ja metsätalousministeriö 2010:6.

Vesihuoltolaki 9.2.2001/119.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119> (Luettu 16.2.2010)

Ympäristölupa Dnro KAS-2009-Y-184-114. Viipurin vanerin alue. UPM-Kymmene Oyj.

