

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2024

Lotta Salminen

Saukonojantie 2 -asemakaava- alueen vesienhallinta

– Hulevesisuunnitelma ja työmaavesien hallinnan
tarkastelu



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikka

2024 | 56 sivua, 5 liitesivua

Lotta Salminen

Saukonojantie 2 -asemakaava-alueen vesienhallinta

- Hulevesisuunnitelma ja työmaavesien hallinnan tarkastelu

Liedon kaupunki on kiinnostunut keskusta-alueille soveltuvista hulevesihallinnan menetelmistä ja luontopohjaisten ratkaisujen lisäämisestä. Opinnäytetyö käsittelee Saukonojantie 2 -asemakaavalle laadittua hulevesisuunnitelmaa ja tarkasteltuja työmaavesien hallintakeinoja. Kirjallisuuskatsauksella selvitettiin hallintakeinoja savimaalle, havainnoinnilla tutustuttiin organisaation työtappoihin.

Alueella tarvitaan useiden hallintamenetelmien rinnakkaiskäyttöä. Olemassa olevien rakenteiden hyödyntäminen tukee monimuotoisuutta ja kustannustehokkuutta. Kasvillisuudella on merkittävä rooli hulevesien hallinnassa ja alueen kehittämisessä. Tiiviillä alueilla pintavalunnan muodostumista voi ehkäistä pienillä rakenteilla.

Keskusta-alueelle sopivat reilun kapasiteetin rakenteet runsaalla kasvillisuudella. Hulevedet tulisi huomioida kaavasunnittelun alusta lähtien, ja tässä suunnittelussa tarvitaan tiivistä yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Kaupungin tulee sitoutua kestävän kaupunkiympäristön kehittämiseen.

Asiasanat:

hulevesisuunnitelma, luontopohjainen hulevesihallinta, työmaavesien hallinta, savimaa

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy and environmental engineering

2024 | 56 pages, 5 attachments

Lotta Salminen

Water management at the Saukonojantie 2 city plan area

- Stormwater management plan and review of site water management

The City of Lieto is interested in stormwater management methods for urban areas and the addition of nature-based solutions. The thesis examines the stormwater management plan developed for the Saukonojantie 2 urban development area and the investigated techniques for construction water management. Literature review was used to study management methods for clay soil and observation was used to get acquainted with the organization's working methods.

Multiple management methods are needed in the area. Utilizing existing structures supports biodiversity and cost-effectiveness. Vegetation plays a significant role in stormwater management and area development. Runoff formation can be prevented with small structures in compact areas.

Structures with ample capacity and abundant vegetation are suitable for downtown areas. Stormwaters should be considered from the beginning of the planning process, requiring close cooperation between different stakeholders. The city must commit to developing a sustainable urban environment.

Keywords:

stormwater management plan, nature-based stormwater management, construction water management, clay soil

Sisältö

1 Johdanto	7
2 Menetelmät	9
2.1 Kirjallisuuskatsaus	9
2.2 Havainnointi	10
3 Vesienhallinnan keskeinen lainsäädäntö ja paikalliset määräykset	11
3.1 Lainsäädäntö	11
3.2 Liedon määräykset	13
4 Luonnonmukainen vesienhallinta	15
4.1 Luonnonmukaisia hallintamenetelmiä savimailla	16
4.1.1 Hulevesien hallintamenetelmiä	16
4.1.2 Työmaavesien hallintamenetelmiä	17
4.2 Hallintarakenteet sopeutumiskeinona	18
4.3 Hallintarakenteet biodiversiteetin edistäjinä	20
5 Saukonojantie 2-asemakaava	22
5.1 Kaavan esittely	22
5.2 Kasvillisuus ja luonto	24
5.3 Maaperä	26
5.4 Liikenne	27
6 Hulevesisuunnitelma ja työmaavesien hallintaehdotus	28
6.1 Hulevesisuunnitelma	29
6.1.1 Hulevesien viivytytys- ja varastointirakenteet	30
6.1.2 Sadepuutarhat ja muut istutusalueet	31
6.1.3 Viherkatot	32
6.1.4 Liiketoimitilan korttelialue	33
6.2 Työmaavesien hallintaehdotus	34
6.2.1 Kasvillisuuden säilyttäminen ja maaperän sitominen	34
6.2.2 Työmaan rakentamisjärjestys ja adoitus	35

6.2.3 Maankaivuun hallinta ja läjitys	35
6.2.4 Suojakaista työmaan ja Hanhiojan välissä	36
7 Pohdinta ja päätelmät Liedon vesienhallinnan tilasta	37
7.1 Hulevesihallinnan ja määräysten tila nyt	37
7.2 Liedon toiminnan potentiaaliset kehityskohteet	38
7.2.1 Luonnonmukaisuus kaavoitusprosessissa	38
7.2.2 Viranhaltijoiden yhteistyön tiivistäminen	39
7.2.3 Kaavamerkintöjen, määräysten ja ohjelman hyödyntäminen	40
7.2.4 Paikallisten ominaispiirteiden hyötykäyttö	41
7.2.5 Katse tulevaan ja mahdollisiin lakimuutoksiin	42
7.2.6 Suhtautumisen muutos luontopohjaisuutta suosivaan suuntaan	42
7.3 Luonnonmukainen hulevesihallinta keskusta-alueella yleisesti	43
7.4 Työmaavedet Liedossa	43
7.4.1 Hallinnan tila nyt	43
7.4.2 Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet	44
8 Yhteenveto	46
8.1 Kestävä vesienhallinta Liedon kaupunkistrategiassa	47
8.2 Tulosten ja päätelmien yleistettävyys	47
8.3 Liedon kaupungin toiminnan keskeiset muutosehdotukset	48
8.3.1 Luonnonmukaisen hulevesihallinnan suunnittelu ja edistäminen	48
8.3.2 Työmaavesien hallinnan kokeilu ja määräysten laatiminen	48
8.4 Luotettavuuden arviointi	49
Lähteet	51

Liitteet

Liite 1. Ensimmäinen kaavaluonnos

Liite 2. Alueesta luotu havainnekuva

Liite 3. Tutkimuskartta

Liite 4. Kairausdiagrammi 1

Liite 5. Kairausdiagrammi 2

Kuvat

Kuva 1. KTY-tonteilla käytettävä lauseke hulevesien hallinnasta	13
Kuva 2. Pientalotonttien vaatimukset tonttikohtaisesta hulevesihallinnasta	144
Kuva 3. Saukonojantie 2 -asemakaavaehdotus	233
Kuvat 4. ja 5. Kaava-alueelta 11.10.2023 ja 30.3.2024 otetut kuvat	255
Kuva 6. Havainnekuva hulevesisuunnitelmasta	29
Kuva 7. Esimerkki kivipesästä	31
Kuva 8. Vesialue-kaavamerkintä	38

Kuviot

Kuvio 1. Hulevesihallinnan periaatteet	15
--	----

Taulukot

Taulukko 1. Luonnonmukaisia hulevesien hallintakeinoja savimaille	17
Taulukko 2. Luonnonmukaisia työmaavesien hallintakeinoja savimaille	18
Taulukko 3. Liedon asemakaavojen hulevesien kaavamerkintöjä	37

1 Johdanto

Hulevesillä tarkoitetaan kiinteistöltä pois johdettavia sade- ja sulamisvesiä sekä rakennusperustusten kuivatusvesistä koostuvaa pintavaluntaa ympäristössä. Rakennetussa ympäristössä hulevesi muuttuu pintavalunnaksi, kun se ei pääse imeytymään vettä läpäisemättömien päällysteiden läpi. (HSY 2023; Vesi.fi 2023.)

Työmaavesillä tarkoitetaan työmaalle kertyviä tai työmaalla muodostuvia vesiä tai vetistä lietettä. Yksittäisen työmaan vedet voivat koostua monesta eri lähteestä; sade- ja sulamisvesistä, työmaalla työmenetelmissä syntyvistä vesistä, perustusten kuivatusvesistä tai työmaan läpi johtuvista vesistä. (Turun kaupunki 2017, 3; Oulun kaupunki 2021, 5.) Työmaavedet eivät kata esimerkiksi työntekijöiden sosiaaliiloissa syntyviä talousjätevesiä (Tampereen kaupunki n.d., 3), vaan liittyvät täysin työmaan työskentelytoimintaan. Käytännössä työmaavedet kattavat siis työmaan hulevedet sekä työmenetelmissä syntyvät vedet.

Leppäkosken ja Koposen (2024, 10–11) mukaan yksittäisilläänkin suunnitteluratkaisulla on kaupunkiympäristössä väliä toimivan ja turvallisen huleveden hallinnan sekä verkostojen kapasiteetin riittävyyden takaamiseksi. Suuret, kerralla syntyvät hulevesimäärät kuormittavat nykyisten kaupunkien ja taajamien putkiverkostojen kapasiteettia. Suurimmat putkistojen kuormitustekijät ovat ilmastonmuutoksen voimistava kertasadannan määrän kasvu sekä nykyisen tiiviin kaupunkirakentamisen trendi, jossa käytetään runsaasti vettä läpäisemättömiä pintoja. Kun hulevesiverkostot ovat saavuttamassa lähitulevaisuudessa peruskorjausikänsä, tulee kaupunkien pohtia huleveden hallinnan järjestämistä tulevaisuuden haasteisiin sopeutuen sekä taloudellisesti että ekologisesti kestävä näkökulman kannalta. Tällöin putkiverkoston kapasiteetin kasvattaminen ei yksinään vastaa tarvetta tai täytä näkökulmien vaatimuksia.

Työn tavoitteena oli laatia hulevesisuunnitelma Saukonojantie 2 –yleiskaava-alueelle sekä kartoittaa alueelle sopivia työmaavesien hallintamenetelmiä.

Liedon kaupunki on kiinnostunut keskusta-alueille soveltuvista hulevesihallinnan menetelmistä ja luontopohjaisten ratkaisujen lisäämisestä. Opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Liedon kaupungille. Työn toteutukseen tarvittavat tiedot on koottu kirjallisuuskatsauksena aiheeseen liittyvistä tutkimuksista ja muista julkaisuista yhdessä kaupungin materiaalien kanssa sekä yhdistämällä havainnoinnin kautta aiemmin opittua tietoa.

Kaupungin toiveena on hyödyntää tässä opinnäytetyössä esitettyjä taustatietoja ja päätelmiä kaava-alueen lopullisessa toteutuksessa. Liedossa ei ole aikaisemmin pilotoitu työmaavesien hallintaa, mutta yksittäisissä asemakaavahankkeissa on käytetty asuinalueen yhteisiä hulevesirakenteita kuten hulevesialtaita ja tulvatasanteita. Työn pääpaino on alueen hulevesisuunnitelmassa ja sen toteutuksessa, mutta rinnalla tarkastellaan työmaavesien hallintakeinojen mahdollisuutta ja soveltuvuutta alueelle. Työmaavesiä ja niiden hallintaa käsitellään siis rajallisesti vain tämän työn ja alueen kannalta oleellisten seikkojen valossa.

Saukonojantien tapaus on tyypillinen kaavoitustapaus Liedon ja useiden muiden lähikuntien alueilla, eli tiedot ja päätelmät ovat alueellisesti yleistettävissä. Saukonojantien tapauksen pohjalta tavoitteena oli miettiä yleisesti, millaisia hulevesien hallintakeinoja kaupunkialueilla voisi hyödyntää. Hulevesisuunnitelman menetelmissä ehtona oli kustannustehokkuus, jotta menetelmät ovat julkisen rahoituksen toteutettavissa ja ylläpidettävissä.

Paikallisista olosuhteista ja työn aiheen rajauksesta johtuen opinnäytetyössä hulevesiä käsitellään pääasiassa viivyttämisen ja johtamisen keinoilla sekä tarkastellaan työmaavesien hallintaa eroosion ennaltaehkäisevien menetelmien näkökulmasta. Kokonaisvaltainen työmaavesien hallinta koostuu eroosiovaikutusten ehkäisyn lisäksi työturvallisuudesta huolehtimisesta ja työmaavesien hallitusta johtamisesta pois työmaalta. Koska opinnäytetyö kirjoitetaan ennemmin kaupungin näkökulmasta kuin työmaaurakoitsijan, on tällöin kaupungin omistamilla alueilla työskentelyn ehtona vastuullinen työmaatyöskentely.

2 Menetelmät

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia yleisluonteinen hulevesisuunnitelma Saukonojantie 2-asemakaavalle. Tarkastelussa oli myös kaava-alueelle sopivien työmaavesien hallintamenetelmien tarkastelu. Arvioinnin ja päätöksenteon tueksi suunnitelmat ovat vaatineet teoriapohjaista taustatietoa olemassa olevista hallintamenetelmistä sekä paikallisista olosuhteista ja niiden vaikutuksista hulevesihallintaan. Hallintamenetelmien ja suunnitelmien tarkastelussa on otettu näkökulmaksi toimien monipuolinen hyödyntäminen myös tulevaisuudessa sekä niiden itseisarvon esille nostaminen luonnonmukaisen hulevesijohtamisen lisäksi.

2.1 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksessa tutustutaan ja tutkitaan jo olemassa olevia tutkimuksia tietyltä tutkimusalueelta. Tutkimuksien tuloksia kirjallisuuskatsauksessa arvioidaan sekä tiivistetään ja esitetään yhteen kootut tiedot jäsenneltyinä. Yhteen kootut tiedot toimivat pohjana uudelle tutkimukselle. (Salminen 2023, 1–3.)

Aiheeseen liittyvää aiempaa tutkimusaineistoa on tätä opinnäytetyötä varten etsitty esimerkiksi Turun ammattikorkeakoulun Finna-palvelusta, Finlexistä sekä Google Scholarista. Aineistoiksi valikoitui erilaisia tieteellisiä artikkeleita ja julkaisuja, lakitekstejä sekä erilaisia selvityksiä ja ohjeistuksia. Teoriaosuudessa on käytetty lähteinä myös muutamaa verkkosivua, mutta näiden sisältöjä on tutkittu rinnakkain ja verkkosivujen ylläpitäjätahot arvioitu luotettaviksi viitattuun tietoon nähden.

Lisäksi Liedon kaupunki tarjosi omia selvityksiä ja aineistoja hyödynnettäväksi teoriaosuuteen. Niitä on tässä työssä hyödynnetty, sillä työn aiheen luonteen vuoksi teoriaosuus on tarvinnut paikallista aineistoa.

2.2 Havainnointi

Havainnoinnilla pyritään ymmärtämään tapahtumia ja ihmisiä tutkimalla toimintaa niille luonnollisessa ympäristössä. Menetelmän avulla ympäristön tapahtumista tuotetaan kokemuksen kautta huomioita eli havaintoja, joita hyödynnetään lähtöaineistona. Paikan päällä havainnoidessa tutkittavasta kohteesta saa autenttista tietoa. (Vähämäki & Paalumäki 2011, 102–103.) Tässä työssä havainnointi on toissijainen aineistonkeruun menetelmä, sillä havainnot tukevat organisaation tuntemista ja täten työn päämäärien saavuttamista.

Suurin osa kaupunkien ja kuntien tehtävistä ovat lakisäätteisiä, mutta niiden sisäinen toimintatapa on organisaation päätettävissä lainsäädännön puitteissa. Opinnäytetyön laatija on työskennellyt useampana kesänä kaupungilla, jolloin organisaatio ja työskentelytavat ovat havainnointien kautta tulleet tutuiksi järjestelmällisen työskentelyn kautta. Havaintoja käytetään lähteinä jonkin verran, jolloin havainnointi toimii työn toissijaisena tutkimusmenetelmänä.

Havainnoinnin perusteella Liedon kaupunkikehityspalvelut on tiivis yksikkö, ja työyhteisöllä on potentiaalia nopeaan reagointiin työntekijöiden yhteistyön välillä. Suullista asiantuntijoiden tiedonvaihtoa hyödynnetään pienemmissä työtapauksissa. Virallisia lausuntoja vaativissa kehittämishankkeissa turvaudutaan herkästi muutaman virallisen palaverin ja eri osastojen lausuntojen varaan lopullisissa päätöksissä.

3 Vesienhallinnan keskeinen lainsäädäntö ja paikalliset määräykset

Hulevesiä koskeva lainsäädäntö on melko pirstaleinen, ja opinnäytetyön kirjoitushetkellä osa uusista määräyksistä on vielä astumassa portaittain voimaan lähitulevaisuudessa. Näistä syistä tässä opinnäytetyössä ei esitellä yksityiskohtaisemmin jokaista lainsäädäntöä ja määräystä erikseen, vaan esitellään ne yleisluonteisesti. Ajantasainen lainsäädäntö tulee aina tarkastaa Finlex-verkkopalvelusta.

3.1 Lainsäädäntö

Hulevesihallintaa koskevat tärkeimmät lainsäädännöt ovat maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL 682/2014) ja vesihuoltolaki (VHL 119/2001). Ohjaavia määräyksiä löytyy myös vesilaista ja tulvariskilaista. Lisäksi hulevesiin epäsuorasti liittyviä määräyksiä löytyy muistakin laeista, kuten ympäristönsuojelulaissa (YSL 527/2014), vesienhoitolaissa (VHJL 1299/2004), luonnonsuojelulaissa (1096/1996) sekä laissa kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa ja puhtaanapidosta (KatuL 669/1978). (Kuntaliitto 2017, 14.) Tässä opinnäytetyössä käsitellään kuitenkin vain työn aiheen kannalta oleellimmat ja käytännön ratkaisuja voimakkaasti rajoittavia määräyksiä.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa on asetettu yleiset hulevesihallinnan tavoitteet esimerkiksi asemakaava-alueella. Laki määrittää myös vastuutahot hulevesien hallinnassa. Kiinteistön omistaja tai haltija on vastuussa kiinteistöllä muodostuvien hulevesien hallinnasta, ja kunta vastaa tarvittavien hulevesihallinnan toimenpiteiden järjestämisestä vähintään asemakaava-alueella. Jos hulevesiä ei voi imeyttää kiinteistöllä tai ei johdeta vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkostoon, ne tulee johtaa kunnan hulevesijärjestelmään. (MRL 682/2014 13a:103c, 103e, 103i, 103f; Kuntaliitto 2017.)

Vesihuoltolain säädökset hulevesien osalta koskevat lähinnä hulevesien viemärointiä sekä viemäroinnin järjestämistä ja hoitamista (3 a). Kunnan kannalta merkittävin määräys löytyy pykälästä 17 a: Vaikka kunnan tehtävä on järjestää hulevesien hallinta, on kunnalla 17 a pykälän mukaan mahdollisuus neuvotella hulevesien viemäroinnin järjestämisestä vesihuoltolaitoksen avulla, esimerkiksi hulevesiverkostojen muodossa. (VHL 119/2001 3a, 3a:17a; MMM 2015, 10.)

Tulvariskilaissa, virallisesti laki tulvariskien hallinnasta, säädetään tulvien hallinnan suunnittelusta, myös hulevesitulvien. Tulvariskien hallinnasta tarkoituksiksi mainitaan tulvariskien vähentäminen, tulvien vahingollisten seurauksien ehkäiseminen ja lieventäminen sekä edistää tulviin varautumista. Kunnan tulee huolehtia hulevesitulvariskien hallinnan suunnittelusta, esimerkiksi 19 §:n mukaisen hallintasuunnitelman muodossa. (Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010 1–2, 19 §.)

Vesilain tarkoitus on edistää kestävästä vesivarojen käyttöä, ehkäistä vedenkäytöstä aiheutuvia haittoja sekä parantaa vesiympäristöjen tilaa. Vesilakia sovelletaan suurimmaksi osaksi vesitaloushankkeissa, sillä laki sisältää yleisiä säännöksiä hankkeista. (587/2011 1: 1–2; Kuntaliitto 2017, 18.)

Suoranaisesti työmaavesistä ei ole nykyisessä lainsäädännössä mainintaa, mutta näkökulman mukaan työmaavedet voidaan tulkita jätevedeksi ja jopa nestemäiseksi jätteeksi. Tällöin vaikutukset koskevat ympäristön pilaantumista ja sen ennaltaehkäisyä, joista määrätään tarkemmin ympäristönsuojelulaissa (527/2014) ja vesilaissa (587/2011).

Työmaavesien haitta-aineita ja negatiivisia ympäristövaikutuksia tutkitaan ja tiedostetaan Suomessakin enenevässä määrin, osittain myös ympäristöministeriön rahoituksella. Muutamalla kaupungilla on oma työmaavesien käsittelyyn ja hallintaan liittyvä opas, joista osaa ollaan parhaillaan päivittämässä. Joukossa on myös ensimmäisiä oppaitaan laativia kaupunkeja.

3.2 Liedon määräykset

Liedolla ei ole käytössä omaa hulevesiohjelmaa tai muuta toimintaohjetta ja määräyksiä hulevesien käsittelystä kaupungin alueella. Voimassa oleva lainsäädäntö ei velvoita kuntia hulevesiohjelman laatimiseen, mutta kunta voi sellaisen tarvittaessa hyväksyä (MRL 682/2014 13a: 103l).

Hulevesien hallintaa pyritään havainnoinnin perusteella huomioimaan Liedossa uusilla kaavoitettavilla alueilla varaamalla kaavasta vaihtelevasti tilaa viher-, suojaviheralueille tai asuinalueen yhteiselle keskitetylle hulevesihallinta-alueelle. Kaikissa kaavoissa hulevesille tarkoitettuja kaavamerkintöjä ei siis hyödynnetä, vaan kaavoitetaan viheralueiksi tai suojaviheralueiksi.

Liedossa on vuonna 2022 käytetty ensimmäisen kerran kuvan 1. mukaista lauseketta asemakaavamääräyksessä. Lauseketta on käytetty melko aktiivisesti lähes jokaisessa toimitilarakennusten korttelialueella (KTY-tontti) ensimmäisen kokeilun jälkeen ja käyttöä on tarkoitus jatkaa tulevaisuudessakin. Lopullisen päätöksen lausekkeen käytöstä asemakaavassa tekee kaavoittaja, mutta sen käytöstä on mahdollista keskustella suunnittelijainsinöörin kanssa.

KTY- tonteille on laadittava hulevesien hallinta- ja viivytyssuunnitelma, joka esitetään rakennusluvan yhteydessä. Suunnitelmassa esitetään hulevesien johtamisreitit sekä hulevesien viivytyksalueet. Tontin alueelle muodostuvia hulevesiä tulee viivyttää ensisijaisesti viivytysspainanteilla, altailla tai kosteikoilla. Viivytyksrakenteiden mitoitustilavuus on 1 m³//100 m²/ vettä läpäisemätöntä pintaa kohden. Viivytyksjärjestelmän tulee tyhjentyä noin 12-24 tunnin kuluessa täyttymisestään. Hulevedet johdetaan viivytyksen jälkeen ensisijaisesti hulevesiverkoston. Perustusten kuivatusvedet saa johtaa suoraan hulevesiverkoston.

Kuva 1. KTY-tonteilla käytettävä lauseke hulevesien hallinnasta (Liedon karttapalvelu, 2024).

Lausekkeen käytölle tai käyttämättä jättämiselle asemakaavoissa ei tällä hetkellä ole virallisia perusteluja tai vakiintunutta muuta menettelyä.

Lausekkeen kirjaamispäätökseen vaikuttavat hulevesitulvan arvioitu riski sekä purkupaikan kapasiteetti ja kunto.

Osassa uudemmissa pien- tai asuintaloalueilla on rakennusluvan yhteydessä pitänyt esittää tonttikohtainen hulevesien hallintasuunnitelma tai vaihtoehtoisesti rakentamistapaohjeissa on ollut kuvan 2. mukaisia vaatimuksia ja suosituksia hulevesien käsittelystä. Asuintaloalueilla ei tällä hetkellä ole yhtenäistä linjaa hulevesien käsittelyn osalta kaavamääräyksissä tai rakentamistapaohjeissa, mutta tällainen on kaupungilla pohdinnassa.

PINTAVESIEN KÄSITTELY

- Tonttien pintavesien johtaminen on toteutettava tonttien rajalle tehtävillä painanteilla/avo-ojilla. Avo-ojia ei saa putkittaa.
- Pihojen kallistukset tulee suunnitella siten, että poikkeustilanteessa pintavedet johtuvat avo-ojiin.
- Tonteille suositellaan toteutettavaksi pintavesien imeytysalueita sekä sadeveden talteenottoa kasteluvedeksi.

Kuva 2. Pientalotonteilla käytettävät vaatimukset ja suositukset tonttikohtaisesta hulevesihallinnasta (Liedon karttapalvelu, 2024).

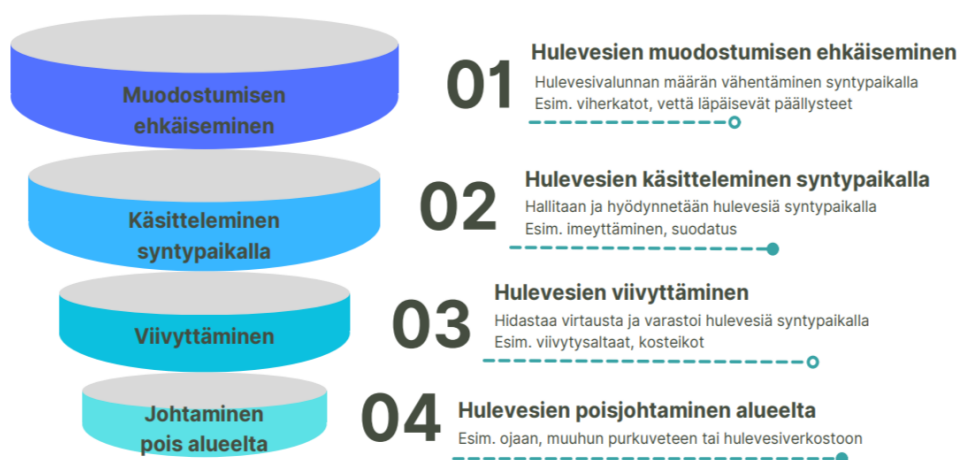
Myöskään työmaavesistä tai niiden hallinnasta ei Liedon kaupungilla ole toistaiseksi määräyksiä, käytäntöjä tai muuta toimintaohjetta. Havaintojen perusteella joillain työntekijöillä on toiveita Liedon mahdollisten omien työmaavesien hallintaa koskevien määräysten olemassaolosta ja näkevät ohjeistukset hyödyllisenä toiminnan kehittämisen kannalta.

4 Luonnonmukainen vesienhallinta

Luontopohjaisten ratkaisujen hyödyntäminen edistää monia kestävän tulevaisuuden tavoitteiden saavuttamista. Ne lisäävät kestävän kaupungistumisen edistämistä luoden samalla asukkailleen laadukkaan miellyttävän kaupunkiympäristön. Luontopohjaisilla rakenteilla ennallistetaan laadultaan heikentyneitä ekosysteemejä ja vahvistetaan niiden resilienssiä ympäristömuutoksille, kuten ilmastonmuutokselle. Luontopohjaiset rakenteet voivat tukea hiilinieluja ja edistävät kaupunkien sopeutumista. Esimerkiksi riskienhallinnassa luontopohjaisuus tarjoaa synergiahyötyjä perinteisten teknisten ratkaisujen rinnalle. (Euroopan komissio 2015, 4.)

Hulevesien hallinnan tavoitteena on parantaa paikallisen hulevesivalunnan laatua sekä kehittää alueen hydrologista kiertoa vastaamaan rakentamista edeltänyttä tasoa. Tämän saavuttamiseksi tulee alueellista vesienhallintaa tarkastella useista eri toimenpiteistä koostuvana kokonaisvaltaisena hallintasuunnitelmana yhden toimenpiteen sijaan. Kokonaisvaltainen hallinta kattaa yksittäiset toimenpiteet aina hulevesien syntypaikalta purkupisteisiin asti. (Kuntaliitto 2012, 18–20.) Kokonaisvaltaisen hulevesihallinnan periaatteet on listattu kaaviossa 1. priorisointijärjestyksessä.

HULEVESIHALLINNAN PERIAATTEET



Kuvio 1. Hulevesihallinnan periaatteet (Kuntaliitto 2012, 20).

Sillanpää (2022) jakaa rakentamisen aikaisten työmaavesien hallinnan kolmeen vaikutusalueeseen; työmaan käytäntöihin ja ohjeistuksiin, eroosion ehkäisyyn sekä valunnan käsittelyyn ja johtamiseen. Työmaavesien hallinnassa pääpaino näkyy usein työmaavesien alkulähteillä eli päästölähteiden vaikuttamisessa ja ennaltaehkäisyssä. Työmaavesien hallintamenetelmät ovat suurimmaksi osaksi tilapäisiä. Vaikuttavana tekijänä ovat työmaiden jatkuvat muutokset, jolloin väliaikaisten ja alueelle jäämättömien rakenteiden siirrettävyyttä ja muokattavuutta arvostetaan.

4.1 Luonnonmukaisia hallintamenetelmiä savimailla

Savi on hyvin hienojakoinen maalaji, joka jaetaan vielä alalajeihin koostumuksen ja syntyvän mukaan. Vesi ei pääse imeytymään hienojakoisen raekoon läpi kunnolla maaperän pohjakerrokseen asti. Tästä syystä vesi usein jämähtää savikerrokseen pitkiksikin ajoiksi pitäen saven jatkuvasti kosteana. Esimerkiksi lihavalla savella, mitä Saukonojantien maaperässä on runsaasti, vähimmäisvesipitoisuus on noin 60 % luokkaa. (Salonen, Eronen & Saarnisto 2002, 72–73, 86.)

Koska Saukonojantien alueen maaperä on hyvin savipitoinen (liitteet 4–5), on tässä opinnäytetyössä kannattavaa tarkastella nimenomaan savimaille soveltuvia luonnonmukaisia hulevesien hallintakeinoja ja niiden ominaisuuksia.

4.1.1 Hulevesien hallintamenetelmiä

Ominaisuuksiensa vuoksi saveen ei voi imeyttää vettä. Tämän takia Saukonojantien alueella hulevesien imeyttäminen ja sen toimenpiteet kaavion 1. mukaisesti eivät sovellu hulevesisuunnitelman osaksi. Alla olevaan taulukkoon 1. on listattu muita potentiaalisia hallintamenetelmiä, joita savimailla on mahdollista hyödyntää.

Taulukko 1. Savimaille soveltuvia luonnonmukaisia hulevesien hallintakeinoja (RT-103006 1, 3–5, 10–14, 16, 19, 22; RT-103007 2–3; RT-85-11203 2–3).

Rakenteet on numeroitu kaaviossa 1. esitettyjen toimenpidejaottelun mukaan.

Hallintakeino	Miten toimii	Haasteet savimaille	Mihin suositellaan
Läpäisevät päällysteet (1. Muodostumisen ehkäiseminen)	Päällyste läpäisee vedet pohjakerroksen karkeaan ainekseen. Hidastaa virtaamaa ja varastoi hulevesiä.	Tukkeumat ja isommat partikkelit poistettava säännöllisesti. Tiiviillä maaperällä vaatii massanvaihdon ja salaojan.	Vähäisen liikenteen alueille.
Kasvillisuus (1. Muodostumisen ehkäiseminen)	Hyödyntää maaperän kosteutta ja lisää haihduntaa. Suojaa eroosiolta, lisää pintakerroksen huokoisuutta ja veden läpäisevyyttä. Pidättää kiintoainesta, ravinteita ja haitta-aineita.	Lajien yksilölliset ominaisuudet ja sopeutuminen huomioitava. Leviäminen ja mahdollinen umpeenkasvu estettävä.	Virkistys- ja istutusalueille. Hyödynnettävissä lähes missä tahansa ympäristössä.
Viherkatot (1. Muodostumisen ehkäiseminen)	Kasvipeitteinen kattopinta, joka varastoi hieman hulevesiä ja hidastaa virtaamaa.	Riittävät kattorakenteiden kannattelevuus ja vedeneristys varmistettava.	Tiheään rakennetuille alueille, kun maantasalla tila puutteellinen.
Biosuodatus (3. Viivyttäminen)	Suodattaa valunnan eri maakerrosten läpi. Kasvillisuus hyödyntää hulevesiä ja lisää haihduntaa. Pidättää hulevesistä raskasmetalleja ja haitta-aineita.	Tiiviillä maaperällä vaatii massanvaihdon ja salaojan.	Alueille, jossa haitta-aineiden puhdistusta hulevesistä tarvitaan.
Viher-/viivytyypainanne (3. Viivyttäminen)	Muuta ympäristöä alemmalla oleva kasvillisuusalue. Voi olla karkealla aineksella täytetty kaivanto. Hidastaa ja varastoi hulevesiä.	Tulisi yhdistää imeyttävään rakenteeseen. Jäätyminen ennaltaehkäistävä. Tiiviillä maaperällä massanvaihto ja salaoja, jos kaivantorakenne.	Virkistys- ja istutusalueiden läheisyyteen tai pitkät kapeahkot alueet.
Lammikko (3. Viivyttäminen)	Muuta ympäristöä alemmalla oleva kasvillisuusalue, johon vesi lammikoituu. Pysyvä vesipinta. Tasaa virtaamaa, lisää haihduntaa, ja vähentää hulevesien ravinne- ja kiintoainekuormaa.	Vaatii tilaa ja ylivuotoreitin. Saisova vesi altistaa lietteen kertymiselle ja tiheälle huoltotarpeelle. Turvallisuus huomioitava syvyydessä, esim. leikkialueiden lähetyvillä.	Valmiille lammikoitumisalueille. Maata tulee voida kaivaa ongelmitta riittävän syvyyden saavuttamiseksi.
Kasvillisuus (1. Muodostumisen ehkäiseminen)	Hyödyntää maaperän kosteutta ja lisää haihduntaa. Suojaa eroosiolta, lisää pintakerroksen huokoisuutta ja veden läpäisevyyttä. Pidättää kiintoainesta, ravinteita ja haitta-aineita.	Lajien yksilölliset ominaisuudet ja sopeutuminen huomioitava. Leviäminen ja mahdollinen umpeenkasvu estettävä.	Virkistys- ja istutusalueille. Hyödynnettävissä lähes missä tahansa ympäristössä.
Viherkatot (1. Muodostumisen ehkäiseminen)	Kasvipeitteinen kattopinta, joka varastoi hieman hulevesiä ja hidastaa virtaamaa.	Riittävät kattorakenteiden kannattelevuus ja vedeneristys varmistettava.	Tiheään rakennetuille alueille, kun maantasalla tila puutteellinen.

4.1.2 Työmaavesien hallintamenetelmiä

Työmaavesien hallintakeinoja on useita ja monia eri keinoja voi käyttää samanaikaisesti. Yleisimpiä kaupungeissa käytössä olevia keinoja on listattu alla olevaan taulukkoon 2. Taulukon hallintakeinot kattavat useita yksittäisiä konkreettisia hallintaratkaisuja, joita kaikkia ei tässä työssä esitellä. Hallintakeinot esitellään yleisluontoisesti.

Taulukko 2. Savimaille soveltuvia luonnonmukaisia työmaavesien hallintakeinoja (Tampereen kaupunki n.d., 5–6; Lahden kaupunki, 10–15; Turun Ammattikorkeakoulu n.d., 10–12).

Hallintakeino	Mitä tarkoittaa käytännössä	Ennaltaehkäisee	Vaikutus työmaavesiin
Työmaan aikaiset kulkureitit, suunnittelu ja hallinta	Työmaan alueiden (ajoväylät, varastointialueet ym.) suunnitteleminen ennalta, muualla työmaatyöskentelyn tiimoilta ei liikuta.	Eroosio.	Suojelee kasvillisuutta, estää työmaan leviämistä ja maaperän tiivistymistä.
Jyrkkien luiskojen ja reunojen suojaus	Ympäristön jyrkkien reunojen ja luiskojen eroosiosuojaus esim. eroosiomatolla. Koskee alueella olevia reunoja sekä rakennettavia reunoja.	Eroosio.	Hidastaa ja imeyttää virtaamaa.
Kasvillisuuden säilyttäminen ja suojeleminen	Alueella säilytetään ympäröivää alueellista kasvillisuutta työmaasta huolimatta.	Eroosio, ympäristön pilaantuminen.	Pidättää haitta- ja kiintoaineita, hidastaa virtaamaa.
Väliaikaiset käsittelyrakenteet	Varastoivat tai hyödyntävät työmaavesiä. Vaikuttavat työmaavesien laatuun ja / tai määrään, esim. suojauspatat, viivytyksaltaat.	Ympäristön pilaantuminen.	Pidättää päätymistä ympäristöön sellaisenaan.
Valunnan ja virtausreittien hallinta	Ohjaa valunnan keskitettyihin virtausreitteihin, johtuvat pois työmaalta, esim. ojat työmaan ympärillä. Suositellaan rinnalle laatua parantavaa rakennetta.	Eroosio.	Pitää valunnan laadun alueelle tavanomaisena.
Rakentamisen ja maankaivuun hallinta	Minimoida samanaikaisten maanpinnan avaamisen. Kaivettujen maamassojen ja kaivantojen suojaaminen. Läjitysten sijoittaminen kasvillisuuskaistaleiden ympäröimäksi ja riittävän etäälle vesistöistä.	Eroosio, ympäristön pilaantuminen.	Suojelee kasvillisuutta ja estää työmaan leviämistä.

4.2 Hallintarakenteet sopeutumiskeinona

Keskilämpötilan jatkaessa nousuaan on mahdollista, että ilmakehään sitoutuu vettä entisestään lisäten voimakkaiden sateiden ja rankkasateiden riskiä. Suomessa on arvioitu sadetapahtumien lisääntyvän sadekertymän ja toistuvuusjaksojen osalta. Erityisesti tiiviisti rakennetuilla alueilla vettä läpäisemättömän pinnan osuus kokonaispinta-alasta on melko suurta, mikä lisää hulevesitulvien riskiä normaalia runsaampien sateiden aikoina. Haasteisiin voidaan paikallisesti sopeutua huomioimalla hulevesihallinta kokonaisvaltaisesti niin imeyttämisen ja viivyttämisen kautta sekä tarkastella tulvareittien tarpeellisuutta. (Toivonen ym. 2021, 14–15, 17–18.)

Suuret vettä läpäisemättömät pinta-alat atlistavat rankkasade- ja hulevesitulvien muodostumisen lähiympäristössä. Erityisesti rakennetuilla

alueilla vettä läpäisemättömän pinnan osuus on suuri. Sekaviemäreihin, eli jäte- ja hulevesien yhteisviemäriin, joutuessa runsas hulevesimäärä kuormittaa verkostoa ja vedenpuhdistamoita. (Ilmasto-opas 2023.)

Vihreä infrastruktuuri, johon luonnonmukaisen hulevesihallinnan ratkaisut kuuluvat, voi edesauttaa sopeutumistyötä muuttuvassa ympäristössä tuottamalla myös muita hyödyllisiä resursseja. Luontopohjaiset ratkaisut edistävät veden säilymistä omassa hydrologisessa kierrossa ja pyrkivät lieventämään kuivuutta ja sen keskittymistä tietyille alueille. Maaperän eroosioriski pienenee kasvipeitteisyyttä ylläpitäessä, mutta lisäksi tehostaa maaperän hiilensidontaa sekä veden varastointikykyä. (Euroopan yhteisöjen komissio 2009, 6.)

Hulevesihallinnassa ei tule keskittyä pelkästään viemäriverkoston laajentamiseen ja kapasiteetin kasvattamiseen. Hulevesiverkostojen kapasiteetin suurentaminen tiheillä asuinalueilla on haasteellista ja infrastruktuurin päivittäminen ilmastonmuutoksen haasteisiin suhteutettuna kallista. Viemäroinnin rinnalle tarvitaan tehokkaita luonnonmukaisia hulevesien hallintamenetelmiä, joilla saadaan tasattua rankkasateiden virtaamahuippuja. Luonnonmukaisuus monipuolistaa hallintaa ohjaamalla ja käsittelemällä hulevesiä useassa paikassa samaan aikaan erilaisien menetelmien yhdistelmällä. Monipuolisesti luonnonmukaisuuden ja viemäroinnin yhdistelyllä muodostetaan tehokas hulevesihallinta käsittelemällä hulevesiä useassa paikassa samaan aikaan. Tällä ehkäistään pintavalunnan muodostumista ja vähennetään taajamatulvien riskiä sekä turvataan infrastruktuurin pitkäikäisyys niin maan päällä kuin maan alla. (SYKE 2008, 8, 12, 93.)

Samanaikaisesti väestön keskittyessä yhä tiiviimmin asutuille kaupunki- ja keskusta-alueille, ympäristö- ja sääolosuhteiden ennustettavuus vaikeutuu merkittävästi. Tarve luonnonmukaisten hallintakeinojen lisäämiselle on äärimmäinen, sillä se suosii ennakoivaa ja sopeutuvaa aluesuunnittelua. Ennakoivan suunnittelun päätavoitteena on turvata toimivat ratkaisut pitkäikäisiksi myös tulevaisuuden haasteisiin. (Paloniemi ym. 2019a, 8, 47.)

Tulevaisuudessa rankkasadetulvia voi esiintyä vuodenajasta riippumatta ja varautuminen on entistä haasteellisempaa. Rankkasateet lisäävät taajamien ja pienvesistöjen rajujen tulvien todennäköisyyttä ja voimakkuutta. Samalla asutus keskittyy yhä voimakkaammin viemäröidyille alueille nykyisten vesi- ja viemäriverkostojen ikääntyessä entisestään. Varsinais-Suomessa suurinta kasvua ennustetaan Turun seudulle, kun todennäköisesti väestökato jatkaa kasvuaan saaristossa ja Salon alueella. (ELY 2021, 14, 16.)

4.3 Hallintarakenteet biodiversiteetin edistäjinä

Luonnonmukaista hulevesihallintaa toteutetaan hyödyntämällä veden omaan luonnolliseen kiertoon vaikuttavia tekijöitä. Paikallisen alueen ominaisuuksilla pyritään hallitsemaan hulevesiä sekä ennaltaehkäisemään taajaman hulevesitulvia. Luonnonmukainen hulevesihallinta tulee huomioida jo alueen maankäytön suunnittelussa esimerkiksi säästämällä alueen alkuperäistä luontoa tai muuten vähentämällä vettä läpäisemättömän pinnan määrää hulevesihallintaa varten pelkän hulevesien viemäroinnin sijaan. (Kuntaliitto 2012, 11, 19.)

Luontopohjaisia ratkaisuja toteutettaessa rakenteen mittakaavalla on vaikutusta varsinaisen biodiversiteetin, eli luonnon monimuotoisuuden edistämisessä. Monimuotoisuutta edistävä vaikutus ei välttämättä aina ole suoraan verrannollinen luonnonmukaisten ratkaisujen pinta-alaan nähden. Yksittäisillä pienemmilläkin rakenteilla voi olla suurta hyötyä paikallisen monimuotoisuuden edistäjänä rakenteen valinnasta riippumatta, jos lajistovalinta on arvioitu huolella. (Vikström ym. 2019, 11.)

Kaupunkielinympäristöjen luonnollista tilaa voi Kotiahon ja muiden (2015, 189) mukaan edistää monilla erilaisilla toimenpiteillä, riippuen alueesta ja kustannusrajaista. Esimerkiksi rakennetulla alueella, jossa maanpinta on pääosin vettä läpäisemätöntä päällystettyä, monimuotoisuutta edistetään kasvillisuuden lisäämisellä esimerkiksi kattorakenteisiin tai maanpintaan. Puistoalueilla taas monimuotoisuutta voi edistää kerroksellisen kasvillisuuden

käyttämällä ja säilyttämällä alueen puustoa. Rakennetuilla viheralueilla erityisesti kotimaisten kasvilajien suosimisella voi olla edistäviä vaikutuksia alueelliseen monimuotoisuuteen (Ahlvik ym. 2021, 9). Hallittu ja luonnollinen ympäristön hoitamattomuus sekä haitallisten vieraslajien torjunta lisäävät puistojen monimuotoisuutta. Tienpientareiden monimuotoisuutta edistävät haitallisten vieraslajitorjunnan lisäksi oikea-aikainen niitto ja lannoitteiden käytöstä luopuminen. (Kotiaho ym. 2015, 189.)

Hulevesirakenteiden biodiversiteettivaikutuksia voi edistää monipuolisella lajistovalinnalla. Kasvualustan ominaisuudet vaikuttavat tiettyjen kasvilajien menestymiseen sekä tiettyjen eliölajien sopeutumiseen. Kasvualustan päälle voi lisätä puunpaloja tai erikokoista kivikkoa tuomaan eliöille piilopaikkoja. (Paloniemi ym. 2019b, 12–13.)

Hulevesirakenteita lisäämällä voi muodostaa uusia ekologisia käytäviä, jolloin yksittäiset laajat viherrakenteet voivat yhdistää viheralueita toisiinsa (Valonia 2018). Ekologisten käytävien ja koko verkoston yhteyksien turvaaminen on edellytys luonnon monimuotoisuuden ylläpitämiseen myös tulevaisuudessa, joten käytävien yhteyksien luominen on tärkeää (C/O City 2017, 20).

Paikalliseen alueen olosuhteisiin sopeutuneita lajeja olisi tärkeää suosia uusia viherratkaisuja toteutettaessa lajien pysyvän asettumisen takaamiseksi. Toisaalta ympäristön monimuotoisuus on edellytys ekosysteemien toiminnalle. Luonnon monimuotoisuuden suurin uhka on kaupunkien rakentamishalun aiheuttama elintilan pienentyminen ja häviäminen. Vähentyvän elintilan vuoksi myös kaupungeissa ja keskusta-alueilla tulisi suosia biodiversiteettiä edistäviä ratkaisuja monipuolisilla kasvillisuusvalinnoilla. (C/O City 2017, 20.)

5 Saukonojantie 2-asemakaava

5.1 Kaavan esittely

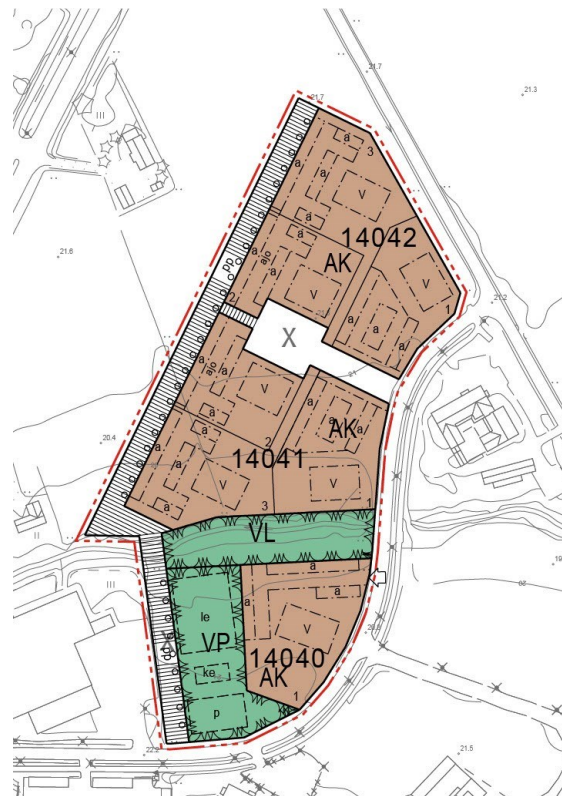
Saukonojantie 2 -asemakaava on Liedon keskustan tuntumaan suunniteltu kaava-alue Saukonojantien ja Simpukkatien risteyksessä, Hämeentien välittömässä läheisyydessä. Alue on tällä hetkellä pääosin kaupungin omistamaa avointa peltomaata, Hämeentien vieressä sijaitsee kaksi yksityisomisteista omakotitalokiinteistöä (Osallistumis- ja arviointisuunnitelma 2023, 5).

Ensimmäisessä kaavaluonnoksessa (liite 1) alue on kaavoitettu pääasiassa asuinkerrostalojen korttelialueelle (AK) sekä liikerakennuksen korttelialueelle (KL), ak-talot on kaavoitettu 5-kerroksisiksi ja kl-rakennus 2-kerroksiseksi. Kaavaa halkoo pohjoiseteläsuunnassa jalankululle ja polkupyörille varattu väylä (pp) erottaen asuinkerrostalojen ja liikerakennusten korttelialueet toisistaan. Pp-väylälle on kaavoitettu istutettavaksi puurivi.

Kaavan eteläpuolelle on varattu muutama lähivirkistysalue (VL) ja puistoalue (VP). Lähivirkistysalueiden läpi itä-länsisuuntaisesti virtaa Hanhiojan viimeinen avoin reitti, jossa on rehevää kasvillisuutta. Oma varastoi alueen hulevesiä ja viivyttää niitä hyvin hieman mutkittlevalla linjallaan. (Luontoselvitys 2012, 2–3.) Kaava-alueen jälkeen Hanhioja johtuu rumpuputkeen, ja lopulta reitti laskee keskustan länsipuolelta Aurajokeen kilometrin päässä kaava-alueen reunasta.

Aurajoki kuuluu Saaristomeren valuma-alueeseen, jossa pellot on pääosin keskittyneet jokien varsille tai niiden lähetyville. Eroosioriskit on erityisesti Aurajoen alueella merkittävä. Peltoalueiden maaperä on usein pehmeää savea, joka eroosioriskin lisäksi voimistaa valunnan mukana kulkeutuvien ravinteiden määrää. Osa pelloista on jokivarsien läheisyydessä melko jyrkkiä. Aurajoen vesistöalueella on myös jonkin verran turvetuotantoa intensiivisen maataloustoiminnan lisäksi, eikä joen varrella ole järviä tai suuria lampia tasaamaan virtaamahuippuja ja pidättämään kiintoaineita. (ELY n.d. 35, 39, 62.)

Kaavaehdotuksessa on kuvan 3. mukaisesti jätetty liikerakennusten korttelialue pois. Kaupungilla on kuitenkin intressejä kaavoittaa sama alue tulevaisuudessa KL-alueeksi. Saukonojan toinen kaavaluonnos etenee seuraavan kerran aikaisintaan vuoden 2024 syksyllä, kun alueella on suoritettu Museoviraston arkeologinen inventointi. Toinen kaavaluonnos viedään eteenpäin kuultavaksi ja kommentoitavaksi, mikäli inventoinnin löydökset eivät aiheuta poikkeustoimia. Opinnäytetyössä käsitellään kuvan 3. asemakaavaa.



Kuva 3. Saukonojantie 2 -asemakaavaehdotus (Liedon kaupunki 2023a).

Kaavasunnittelun tavoitteena on lisätä asuinrakentamisen mahdollisuutta keskustan läheisyydessä sekä tulevaisuudessa mahdollistaa yritys- ja liiketoiminnan edistämistä kaupungin alueella. Myös alueen liikennejärjestelyt ovat tarkastelussa. (Osallistumis- ja arviointisuunnitelma 2023, 5.)

Hämeentien reunusta kaavassa tullaan hyödyntämään maankäytön näkökulmasta jollain tavalla lähitulevaisuudessa. On selvää, että tällöin vettä läpäisemättömän pinnan määrä alueella tulee vielä lisääntymään merkittävästi.

Voidaan olettaa mahdollisen liiketoimitilan korttelialueen olevan lähes kokonaan asfaltoitu muiden samankaltaisten alueiden esimerkkien mukaisesti.

Havainnekuvassa (liite 2) on merkitty tilaa autokatoksille sekä taivasalla olevia ajoneuvojen pysäköintipaikkoja. Nämä tulee huomioida hulevesisuunnitelmassa valunnan määrässä sekä mahdollisesti jo ennakoita muodostuvan huleveden laatuun vaikuttavia tekijöitä.

Hämeentien läheinen sijainti tulee huomioida asuinalueen suunnittelussa. Osallistumis- ja arviointisuunnitelmassa (2023, 3, 5) todetaan alueen melutason ylittävän suositun päiväohjearvon keskiäänitason 55 dB, sillä Hämeentie on vilkkaasti liikennöity tie niin henkilöautojen kuin raskaankin liikennöinnin osalta.

Kaupunki toivoo uudesta asuinalueesta kaikilta osin mahdollisimman viihtyisän oloista ja näköistä, joten melua vaimentavan ratkaisun voi yhdistää alueen hulevesisuunnitelmaan esimerkiksi kasvillisuuden muodossa. Vaihteleva kasvillisuus pehmentää ruuhkaisen Hämeentien liikennemelua luoden myös vehreämpää kokonaisilmettä alueelle ja toimii monikäyttöisesti vehreänä elementtinä vaimentaen liikennemelua. Haaste on saada vihreän kasvuston tuoma meluhyöty myös kasvukauden ulkopuolella syksy- ja talviaikoina soveltuen kuitenkin alueen ominaispiirteisiin.

5.2 Kasvillisuus ja luonto

Alueelle on tehty Luontoselvitys (2012), jota on osittain hyödynnetty kaavaselostuksessa. Vaikka selvitys on 12 vuotta vanha, se on edelleen paikkaansa pitävä tämän työn kannalta olennaisissa asioissa, kuten yleisen aluekuvauksen ja kasvillisuuden suhteen. Opinnäytetyön tekijä on käynyt maastossa paikan päällä tarkistamassa ja havainnoimassa tilanteen 11.10.2023 ja 30.4.2024. Nopeasti edennyt syksy (kuva 4.) ja hitaasti edennyt kevät (kuva 5.) toivat haasteita lajiston tunnistamiseen, mutta silmämääräisesti arvioituna tuki luontoselvityksen tuloksia. Keväällä virtaamaa oli syksyä enemmän.



Kuvat 4. (vasemmalla) ja 5. (oikealla). Saukonojantie 2-kaavaalueen VL-alueen vasemmasta reunasta otetut kuvat.

Luontoselvityksessä (2012, 2–3) todetaan Hanhiojan uoman mutkittelevan jonkin verran, muttei ole luonnontilainen. Lähempänä uoman pohjaa kasvaa kosteissa oloissa viihtyvää kasvillisuutta, kuten korpikaislaa ja osmankäämiä, erilaisia sara- ja vehkalajeja sekä yksittäisinä esiintyminä järviruokoa. Uoman reunoilla ja pientareilla kasvaa pääasiassa erilaisia niitty-, heinä- ja ruohovartisia kasveja. Kasvillisuus on asettunut kosteudensietokyvyn mukaan uoman reunustoille.

Alueella ei esiinny minkään lainsäädännön tai muun säännöksen nojalla suojeltavia lajeja. Uomaa suositellaan jätettävän muokkaamattomaksi avo-ojaksi alueelle. Alueella on havaittu vaaraantunut kivitasku ja silmälläpidettävä niittykirvinen. Lajien esiintymisestä ei ole seurannut maankäytön suosituksia tai rajoituksia. (Luontoselvitys 2012, 3.) Kyseisten lajien esiintyvyyttä alueella ei ole selvitetty vuoden 2012 jälkeen, mutta lajien uhanalaisuusluokitukset ovat uuden selvityksen jälkeen muuttuneet parempaan suuntaan (Punainen kirja 2019).

Kasvillisuuden menestymisestä voi päätellä, että kasvillisuus on alueen ominaispiirteisiin sopeutuva. Kosteutta hyvin sietäviä kasveja tulee hyödyntää hulevesirakenteiden verhoilussa, sillä kuivempinakin aikoina maaperästä löytyy jonkin verran kosteutta. Kasvien ominaisuuksia huomioiden voisi yrittää tuoda

myös uusia pölyttäjäystävällisiä lajeja. Alueella jo menestyvillä lajeilla on valmis kanta olemassa, jolloin luontainen leviäminen alueen sisällä on mahdollista. Myös mahdollisten vieraslajien esiintyminen ja uoman umpeen kasvu tulee huomioida rakenteiden hoidossa. Rakenteiden tulisi pysyä avoimina suurimman osan vuodesta huleveden virtaaman ja laadun hallinnan edistämiseksi.

5.3 Maaperä

Saukonojantien alueella on vuonna 2015 suoritettu maanpinnan korkeusmittaukset sekä maaperätutkimus. Kaava-alue on noin 20 metrin korkeudella merenpintaan nähden ja kokonaisuudessaan melko tasainen alue; kaavan sisäinen korkeusvaihtelu on 20,1–21,9 metrin väliltä (liite 3). Kairaustietojen mukaan alueen maaperä on runsassavinen. Pintamaaperässä on hyvin ohuet kerrokset humusta ja kuivasavea, suurin osa maaperästä on lihavaa savea ja vain muutamat viimeiset syvyysmetrit ovat sora-moreenia. (liitteet 4–5.) Uusia tutkimuksia alueella ei ole tehty vuoden 2015 jälkeen, mutta oletettavasti tilanne ei ole olennaisesti muuttunut.

Alueen pintakerrokset koostuvat humuksesta ja kuivakuorisavesta, pääasiassa maaperä on savea. Rönkän ja Niinin (1969, 1, 33) mukaan humus on pääosin kasvien ja eläinten jätteistä koostuvaa, pitkälle maatunutta orgaanista ainesta. Pintakerroksen kuivakuorisavi eli kuivunut savi löytyy yleensä päällimmäisten kasvukerrostien ja varsinaisen savikerroksen välistä ja toimii eristävänä kerroksena kosteammille maaperille (Sitowise 2024; Rönkä & Niini 1969, 1, 33;).

Savi on hyvin hienojakoinen maalaji ja sen vedenläpäisevyys on heikko moniin muihin maalajeihin nähden. Lihavan saven kosteuspitoisuus on vähintään puolet kokonaiskapasiteetista, joten kosteuden sitomiskyvyn kapasiteetti on luonnostaan lähes täynnä. (Salonen, Eronen & Saarnisto 2002, 72–73, 86, 99.)

Melko tasaisella, kosteuspitoisella savimaalla ei ole suuria imeytymismahdollisuuksia, minkä voi havaita seisovina vesialueina. Erityisesti keväisin sekä leutoina talvina alueelta on tullut asukkailta valituksia laajalti

seisovista vesistä. Pintakerroksen humus ja kuivakuorisavi imevät itseensä jonkin verran kosteutta, mutta kapasiteetti ei Savijoen alueella riitä imeyttämiseen tällä hetkellä, saati tulevaisuudessa vettä läpäisemättömien pintojen lisääntyessä merkittävästi.

Koska kuivakuorisavi on nimensä mukaisesti kuiva savikerros, se halkeilee niin kuin muutkin kuivuneet maalajit ja on täten hyvin altis eroosiolle. Riskiä lisäävät työmaaolosuhteet, kun alueella liikkuu työntekijöitä ja useita raskaita työmaakoneita samanaikaisesti. Eroosioriski kuivalla ja herkästi halkeilevalla maalla on suuri, kun maaperä on kovalla käytöllä rakennusprojektien ja vaihtelevien sääolosuhteiden yhteisvaikutuksen alaisena. Työmaakoneet myös painavat maaperää tiiviimmäksi, jolloin vesiä imeytyy entistä vähemmän.

5.4 Liikenne

Saukonojan kaava sijaitsee vilkkaasti liikennöidyn Hämeentien (valtatie 10) välittömässä läheisyydessä. Hämeentie kulkee Turusta Hämeenlinnaan ja sitä hyödyntävät niin henkilö- kuin raskasajoneuvoliikenne. Liikennöinti Hämeentiellä aiheuttaa melu- ja tärinähaittaa tien lähiasutuksille koko Liedon kaupungin alueella.

Liikenne ja ajoneuvojen pysäköinti on yksi yleisin hulevesien laatuun vaikuttava ja eniten epäpuhtauksia aiheuttava tekijä. Liikenne aiheuttaa päästöjä pakokaasujen lisäksi ajoneuvojen osien, kuten renkaiden ja jarrujen, kulumisesta. Toisaalta myös katu- ja tiepintojen kulumisesta aiheutuu vesistöön kulkeutuvia päästöjä. Yleisimpiä muodostuvia haitta-aineita ovat kiintoaine ja erilaiset raskasmetallit sekä PAH- ja hiilivety-yhdisteet. (Kuntaliitto 2012, 126.)

Alueella liikennejärjestelyt ovat uudelleen tarkkailussa niin asuinalueen kuin mahdollisen liiketoimitilan osalta. Liikennöinti alueella tulee lisääntymään, lisäksi vilkkaat ja itäisen keskustan keskeiset ajoväylät ovat Saukonojantien kaavan välittömässä läheisyydessä. Voidaan myös olettaa muiden samankaltaisten alueiden esimerkkien mukaisesti, että liiketoimitilan korttelialue oltaisiin päällystämässä kokonaisuudessaan asfaltilla.

6 Hulevesisuunnitelma ja työmaavesien hallintaehdotus

Hulevesisuunnitelman tärkein ja rajaavin osuus oli alueelle laadittu asemakaavaluonnos ja sen kaavamääräykset. Koska kaupungilla on intressejä kaavoittaa liiketoimitilan korttelialue tulevaisuudessa, voidaan olettaa alueen tulevan vastaamaan suurimmalta osalta ensimmäistä kaavaluonnosta.

Suurin osa alueesta on kaavoitettu asuinrakentamiselle, ja jäljelle jätettyjen virkistys- ja viheralueiden sijoittelu kaavassa on yksiselitteinen.

Hulevesisuunnitelman vaihtoehtoisia paikkoja tai reittejä rakenteiden toteutukseen ei jäänyt muita vaihtoehtoja kuin hyödyntää asemakaavan viheralueita sekä jalankululle ja pyöräilylle jätettyä väylää hulevesisuunnitelman pääväylinä.

Liedon kaupungin ainoa toive hulevesisuunnitelmasta oli kustannustehokkaat ratkaisut. Kustannustehokkuus kytkeytyy vahvasti myös helppohoitoisuuteen ja kohtuullisiin hoitokustannuksiin, sillä nämä ovat tulevaisuudessa jatkuvia kustannuksia hulevesirakenteiden valmistumisen jälkeenkin.

Kustannustehokkuus ja helppohoitoisuus muodostuivat näin yhdeksi tärkeimmiksi suunnitelmien lähtökohdiksi. Muita suunnitelmassa varteen otettavia huomioita toivat alueen ominaispiirteet maaperän ja korkeusvaihteluiden näkökulmista sekä luontoselvityksen suositus Hanhiojan koskemattomuudesta. Loppuvaiheessa suunnittelua ohjasi alueen kasvillisuus.

Saviojan kaava-alueen maaperä on hyvin savipitoinen ja melko tasainen, mitkä eivät edistä alueelle muodostuvien hulevesien virtaamista ja imeytymistä maaperään. Imeyttämisratkaisut on rajattu hulevesisuunnitelmasta kokonaan pois, tämä arviointi tuli myös kaupungin puolelta.

Pintakerroksen humus ja kuivakuorisavi imevät vettä jonkin verran, mutta imeyttämisen kapasiteetti on liian vähäinen tarpeeseen nähden. Toisaalta koskemattomana säilytettävä Hanhioja toimii valmiina reittinä hulevesien viivyttämiseen ja varastointiin, mikä lopulta johtaa valunnan pois alueelta.

Saukonojantien tapauksessa kannattaa hyödyntää Hanhiojaa kustannusten minimoimiseksi ja vehreysarvon ylläpitämiseksi.

Hulevesisuunnitelman tavoitteena on viivyttää hulevesiä koko kaavan pituusmittaisella rakenteella ja johtaa ne lopulta Hanhiojaan. Viivytyksrakenteen varrella hyödynnetään mahdollisimman paljon kasvillisuutta. Kasvillisuuden etuja hyödynnetään myös melun vaimennuksessa, viihtyvyyden ja biodiversiteetin edistämässä. Hanhiojan putkitettu osuus on kapasiteetiltaan reilu ja todennäköisesti kestää asuinalueen tavallisen hulevesikuormituksen.

6.1 Hulevesisuunnitelma

Edellä manituista lähtökohdista muodostui kuvan 6. mukainen suunnitelmaehdotus Saukonojan hulevesisuunnitelmasta. Suunnitelman hallintamenetelmien pääpaino on hulevesien viivyttämisessä, mutta viivyttämistä tuetaan ja tehostetaan muiden hallintamenetelmien hyödyntämisellä.



Kuva 6. Havainnekuva Saukonojantie 2-kaavan ehdotetusta hulevesisuunnitelmasta.

Yhden hallintamenetelmän hyödyntäminen hulevesihallinnassa ei useinkaan riitä Saukonojan kaltaisiin olosuhteisiin. Viivyttäminen ei yksinään edistä riittävän tehokkaasti muuttuviin olosuhteisiin sopeutumista eikä edesauta valunnan syntymisen ehkäisyssä. Lisäapua näihin haasteisiin toisivat asuinkerrostalon korttelialueelle suositeltavat erilaiset hallintamenetelmät.

Suunitelman tarkoitus on toimia hallintaratkaisujen ehdotuslistana Saukonojantielle ominaispiirteet huomioiden. Oletuksena siis on, ettei kaikkia suunnitelmassa esitettyjä ratkaisuja hyödynnetä, vaan lopulta kaupunki valitsee haluamansa hallintarakenteet. Tärkeimmät suunnitelmassa esitetyt ratkaisut ovat avouomat viivytyksrakenteineen sekä Hanhiojan eroosiosuojaus.

6.1.1 Hulevesien viivytyks- ja varastointirakenteet

Kaava-alueen läpi kulkee kaksi Hanhiojan tyylistä ja lopulta Hanhiojaan laskevaa avouomaa jalankululle ja polkupyörälle varatun väylän rinnalla. Avouomat eivät ole täysin suorina, vaan loivasti mutkittelevia, ja niissä on runsasta kasvillisuutta. Pohjoisesta etelään kulkevassa avouomassa tulisi levennetty hieman jyrkempi mutka, joka toimisi myös pienehkönä viivytyksaltaana ennen Hanhiojaan laskemista. Kevyen liikenteen ollessa avouoman lähettyvillä, suositellaan siitä tehtävän kantava rakenne uoman tulevia huoltotöitä varten.

Tilavat vesirakenteet, kuten ojat ja uomat, varastoivat hulevesien lisäksi tarvittaessa lunta talviaikoina. Jos rakennetta hyödynnetään lumen säilöntään, tulee rakenteen virtaussuunnan pysyä sulamisvesille avoimen tulvien ennaltaehkäisemiseksi. (Ilmastokestävä kaupunki 2014, 33, 40.)

Savipitoisen maaperän ja ohuen kasvillisuuskerroksen yhdistelmällä Saukonojan alue on eroosioherkkä erityisesti Hanhiojan reunoilta. Jotta eroosion haittavaikutuksia saadaan ennaltaehkäistyä myös Hanhiojan seinämillä, tulee uusien uomien ja Hanhiojan yhdistymiskohdassa olla eroosiosuojaus. Yksinkertaisin ja kustannustehokkain ratkaisu on muodostaa, esimerkiksi kuvan 7. idean mukaiset kivipesät virtaaman tasaamiseksi.



Kuva 7. Esimerkki kivipesästä Pääskytuoren alueelta. Kuva otettu 4.11.2023.

Asemakaavan pohjoisosan kulma-alue löytyy ensimmäisestä kaavaluonnoksesta, toisesta luonnoksesta pohjoiskärki on poistettu. Alue on kaavoitettu osaksi jalankululle ja polkupyörille varattua katua. Mikäli kulma kaavoitetaan tulevaisuudessa uudestaan, on siihen suositeltavaa kuvan 6. mukaisesti muodostaa runsas sadepuutarha tai viivytyssallas osana hulevesisuunnitelmaa. Mahdollisen viivytyksaltaan ylivuotoreitti johtaisi avouoman alkulähteelle. Samaa ratkaisua suositellaan toteutettavaksi kaavan eteläosan tyhjälle viheralueelle.

Koska imeyttäminen ei savimaalla ole mahdollista, on pienen hulevesimäärän muodostumisen ehkäiseminen tärkeässä osassa avouomien kapasiteetin riittämisen turvaamiseksi. Saukonojantielle sopivat hulevesien muodostumista ehkäisevät hallintakeinot liittyvät pitkälti kasvillisuuden ja yleisesti viherpinnan lisäämiseen. Tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi viherkatot ja sadepuutarhat sekä muut istutus- ja kasvillisuusalueet.

6.1.2 Sadepuutarhat ja muut istutusalueet

Saukonojantien alueen hulevesien suuri päästölähde on liikenne, josta tulee erilaisia haitta-aineita. Saukonojantien hulevesiä on suositeltavaa käsitellä ennen Hanhiojaan johtamista, sillä Hanhioja johtaa melko pian kaava-alueen

jälkeen Aurajokeen. Aurajokeen päätyvä valunta on jo valmiiksi ravinne- ja haitta-ainepitoinen sekä päästölähteiltään monipuolinen. Ravinteiden ja kiintoaineiden pidätyksen lisäämiselle on tarvetta, jotta ehkäistään suurimpien haitta-aineiden pääsy Aurajokeen, ja näin edistää koko alueen varrella olevien vesistöjen hyvinvointia. Tämä voi tuntua vähäpätöiseltä, mutta Wahlroos (2022, 108) muistuttaa jokaisen valuma-alueen osan pitäisi nähdä vaalittavana ja arvokkaana osana veden kiertoa ja vesistöjen hyvinvointia.

Rakenteiden kasvillisuusvalinnoissa tulee huomioida alueella jo menestyvä lajisto, kasvillisuuden kerroksellisuus sekä pölyttäjäystävällisyys. Uomien istutuskohtien valinnassa tulee huomioida lajin kosteudensietokyky eli enemmän kosteutta vaativat kasvit tulee sijoittaa uoman pohjalle, vastavuoroisesti kuivuutta sietävämmät kasvit sijoitetaan uoman reunalle ja sen yli suoja-alueeksi. Lajivalinnoilla pystyy edesauttamaan Hanhiojan ja läheisten viheralueiden ekosysteemien yhdistymistä sekä eri lajien kohtaamista Saukonojantien alueella.

Kaavan keskiosan ajoneuvojen kääntöpaikan keskiön jättäminen avoimeksi ja asfaltoimattomaksi antaa tilaa istutusalueelle. Sadepuutarhamaisen runsas ja kerroksellinen lajisto pidättää ajoneuvojen haitta-aineiden päätymistä avouomiin sekä hyödyntää hulevesiä monipuolisesti lajin ominaisuuksien mukaan, myös hieman syvemmältä maaperästä.

Asuinkerrostalojen sisäänkäynneillä istutusalueet hyödyntävät oman osansa alueen hulevesistä. Istutusalueissa on myös mahdollista kokeilla osittaista vesisäilöntää, esimerkiksi rännien kautta tulevista kattovesistä.

6.1.3 Viherkatot

Viherkatoilla voi pienentää valuntahuippuja, kun katon kasvillisuuskerros pidättää, imeyttää ja haihduttaa valuntaa. Pidättyminen on riippuvainen sää- ja vuodenajan olosuhdemuutosten lisäksi katon kaltevuudesta sekä kasvukerroksen paksuudesta ja lajiston moimutoisuudesta. Katon kantavuuskyky tulee huomioida katon suunnittelussa. (RT-85-11203 2016, 2.)

Asuinalueelle suositellaan toteutettavaksi viherkattoja, sillä niistä on apua erityisesti kaavan länsipuoleisten autokatosten katoilla. Katokset sijaitsevat avouoman välittömässä läheisyydessä, joten viherkatoilla saa vähennettyä erityisesti uoman lähettyvillä muodostuvia hulevesiä kasvukerroksen hyödyntäessä ja pidättäessä jonkin verran vettä. Asuinkerrostalojen katoille viherkattoja ei suositella huoltotöiden haastavuuden vuoksi, sillä kerrostalot on kaavoitettu 5-kerroksisiksi.

6.1.4 Liiketoimitilan korttelialue

Vaikka liiketoimitilan korttelialue ei tässä työssä käsiteltyyn kaavaluonnokseen sisälly, tulee sen alueen vaikutukset huomioida tulevaisuutta silmällä pitäen hulevesisuunnitelmassa. Kaupungin tulee vaatia alueen omistajalta ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä avouomien ja muiden rakenteiden suojelemiseksi, sillä liiketoimitilan alueen hulevesiä päätyy väistämättä uomiin.

Öljyä ja raskasmetalleja päätyy hulevesiin usein esimerkiksi laajoilta pysäköintialueilta sekä tie- ja katualueilta. Myös logistiikkakeskusten ja teollisuuslaitosten alueilta kulkeutuu erilaisia haitta-aineita hulevesien mukana ympäristöön. Haitta-aineet ja raskasmetallit sitoutuvat hiekkaan ja muihin partikkeleihin, joita kulkeutuu myös hulevesien mukana päällystetyiltä pinnoilta. (Ilmastokestävä kaupunki 2014, 41.)

Liiketoimitilan alueelle on kaavassa varattu laaja alue pysäköimispaikaksi (p). Oletuksena alueen lopullisesta toteutuksesta on asfaltoitu parkkialue, jolloin ajoneuvojen kautta kulkeutuvien haitta-aineiden pitoisuudet voivat olla huomattavia verrattuna pelkän taajama-asumisen hulevesien laatuun. Liiketoimitilan tulevalta omistajalta tulee tästä syystä edellyttää kasvillisuuden säilyttämistä erityisesti korttelin raja-alueilla, jotta haitta-aineita saadaan pidätettyä.

Tulevan liiketoimitilan pysäköimisalueen hulevedet tulee ohjata hiekan- ja öljynerotuskaivon kautta ennen avouomaan johtamista, jotta uoman rasitusta vähennetään ja isommat tukkeutumiset vältetään. Erotuskaivot pidättävät ja

estävät myös jonkin verran haitta-ainepitoisuuksien pääsyn uomiin ja sitä kautta vesistöihin.

6.2 Työmaavesien hallintaehdotus

Työmaavesien hallinnassa on suositeltavaa huomioida kustannustehokkuus hulevesihallinnan tapaan, sillä toimenpiteet näkyvät lopulta kaupungin kuluina. Kustannustehokkuutta voi edistää Saukonojalla suunnittelemalla etukäteen työmaatyöskentelyn toteutusta ennen varsinaisen työn aloitusta.

Hulevesisuunnitelman rakenteet tulee muodostaa alueelle ennen varsinaisen rakentamisen aloittamista ja hyödyntää hallintarakenteita myös työmaavesien hallinnassa. Työmaavedet tulee ohjata keskitetysti uomaan viivytystä ja poisjohtamista varten. Mikäli uomaa ei muodosteta ennen työmaatyöskentelyä, tulee työmaavedet säilöä keskitetysti kaivantorakenteeseen, josta työmaavesiä voi hiljalleen johtaa Hanhiojan uomaan suojaviheralueen kautta.

6.2.1 Kasvillisuuden säilyttäminen ja maaperän sitominen

Työmaavesien aiheuttaman eroosion yksinkertaisin ja halvin hallintakeino on säilyttää työmaa-alueella alkuperäistä kasvillisuutta mahdollisimman paljon. Kasvillisuus pidättää työmaavesien kiintoainesta sekä hidastaa virtaamaa. Kasvipeitteistä aluetta kannattaa olla työmaan lähetyvillä laajalti, jotta eroosion ennaltaehkäisyä tehostetaan entisestään. Maankaivuutöitä kannattaa suorittaa vain muutama alue kerralla, jotta myös kasvillisuuden peittämät alueet suojaavat muuta ympäristöä eroosiolta. (Turun työmaavesiopas 2017, 6.)

Työmaatyöskentelyn aikana kasvillisuuden pysymistä uhkaavat raskaiden työmaakoneiden jatkuva liikkuminen alueella sekä useiden avoimien maamonttujen kaivaminen samanaikaisesti. Nämä molemmat heikentävät entisestään vesien imeytymistä ja vauhdittavat herkän maaperän eroosiota.

Rakentamiselta valmistuvien alueiden maaperä tulee sitoa välittömästi sitä mukaan, kun alue ja sen osia valmistuu. Maanpinta tulee viimeistellä viipymättä valmistuvien alueiden edessä ja kasvillisuutta tulee istuttaa sellaisiin kohtiin, joista se on muutoin hävinnyt esimerkiksi työmaan alueelta.

6.2.2 Työmaan rakentamisjärjestys ja adoitus

Osana työmaavesien hallintaa työmaakoneille tulisi suunnitella huolella pääreitit, joita pitkin ne pääasiassa kulkevat työmaa-alueen sisällä. Jotta työmaakoneiden reittejä ei tarvitse muodostaa useaa kertaa, tulee tätä ennen tietää alueen sisäinen rakentamisjärjestys. Tarkoitus on välttää muualla ympäröivällä alueella liikkumista, jolloin työmaan sisäiset väylät pysyisivät koko työmaan ajan samoina ja maata kaivetaan vain välttämättömistä kohdista.

Lisäksi työmaa-alue tulee aidata kauttaaltaan ja jättää ympäröivät alueet koskemattomiksi. Tällä edistetään työmaatoiminnan ja rakennusmateriaalien pysymistä työmaan sisällä ja välittömässä läheisyydessä estäen työmaa-alueen leviämisen sekä suojella alueen muuta ympäröivää maaperää ja olemassa olevaa kasvillisuutta. Aidoitus on kustannustehokkain työmaavesien hallintaratkaisu sekä keino varjella alueen kasvillisuutta yhdessä huolellisen reittisuunnittelun rinnalla.

6.2.3 Maankaivuun hallinta ja läjitys

Jotta mahdollisimman paljon koskematonta maastoa ja kasvillisuutta säilyisi myös rakentamisen aikana, kuorittua maaperää tulisi olla samanaikaisesti vain välttämätön määrä. Saukonojantien alueelle rakennetaan useita kerrostaloja sekä suojakatoksia ajoneuvoille, joten kuorittavaa maanpintaa ja kaivettavaa maanperää on reilusti. Suunnitellut työmaareitit edesauttavat siinä, että vain välttämättömiltä alueilta maata kaivetaan ja muu alkuperäinen alue kasvillisuukseensa jätetään rauhaan rakentamisen ajaksi. Kaivettujen työmaamonttujen pohjalle päätynyttä valuntaa ei saa laskea ojiin tai uomiin.

Jos kerrallaan kaivettavia alueita pitäisi rajoittaa runsaammin, tulisi alue rakentaa kortteli kerrallaan. Uuden asuinalueen rakentaminen kortteli kerrallaan vie ajallisesti kauemmin, mikä voi mahdollisesti tuoda muita ei-toivottuja vaikutuksia kuten lisäkustannuksia. Lisäksi potentiaalisten asujien näkökulmasta lähellä käynnissä oleva rakennustyömaa voidaan herkästi kokea asumismukavuutta häiritseväksi tekijäksi, mikä voi tuoda epävarmuutta asukkaiden löytämiseksi. Näistä syistä kortteli kerrallaan rakentamista ei ensisijaisesti Saukonojantien alueella suositella, ellei rakentamisen aikana ilmene muita perusteita tälle.

Kaivettujen maamassojen läjitys tulee suunnitella ennen työmaatyöskentelyn käynnistymistä lähellä olevalle peltoalueelle, johon maamassat ovat helposti vietävissä. Läjitysalueen tulee olla kasvillisuuspeitteinen kiintoaineiden pidättymiseksi eikä alueella saa olla vesistöä, jota pitkin kiintoaineet pääsisivät eteenpäin muualle ympäristöön.

6.2.4 Suojakaista työmaan ja Hanhiojan välissä

Lähivirkistysalueen tulee toimia suojakaistana työmaa-alueen ja Hanhiojan välillä. Tarkoituksena on estää Hanhiojan savireunojen sortumisen estäminen sekä pitää kyseiset alueet viherpeitteisinä koko työmaaprosessin ajan. Mikäli hulevesisuunnitelmassa esitetyt avouomat muodostetaan alueelle ensimmäisinä, tulee myös niiden läheisyydessä välttää kaikkea työmaatoimintaa sekä sijoittaa uoman reunamille eroosiosuojamatot tarvittaessa.

Hanhiojan ja uomien reunamia tulee tarkkailla säännöllisesti koko rakentamisurakan ajan. Mikäli uomissa tai Hanhiojassa alkaa näkyä viitteitä eroosiosta, tulee työmaatyöskentelyn keskeytyä välittömästi. Uomien reunoille tulee tällöin asettaa eroosiosuojamatot enne työmaatyöskentelyn jatkamista.

7 Pohdinta ja päätelmät Liedon vesienhallinnan tilasta


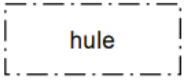
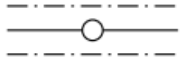
7.1 Hulevesihallinnan ja määräysten tila nyt

Hulevesihallinnassa on viime vuosina Liedossa kokeiltu määräyksiä ja laajemman alueen yhteisiä hallintarakenteita niin toimitilarakennusten kuin asuintalojen alueilla. Vaatimuksia ja määräyksiä ei jokaiselta kaava-alueelta löydy, vaikka niiden käyttö ja kokeilu on ollut melko aktiivista. Määräysten tarpeen arviointia on tehty, mutta ilman tarkempia arviointirajoja.

Liedolla ei ole koko kaupungin kattavaa hulevesiohjelmaa, jossa olisi linjaukset kaupungin hulevesihallinnan keinoista tai tavoitteista. Määräykset ovat tähän mennessä koskeneet yksittäisiä kaavoitushankkeita. Kaavakohtaisten määräysten jälkeen tarkastelussa oli myös kaavamerkinntät.

Liedon asemakaavamerkintöjä tarkastellessa voi havainnoida yksinomaan hulevesiä koskevia kaavamerkintöjä kartasta melko vähän kaupungin uusien kaavoitusalueiden yhteispinta-alaan nähden. Kaupungin kartasta löytyi taulukon 3. mukaisia hulevesiin liittyviä kaavamerkintöjä, joita on kaavoituksessa hyödynnetty.

Taulukko 3. Liedon kaupungin asemakaavoissa käytettyjä kaavamerkintöjä hulevesiin liittyen. Taulukon toisella kaavamerkinnällä on useampia eri selitteitä asemakaavan mukaan. (Liedon karttapalvelu, 2024.)

Kaavamerkintä	Selite
	Ohjeellinen hulevesien viivytysallas
	Hulevesien viivytysallas / Hulevesien johtamiseen varattu alueen osa / Hulevesien käsittelyyn varattava alueen osa
	Johtoa varten varattu alueen osa. a ympyrän sisällä = säilytettävä avo-oja.

Karttapalvelusta havainnointiin joitain luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeitä alueita (luo-kaavamerkinnyt), mutta harvat niistä liittyivät vesistöihin tai hulevesien hallintaan. Kartasta löytyi muutama kuvan 8. mukainen kaavamerkintä, joista ainakin jotkut alueet liittyvät osittain hulevesien käsittelyyn.



Kuva 8. Vesialue-kaavamerkintä. Käytetty esim. Teilipolun ja Keskustien asemakaavojen muutoksissa osana hulevesien hallintaa. (Liedon karttapalvelu 2024.)

7.2 Liedon toiminnan potentiaaliset kehityskohteet

7.2.1 Luonnonmukaisuus kaavoitusprosessissa

Luontopohjaisten ratkaisujen lisääminen nousi kärkitoiveeksi ilmasto- ja luonnon monimuotoisuusohjelman tiimoilta toteutetussa kaupunkilaiskyselyssä.

Asukkaat toivoivat vehreyttä ja sen säilyttämistä myös asuinalueiden välittömässä läheisyydessä. Vehreys asuinympäristön lähellä nähdään siis tärkeänä ja ylläpidettävänä asiana Liedossa. (Liedon kaupunki 2023b.)

Tilan puutteen vaikutus näkyy Saukonojan asemakaavassa, jossa potentiaalisille luonnonmukaiselle hulevesihallinnalle hyödynnettävä tila on asemakaavassa suppea suhteutettuna rakennetun kaavoituksen pinta-alaan. Hulevesihallintaan soveltuvat laajemmat viheralueet ovat painottuneet kaavan etelä- ja länsipuolelle.

Saukonojan tapauksessa avouomista olisi lähialueen käytön huomioon ottaen kannattanut tehdä Hanhiojaa muistuttavia sivuvirtoja. Tämä ei välttämättä tule toteutumaan samassa mittakaavassa, sillä kevyenliikenteenväylä on melko kapea eivätkä kävelytie ja avouoma voi olla täysin vierekkäin. Alueen ominaispiirteet huomioiden hulevesisuunnitelmaan olisi ollut tarve luoda myös suurempia viivytyksaltaita tai pienehkö kosteikko, joka tukisi alueen

käyttötarkoitusta myös tulevaisuudessa. Nämä olisivat tarvinneet nykyistä enemmän tilaa kaavoituksessa ja ne olisi pitänyt huomioida jo kaavasunnittelun alussa. Ehdotetussa hulevesisuunnitelmassa reitit olivat pakon sanelemia.

7.2.2 Viranhaltijoiden yhteistyön tiivistäminen

Suunnitteluinsinöörin havainnoitiin toimivan kaavoituksen tukena ja yhdistävänä linkkinä infrapalveluihin. Kaavan suunnittelun alussa pyritään huomioimaan rakennusten, viheralueiden, infrastruktuurin ja hulevesirakenteiden sijoittelu, kun kaavaa suunnitellaan alusta asti usean viranhaltijan voimin monesta näkökulmasta.

Maankäytön suunnitteluhankkeita havainnoitiin käsiteltävän Liedossa viikoittain infrapalaverissa, joka muodostuu kaupunkikehityspalveluiden ja teknisten palveluiden työntekijöistä. Infrapalaverissa tiedotetaan kaikkia osastoja ajankohtaisista aiheista, eikä varsinaisesti suunnitella tai edistetä yhdessä hankkeita.

Mikäli tarvitaan useamman viranhaltijan mielipidettä tai yhteistyötä kaavan suunnittelussa, tarvittavat viranhaltijat tulee kutsua suunnittelupalaveriin. Pienemmissä suunnitteluryhmissä saa konkreettisia ratkaisuehdotuksia ja suunnittelutyötä edistetään monen yksikön tarpeet huomioiden. Kun kaavan suunnittelu tehdään kerralla huolella, säästetään työntekijöiden resursseja.

Mahdollisten lausuntojen pyytäminen jälkikäteen eri viranomaisilta omankin organisaation sisällä on raskasta, jos palautetta ja puutteita huomataan vasta lausuntoja pyydetessä. Mikäli kaava tarvitsee muilta viranhaltijoilta virallisia lausuntoja, tulee heidän mielipiteensä huomioida kaavasunnittelun alussa. Huolellisen suunnittelun jälkeen lausunto on helpompi antaa kaavalle, jossa ei ole suuria huomautuksia.

Yhteyksiä on suositeltavaa ylläpitää aktiivisesti myös muihin kuntiin ja kupunkeihin. Erityisesti työmaavesien hallinnan osalta Liedolle olisi hyödyllistä

kuulla kokeneilta tahoilta heidän kokemuksia, näkemyksiä ja suosituksia aiheesta. Pienen ja keskisuuren kaupungin rajalla olevan Liedon resursseilla ei ole mahdollista työstää määräyksiä tai oppaita alusta asti itse. Kannattaa hyödyntää muiden tahojen jo olemassa olevia, hyväksi todettuja ohjeita ja modifioida niitä kuultujen kokemusten sekä Liedon omien tarpeiden mukaisiksi. Yhteydenpito auttaa myös mahdollisissa yhteistyöhankkeissa, esimerkiksi kuntarajojen lähetyvillä.

7.2.3 Kaavamerkintöjen, määräysten ja ohjelman hyödyntäminen

Liedossa hulevesien kaavamerkintöjä hyödynnetään melko matalalla käyttöasteella. Pienehkölle kunnalle kaavamerkintöjen käyttö toimii helppona ja yksinkertaisena työkaluna. Kaavamerkintöjen käyttö on matalan kynnyksen toimenpide luonnonmukaisen hulevesihallinnan edistämiseen, sillä työ tehdään kaavasunnittelun yhteydessä eikä käyttö edellytä ylimääräisiä kustannuksia tai suurta lisätyötä. Merkintöjen käyttö edistää hulevesien hallintarakenteiden hyödyntämistä ja toteutumista myös tulevaisuudessa. Kaavamerkintä turvaa alueen käytön vain hulevesirakenteelle, jolloin kynnys käyttötarkoituksen muutokselle kasvaa. Kaavamerkintöjen jatkuva käyttö osoittaa kaupungin sitoutuneisuuden luonnonmukaisten hulevesiratkaisujen ja vehreän luontokaupungin edistäjänä.

Asemakaavamääräyksissä ja rakentamistapaohjeissa käytetyt vaatimukset ovat toimineet hyvänä pohjana Liedolle hulevesihallinnan edistämisessä. Itse asiassa kuvan 2. määräystä voisi hyödyntää myös Saukonojantiellä. Lausekkeiden vaatimusten käyttölle ja käyttämättä jättämiselle olisi vielä hyvä olla jotkin vaatimukset tai reunaehdot. Arviointia kaavakohtaisesti on tähänkin mennessä tehty, mutta se olisi hyvä saada vielä kirjallisena perusteluna kaavan määräyksiin sekä kaupungin arkistointiin. Läpinäkyvyys ja viralliset ehdot lopulliselle ratkaisulle edistävät tasapuolista arviointia kaava-alueiden välillä sekä selkeyttävät työntekijöiden työtaakkaa määräysten perusteluissa.

Liedolta ei löydy kaupungin omaa hulevesiohjelmaa tai hulevesiopasta. Luonnonmukaisesta hulevesihallinnasta on joitain mainintoja Liedon ilmasto- ja luonnon monimuotoisuusohjelmassa, mutta sen voimaan asettaminen ja lopullisen asiasisällön hyväksyminen on vielä kesken. Hulevesiohjelman löytyminen olisi pienissäkin kunnissa tärkeää, vaikka ohjelman sisältö olisi melko yksinkertainen tai yleisluonteinen. Ohjelma turvaa hulevesiasioita koskevien linjausten yhteneväisyyden eri kaavahankkeissa myös henkilöstön vaihtuessa.

7.2.4 Paikallisten ominaispiirteiden hyötykäyttö

Luontopohjaisten ratkaisujen hyödyntäminen hulevesihallinnassa ei aina tarkoita kaikkien menetelmien ja rakenteiden rakentamista alusta alkaen. Paikallisesti tulisi osata tunnistaa alueelta jo löytyviä luontopiirteitä, kuten uomia ja kosteita alueita, joita voi hyödyntää hulevesisuunnitelmassa. Toki pienet muokkaukset tai ennallistamistoimet ovat mahdollisia. Tiiviissä kaupunkiympäristöissä luontopohjaiset ratkaisut toimivat teknisten ratkaisujen, usein putkiverkoston, täydentäjinä. Pelkällä luontopohjaisuudella ei voi poissulkea hulevesitulvien riskiä. (Vikström ym. 2019, 16.)

Saukonojantien savimaaperä osoittaa, että tällaisilla alueilla ei selviä hulevesihallinnassa vain luonnonmukaisilla ratkaisuilla. Toisinaan paikalliset ympäristöolosuhteet eivät tue pelkkien luonnonmukaisten ratkaisujen hyödyntämistä hulevesihallinnassa. Luontopohjaisten ratkaisujen hyödyntämiseksi on tärkeää tunnistaa ominaispiirteet ja hyödyntää niitä mahdollisimman paljon. Tiiviin kaupunkirakentamisen trendin tulisi joustaa paikallisten rakenteiden hyödyntämisen osalta.

Suuremmat, kaupungin ylläpitämät hulevesirakenteet ovat avainasemassa koko kaava-alueen hulevesihallinnassa reilun kapasiteetin vuoksi. Saukonojantiellä Hanhiojan uomapätkä on onnekas sattuma hulevesihallinnan ja -suunnitelman kannalta. Kaikkia rakenteita ei tarvitse alusta alkaen rakentaa vaan tulee

hyödyntää alueen kasvillisuutta ja ominaispiirteitä. Tämä on kaikkein kustannustehokkain hallintaratkaisu.

7.2.5 Katse tulevaan ja mahdollisiin lakimuutoksiin

Ilmastolain 423/2022 uudistuksessa kunnilta edellytettiin ilmastosuunnitelmaa ja siitä tuli löytyä esimerkiksi päästövähennystavoite ja toimenpiteitä tavoitteen saavuttamiseksi. On huomioitava, että kunnilta voidaan tulevaisuudessa edellyttää erillistä hulevesi- ja tulvaohjelmaa, jossa mahdollisesti voidaan edellyttää luonnonmukaisten hallintakeinojen lisäämistä.

On vahvasti suositeltavaa kaupungin varautua omilla määräyksillä ja ohjeistuksilla ennen kuin opasta edellyttävää lainsäädäntöä valmistellaan. Oppaan laatiminen on kevyempi työ, jos kaupungilla on valmiina toimintaperiaatteita ja säädöksiä hulevesien hallinnan luonnonmukaisuuden edistämiseksi kaavoituksessa. Ajoissa laaditut kaavoitusperiaatteet tai määräykset ohjaavat ja kehittävät kaupungin toimintaa ja keventää oppaan laatimisen resurssitaakkaa.

7.2.6 Suhtautumisen muutos luontopohjaisuutta suosivaan suuntaan

Keskustassa sijaitsevan, asuintaloja sisältävän asemakaavan kaavoituksessa tulee huomioida luonnonmukaisten hulevesiratkaisujen kokonaisvaltainen potentiaali. Luonnonmukaisia hallintarakenteita ei tule nähdä ainoastaan biodiversiteetin ja sopeutumisen näkökulmista, vaikka hallintamenetelmät ovat näiden kannalta tärkeä etu.

Hallintarakenteilla on itseisarvo, ja ne voivat olla viihtyvyyttä lisääviä vehreitä ratkaisuja, jotka piristävät asukkaiden mieltä ja edistävät hyvinvointia. Vehreyden estettäisyys- ja viihtyisyysarvot tulisi tunnistaa ja huomioida suunniteltaessa luonnonmukaisia hulevesirakenteita asutuksen lähelle. Asukkaat kokevat vehreyden arvokkaana ja ylläpitämisen arvoisena asuinalueiden välittömässä läheisyydessä. (Liedon kaupunki 2023b).

7.3 Luonnonmukainen hulevesihallinta keskusta-alueella yleisesti

Wahlroos (2022, 107–108) toteaa, että luonnonmukaisille hulevesirakenteille tulee varata riittävästi tilaa, mieluiten puisto- ja viheralueelta. Tilavaraus tulisi huomioida kaavoitusprosessin suunnittelun alussa. Tilaa tulee varata rakenteen kasvillisuuden kehittymiselle sekä tulvaniitylle lievää tulvimista varten.

Jotta asemakaavan sisäiset hulevesiratkaisut voidaan sijoittaa ja mitoittaa alueelle sopivaksi, tulee ne huomioida jo aikaisessa kaavan suunnitteluvaiheessa ennen luonnosvaiheeseen siirtymistä. Luonnonmukaisille hulevesiratkaisuille kaavassa varattu tila, sijoittelu sekä rakenteiden valinta ovat ratkaisevassa osassa lopullisen hulevesisuunnitelman toimivuudessa.

Tilan puutteen vaikutus näkyy Saukonojan asemakaavassa, jossa luonnonmukaiselle hulevesihallinnalle hyödynnettävissä oleva tila on suppea suhteutettuna rakennetun kaavoituksen pinta-alaan. Hulevesihallintaan soveltuvat laajemmat viheralueet ovat painottuneet kaavan etelä- ja länsipuolelle.

Keskusta-alueille ja taajamille luonnonmukaisiksi menetelmiksi sopivat hulevesiä reilusti varastoivat yksittäiset rakenteet. Hulevesihallinnan imytys-, pidätys- ja haihduntavaikutuksia voi tehostaa istuttamalla rakenteisiin runsaasti kerroksellista kasvillisuutta. Herkällä maaperällä, jonka lähetyvillä on muita rakennuksia, tulee huolehtia eroosion ennaltaehkäisemisestä niin rakentamisen aikana kuin alueen valmistumisen jälkeen. Paikalliset olosuhteet kuitenkin vaikuttavat merkittävästi valittaviin hallintamenetelmiin ja rakenteisiin, joten ne tulee aina huomioida ja arvioida tapauskohtaisesti.

7.4 Työmaavedet Liedossa

7.4.1 Hallinnan tila nyt

Työmaavesien hallintaan ei ole kiinnitetty Liedossa huomiota ennaltaehkäisevästi. Mikäli likaisista työmaavesistä on valitettu ulkopuolisten

silminnäkijöiden toimesta tai kaupungin valvontaviranomainen on todennut työmaavesien hallinnassa jotain silmämääräisesti poikkeavaa, on tästä toimijalle huomautettu ja tehty kirjaus kaupungin muistioihin.

Liedossa ei ole kaupungin aloitteesta tehty työmaavesien hallintaan liittyviä kokeiluja, eikä hallintatoimia edellytetä kilpailutuksissa tai urakointisopimuksissa. Kaupungin alueelle sopivia toimenpiteitä on vaikea suositella, kun käytännön kokemusta ei ennalta ole. Suositus kohdistuu työmaavesien hallinnan rohkeaan kokeiluun. Käytännön kokeilun kautta löytyy alueelle sopivia hallintamenetelmiä.

Vaikka kaupungin puolelta on esiintynyt pientä kiinnostusta Liedon oman työmaavesien hallintaoppaan käyttöönotosta, vaatisi tämä ennestään kaupungin melko niukoista resursseista lisäsiivua määräaikaiseen projektiluonteiseen työhön joko määräaikaisuutena tai ostohankintana ulkopuoliselta taholta. Liedolla ei tämän työn kirjoitushetkellä ole työsuhteessa työmaa- tai hulevesialan asiantuntijaa, joka voisi sisäisesti työstää opasta.

7.4.2 Tulevaisuuden näkymät ja kehityskohteet

Ympäristöministeriöllä voi tulevaisuudessa olla tarkastelussa työmaavesien hallintaan liittyvien määräysten laatiminen valtakunnallisesti tai velvoittamalla tätä kunnilta. Työmaavesien sisältämiä haitta-aineita ja niiden vaikutusta ympäristöön tutkitaan entistä enemmän, myös ministerön rahoitusavustuksilla. (Ympäristöministeriö 2021.)

Ottaen huomioon teeman olevan nosteessa ja aihetta tutkitaan jatkuvasti enemmän, olisi Liedolla tässä kohtaa mahdollisuus olla kokeilemassa ja karsimassa toimivia hallintamenetelmiä. Pienehkön kaupungin resursseilla ei ole kannattavaa tehdä kaikkea työmaavesien hallintaan liittyen itse, vaan voisi soveltuvin osin hyödyntää muiden kaupunkien työmaavesioppaita. Olisi myös tärkeää jakaa tietoa ja kokemusta oppaiden julkaisemien kuntien ja paikallisten lähikuntien viranhaltijoiden kesken. Kaikkea taustatyötä ja kokeilua

ei tarvitsisi tehdä itse, mutta käytännönkokemukset tarjoavat arvokasta tietoa ja osaamista.

Liedon kokoiselle pienemmälle kaupungille työmaavesien hallintaohjelma ei kuulosta kovin resurssitehokkaalta vaihtoehdolta. Kevyempi malli ohjelman luomisesta olisi luoda kaupungille uudet käytänteet tai määräykset, joiden käyttöönotto hyväksytään lautakunnassa. Toimeenpano määräyksille tapahtuu joko kaupungin sisäisten määräyksien ja ohjeistuksien valvonnan kautta tai ne viedään suoraan kilpailutusehtoihin ja urakkasopimuksiin.

Päätöksenteossa tärkeää on lopputuloksen ja määräysten voimaan saattamisen lisäksi niiden sisältö. Kaupungin omat määräykset eivät voi olla sisällöltään yleisluenteisia, sillä nämä eivät kannusta aktiivisesti työmaavesien hallintaan, saati toimenpiteiden kehittämiseen. Määräyksissä tulee vaatia konkreettisia ratkaisuehdotuksia ja olla tukena niin kaupungin henkilökunnalle kuin urakoitsijalle.

Kaikkea määräyksissä mainittua ei voi jokaisessa kohteessa edellyttää vaan ideana on valita kohteelle tehokkaimpia ratkaisuja tai tietyn hallinnan osa-alueen ominaispiirteiden mukaan. Menetelmät tulee valita kaupungin edustajan ja urakoitsijan yhteisymmärryksessä kaavakohteen ja työmaan mukaan. Määräykseen tulee kirjata kaupungilla olevan oikeus rangaista tahoa, joka ei määräyksiään ja toimenpiteitään noudata. Tämä edistää urakoitsijaa hallintamenetelmien tavoitteiden saavuttamisessa.

Työmaavesien hallinnasta löytyy Suomesta toistaiseksi melko vähän tietoa ja käytännön kokemusta. Hallinnalla on suuri merkitys ympäristön pilaantumisen ja eroosion ehkäisyssä, jotka vaikuttavat myös työmaan toiminnan ohjeistuksiin ja työskentelyn turvallisuuteen. Tarkoituksena ei ole aiheuttaa kohtuutonta ylimääräistä haittaa, vaan päinvastoin. Ohjeistuksilla tulee huomioida työympäristön suojeleminen yhtä tärkeinä työturvallisuuden rinnalla.

8 Yhteenveto

Kaupungeilla tulee olemaan haasteita hulevesiviemäreiden kapasiteetin riittävyyden turvaamisessa tiiviisti rakennetuilla keskusta-alueilla.

Hulevesiverkoston käyttöaste todennäköisesti kasvaa tulevaisuuden muuttuvissa ympäristöolosuhteissa. Tällaisessa ympäristössä luontopohjaisilla ratkaisuilla voidaan edistää verkoston pitkäikäisyyttä. Asemakaavoituksen tulee noudattaa kunnan kaavoituksen ja kaupungin kehittymisen tavoitteita, mutta myös palvella käyttötarkoitustaan mahdollisimman pitkään muuttuvissakin ympäristöolosuhteissa.

Kaikkialla hulevesiä ei voi hallita vain luonnonmukaisin menetelmin. Alueen ominaispiirteet, kuten korkeusvaihtelut, maaperä tai suojeltavat alueet voivat rajoittaa tiettyjen hallintamenetelmien käyttöä. Toisaalta pelkkä hulevesien johtaminen putkiverkoston rasittaa verkoston kuntoa ja kapasiteettia sekä lisää tukkeutumis- ja tulvariskiä voimakkaiden rankkasadejaksojen aikoina.

Kumpikaan hallintamenetelmä ei yksinään riitä hulevesien käsittelyyn, jolloin tehokkain tapa onkin hyödyntää yhtäaikaaisesti luonnonmukaisia menetelmiä ja hulevesiverkostoa. Kestävän kaupunkirakentamisen turvaamiseksi tulee löytää tasapaino luonnonmukaisen käsittelyn ja putkiverkoston hyödyntämisen välillä hulevesihallinnassa. Kaupungistumisilmiön jatkaessa kasvuaan varmistaa luonnonmukaisten menetelmien hyödyntäminen viheralueiden pysymisen tulevaisuudessakin.

Kaupungistumisilmiö vahvistaa sitä, että hulevesien hallintaongelma ja pintavalunnan muodostumisen lisääntyminen tulevat olemaan riskitekijöitä myös tulevaisuudessa. Hulevesien hallintaan liittyvät ongelmat eivät tule häviämään ajan saatossa, vaan päin vastoin ongelma voi laajentua alueellisesti ja kasvattaa intensiteettiään. On tärkeää tunnistaa paikallisesti toimivia hulevesien hallintakeinojen yhdistelmiä, jotta ongelmien tullessa yhä uudelleen eteen on niihin osattu varautua entistä tehokkaammin.

8.1 Kestävä vesienhallinta Liedon kaupunkistrategiassa

Liedon kaupunkistrategiassa (2022, 4–5) esitetyt arvot ja tavoitteet tukevat työssä esitettyjen toimenpiteiden kokeilemisen puolesta. Arvoissa nostetaan esille avoimuus, vastuullisuus, rohkeus ja turvallisuus. Avoimuudessa painotetaan kaupunkilaisten ja muiden sidosryhmien kuunteleminen ja huomioiminen päätöksenteossa. Vastuullisuudella Lieto vaalii luonnon monimuotoisuuden säilymistä ja edistää kestävän kaupungin kehittämistä. Rohkeudella kaupunki haluaa kehittää kaupungin toimintaa ja toimia edelläkävijänä rohkeissakin ratkaisuisa. Turvallisuudella varmistetaan asukkaiden hyvinvointia sekä varaudutaan tuleviin riskeihin. Visiossa Liedossa asiat ja päätöksenteko hoidetaan kerralla kuntoon ja keskusta on viihtyisiä kaikille.

Kaavamerkintöjen käyttö osoittaisi määrätietoista ja johdonmukaista vesienhallinnan edistämistä kaupungin alueilla sekä kaupungin sitoutumisen työtapojen ja henkilöstön jatkuvan kehittämisen edistämiseen. Hulevesihallinnan huomiointi kaavoitussuunnittelussa kertoo asiantuntijataidoista, jota hyödynnetään koko työprosessin läpi tulevaisuudessakin. Menetelmä tukee visiota kaupungin toiminnan ja toimenpiteiden suorittamisesta kerralla loppuun.

Kaupunkistrategian tavoitteisiin verraten voi todeta, ettei Lieto ole tällä hetkellä riittävän kunnianhimoinen hule- ja työmaavesien hallinnan näkökulmasta. Mikäli Lieto haluaa toimia omien arvojensa mukaisesti ja tukea visionsa toteutumista, tulee kaupungin osaltaan määrätietoisesti sitoutua vesienhallinnan toiminnan edistämiseen osoittamalla uudistumishaluaan.

8.2 Tulosten ja päätelmien yleistettävyys

Saukonojantie ja sen olosuhteet ovat tyypillinen esimerkki Liedon nykyisistä kaavoitus- ja rakentamiskohteista. Tällaisilla alueilla olisi tarve työmaa- ja hulevesien hallinnalle keinojen tehokkuuden ja yleistettävyyden kannalta.

Alueella toimivia hallintakeinoja ja kokemustietoa on helppo yleistää ja hyödyntää tulevissa taajaman kaavoitus- ja rakennuskohteissa. Päätelmiä ja suosituksia voi hyödyntää myös Liedon kuntarajojen ulkopuolella, mikäli kyseessä on Saukonojantien olosuhteita omaava alue.

Kun sopivia hallintakeinoja voi hyödyntää monissa kohteista, tulisi niitä kirjata kaupungin määräyksiin. Jokaisella työmaalla ei tarvitse kaikkia määräyksissä mainittuja keinoja hyödyntää. Lopulliset menetelmät valitaan kaavakohteen ja työmaan mukaan kaupungin edustajan ja urakoitsijan yhteisymmärryksessä.

8.3 Liedon kaupungin toiminnan keskeiset muutosehdotukset

8.3.1 Luonnonmukaisen hulevesihallinnan suunnittelu ja edistäminen

Kaavoitusprosessissa keskeistä on tiiviimpi ja matalalla kynnyksellä tapahtuva kaavoitussuunnittelu, joka toteutuu yhteistyössä usean viranhaltijan kesken. Käytettyjen vaatimusten ja määräysten käyttöä kaavoituksessa tulee lisätä ja määräysten käytön arviointiin laaditaan kriteerit prosessin selkeyttämiseksi. Luonnonmukaisille rakenteille tulee varataan riittävä tila suhteessa kaava-alueen kokoon. Tilantarve huomioidaan jo suunnittelun alkuvaiheessa ja turvataan asianmukaisten kaavamerkintöjen käytöllä.

Luonnonmukaisia hulevesirakenteita on suositeltavaa lisätä keskusta-alueilla ilmastonmuutokseen sopeutumisen ja biodiversiteetin edistämisen kannalta. On tärkeää tunnistaa myös muut hulevesirakenteiden hyödyt, kuten virkistysarvo ja melun vaimentaminen. Paikallisia ominaispiirteitä hyödynnetään suunnittelussa.

8.3.2 Työmaavesien hallinnan kokeilu ja määräysten laatiminen

Ennen kaupungin omien määräysten kirjausta ja hyväksymistä lautakunnalla, toimenpiteiden toimivuutta tulee kokeilla käytännössä ennen lopullista päätöksentekoa. Määräyksistä tulee pyrkiä tekemään heti Liedolle sopivat, jottei resursseja tarvitse käyttää useaa kertaa määräysten muuttamiseen.

Määräysten tai ohjeistusten kirjaamisella kaupunki sitoutuu hule- ja työmaavesien hallintaan.

Työmaavesihallinnan kokeilu ja kokemusten tiedonkeruu ovat keskeinen osa kestävän kaupunkirakentamisen kehitystyötä. Aikaisempaa hallintakokeilua ei ole ollut, mikä vaikeuttaa suositusten antamista vain teoriapohjalta. On tärkeää toteuttaa käytännön kokeilu, jonka avulla voidaan kerätä konkreettisia tuloksia ja kokemuksia erilaisista työmaavesihallinnan menetelmien toimivuudesta. Suunnitteluvaiheen alussa on myös hyvä kysyä ja jakaa kokemuksia muiden kaupunkien kanssa, joilta kokemusta jo löytyy. Kokeilun pohjalta Lieto laatii määräyksiä työmaavesihallinnan edistämiseksi. Määräyksiä kehitetään edelleen kokemusten perusteella.

8.4 Luotettavuuden arviointi

Työn tulokset on tehty nimenomaan Liedolle ja Saukonojan alueelle. Tämä hankaloittaa tulosten yleistämistä kansalliselle tasolle. Tietoja ja tuloksia on hyödynnettävissä Liedon sisällä laajasti vanha merenpohjamaaperän ominaisuuksien sekä kaupungistumisen kasvamisen johdosta. Saukonojantien kaltaisissa olosuhteissa päätelmiä voi hyödyntää myös Liedon kuntarajojen ulkopuolella.

Hyödynnettävät hallintamenetelmät ja niihin soveltuvat rakenteet on arvioitu sopiviksi teorian tiedon sekä alueen maaperän ja topografian avulla.

Suunnitelmassa on päärakenteiden lisäksi ehdotettu pienempiä rakenteita, joiden yksittäisvaikutus ei välttämättä kokonaiskuvassa vaikuta merkittävältä. Asuinkorttelin ratkaisut ovat taloyhtiön toteutuksen ja ylläpidon vastuulla, eivät täysin kaupungin päätettävissä tai toteutettavissa. Näillä rakenteilla on myös itseisarvoa hulevesihallinnan lisäksi. Pienemmillä rakenteilla voidaan luoda ja edistää viihtyvyyttä ja vehreämmän kaupunkikuvan muodostumista, jotka tukevat Liedon kaupunkistrategian tavoitteita. Usean eri hallintamenetelmän hyödyntäminen alueella edistää lisäksi hulevesihallintaan tehokkuutta.

Suunnitelmissa ja tuloksissa esitetyt hallintakeinot eivät ole kunnianhimoisimmasta päästä, sillä suunnitelmassa on pyritty huomioimaan kustannustehokkuus ja kaupungin kokemuksen vähäisyys. Korkeat kustannukset karsivat monia muutoin potentiaalisia hallintakeinoja. Kokemuksen vähäisyys tuo epävarmuutta keinojen toimivuuteen ja soveltavuuteen käytännössä. Nämä vaikuttivat suunnitelman muotoiluun hallintaratkaisujen ehdotuksista, joista voisi valita lopulliset toteutettavat ratkaisut. Matalan kynnyksen hallintamenetelmillä on helppo kerryttää kokemusta hankkeista ja niiden toimivuudesta. Toisaalta suunnitelman toteuttaminen sellaisenaan olisi kunnianhimoinen tavoite suhteutettuna Liedon kokemukseen.

Opinnäytetyön laatija on työskennellyt Liedon kaupungin palveluksessa useana kesänä, joten sisäiset toimintatavat ja organisaation henkilöstö ovat pääosin melko tuttuja. Työn aihe on poikkitieteellinen ja usean eri viranhaltijoiden asiantuntemus olisi aiheen kehittämisessä hyödyksi. Työ on kirjoitettu kaupungin näkökulmasta, joten rakennustyön toteuttajan ja urakoitsijan näkökulmaa ei ole huomioitu. Oletettavaa on, että työn tilaaja ja toteuttaja sopivat keskenään molempia osapuolia tyydyttävästä sopimuksesta.

Tämän työn tulokset on arvioitu teorian pohjalta, eivätkä velvoita kaupunkia toimimaan minkään esitetyn suosituksen mukaisesti. Työstä puuttuu käytännön toteutus ja sen antamat kokemukset kaavaprosessin odottaessa arkeologisia inventointeja. Käytännön kokeilulla voi osoittaa toimivat keinot ja menetelmät, ja voivat johtaa soveltuvien toimenpiteiden uudelleen arviointiin. Kehityskohteiden pohjalta on hyvä työstää lopullisia määräyksiä ja menetelmiä.

Lähteet

Ahlvik, L.; Boström, C.; Bäck, J.; Herzon, I.; Jokimäki, J.; Kallio, K. P.; Ketola, T.; Kulmala, L.; Lehikoinen, A.; Nieminen, T. M.; Oksanen, E.; Pappila, M.; Pöyry, J.; Saarikoski, H.; Sinkkonen, A.; Sääksijärvi, I. & Kotiaho, J. S. 2021. Luonnon monimuotoisuus ja vihreä elvytys. Suomen luontopaneelin julkaisuja 1/2021. Viitattu 30.10.2023.

<https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/74620/luontopaneelin-kannanotto-1-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

C/O City. 2017. Alueellinen viherkerroin 2.0. – opas kaupunkisuunnittelun tueksi. Haettu 10.11.2023 osoitteesta <https://fiksukalasadatama.fi/alueellinen-viherkerroin-2-0-opas-ekologisen-kaupunkisuunnittelun-tueksi/>

ELY. n.d. Saaristomeren valuma-alueen pintavesien toimenpideohjelma vuosille 2016–2021. Viitattu 8.3.2024.

<https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Saaristomeren%20valuma-alueen%20pintavesien%20vesienhoidon%20toimenpideohjelma%20vuosille%202016-2021.pdf>

ELY. 2021. Varsinais-Suomen ja Satakunnan vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. RAPORTTEJA 44/2021. Viitattu 13.11.2023.

<https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/184006/Raportteja%2044%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Euroopan komissio. 2015. Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities'. Viitattu 11.3.2024. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fb117980-d5aa-46df-8edc-af367cddc202>

Euroopan yhteisöjen komissio. 2009. Valkoinen kirja – Ilmastonmuutokseen sopeutuminen: Kohti eurooppalaista toimintakehystä. Viitattu 13.12.2023.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009DC0147>

HSY. 2023. Hulevesi. Viitattu 19.10.2023. <https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/hulevesi/>

Ilmasto-opas. 2023. Vesihuolto – Sopeutuminen. Viitattu 13.11.2023.

<https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/vesihuolto-sopeutuminen>

Ilmastokestävä kaupunki. 2014. Hulevesien hallintarakenteet ja niiden kunnossapito. Viitattu 21.2.2024.

https://ilmastotyokalut.fi/files/2014/07/3.2.Hulevesien-hallintarakenteet-ja-niiden-kunnossapito_ty%C3%B6kalu.pdf

Kotiaho, J. S.; Kuusela, S.; Nieminen, E. & Päivinen, J. 2015. Elinympäristöjen tilan edistäminen Suomessa ELITE-työryhmän mietintö elinympäristöjen tilan edistämisen priorisointisuunnitelmaksi ja arvio suunnitelman kokonaiskustannuksista. Suomen Ympäristö 8/2015. Ympäristöministeriö. Viitattu 6.3.2024.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/156982/SY_8_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Kuntaliitto. 2012. Hulevesiopus. Viitattu 23.10.2023.

<https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopus>

Kuntaliitto. 2017. Hulevesioppaan päivitettyt luvut lainsäädännön muutosten osalta. Viitattu 12.2.2024. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2017/1829-hulevesioppaan-paivitetyt-luvut-lainsaadannon-muutosten-osalta>

Lahden kaupunki. 2022. Rakentamisen aikaisten hulevesien hallintaohjeistus. Viitattu 6.2.2024. <https://www.lahti.fi/tiedostot/rakentamisen-aikaisten-hulevesien-hallintaohjeistus/>

Leppäkoski, S. & Koponen, A. 2024. HULveden hallinta kaupunkiVALuma-aluelähtöisessä TURvallisuussuunnittelussa. HULVATTU-hanke. Viitattu 6.3.2024. https://www.hamk.fi/wp-content/uploads/2024/01/Hulvattu_loppuraportti.pdf

Liedon kunta. 2012. Luontoselvitys: Lieto, Kirkonseudun Saukonojan laajennus. Tmi Hannu Klemola. Viitattu 18.1.2024. <https://lieto.fi/palvelut-ja-asiointi/kaavoitus-ja-maankaytto/asemakaavat/vireilla-olevat-asemakaavat/1-09-saukonojantie-2-asemakaava-ja-asemakaavan-muutos/>

Liedon karttapalvelu. 2024. Viitattu 26.1.2024.

https://kartta.lieto.fi/?setlanguage=fi&e=23470070&n=6710627&r=2&w=*&l=pohjakartat%2CAjantasakaava&o=50%2C70

Liedon kaupunki. 2022. Liedon kaupunkistrategia 2023–2026. Viitattu 5.2.2024.
<https://lieto.fi/hallinto-ja-osallistuminen/talous-ja-strategiat/strategiat-ja-ohjelmat/>

Liedon kaupunki. 2023a. Saukonojantie 2 –asemakaava ja asemakaavan muutos. Osallistumis- ja arviointisuunnitelma 23.3.2023. Viitattu 18.1.2024.
<https://lieto.fi/palvelut-ja-asiointi/kaavoitus-ja-maankaytto/asemakaavat/vireilla-olevat-asemakaavat/1-09-saukonojantie-2-asemakaava-ja-asemakaavan-muutos/>

Liedon kaupunki. 2023b. Peruseraportti – KYSELY LIEDON ILMASTO- JA LUONNON MONIMUOTOISUUSOHJELMASTA 22.6.2023. Viitattu 10.11.2023.

MMM. Maa- ja metsätalousministeriö. 2015. Vesihuoltolakiopas 2015. Viitattu 12.2.2024.
https://mmm.fi/documents/1410837/1720364/MMM_5_2015.pdf/383bfb97-d522-49de-9602-46fbb958cb4a

MRL. Maankäyttö- ja rakennuslaki (Alueidenkäyttölaki). Viitattu 29.1.2024.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=maank%3%A4ytt%3%B6>

Oulun kaupunki. 2021. Työmaavesiohje. Viitattu 17.10.2023.
<https://www.ouka.fi/documents/486338/18471647/Ty%C3%B6maavesiohje+Oulun+kaupunki+01032021.pdf/2550b066-4d08-4dd1-ae22-7a7da3e5c55c>

Paloniemi, R.; Vikström, S.; Rekola, A.; Mäkinen, K.; Marttunen, M.; Hjerpe, T.; Sane, M.; Syrjänen, K.; Koskela, I.-M.; Aulake, M.; Hautamäki, R.; Ariluoma, M.; Kehvola, H.-M.; Matila, A.; Häyrynen, M.; Hankonen, I.; Tuomenvirta, H.; Pilli-Sihvola, K.; Votsis, A. & Haavisto, R. 2019a. Kestävää kaupunkisuunnittelua – luontopohjaiset ratkaisut maakunnissa ja kunnissa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:48. Viitattu 6.3.2024.
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161757/TEAS_48_2019_Kestavaa%20kaupunkisuunnittelua.pdf

Paloniemi, R.; Hautamäki, R.; Ariluoma, M.; Kehvola, H.-M.; Hankonen, I.; Häyrynen, M.; Votsis, A.; Haavisto, R.; Tuomenvirta, H.; Aulake, M.; Pilli-Sihvola, K.; Sane, M.; Marttunen, M.; Hjerpe, T.; Vikström, S. & Matila, A. 2019b. Luontopohjaisten ratkaisujen käytännön toteuttaminen maakunnissa ja kunnissa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:49. Viitattu 10.11.2023.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161758/49_19_Luonto_pohjaisten%20ratkaisujen%20kaytannon%20totuettaminen_netti.pdf

Punainen kirja. 2019. Punaisen kirjan verkkopalvelu. Viitattu 16.11.2023.
<https://punainenkirja.laji.fi/>

Rakennustieto. 2016. Viherkatot ja katto- ja kansipuutarhat, periaatteet. RT 85-11203. Viitattu 18.3.2024. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2085-11203>

Rakennustieto. 2018a. Hulevesirakenteet. RT 103006. Viitattu 18.3.2024.
<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103006>

Rakennustieto. 2018b. Hulevesirakenteiden kasvillisuus. RT 103007. Viitattu 18.3.2024. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20103007>

Rönkä, E. & Niini, H. 1969. Maaperägeologian alkeet. Viitattu 22.2.2024.
<https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/131979/tie381.pdf?sequence=1>

Salminen, A. 2023. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja joihinkin hallintotieteellisiin sovelluksiin. 2. tarkistettu painos. Viitattu 21.2.2024. <https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/15470/978-952-395-081-8%20%28PDF%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Salonen, V-P.; Eronen, M. & Saarnisto, M. 2002. Käytännön maaperägeologia. Turku: Kirja-Aurora. Viitattu 7.2.2024.

Sitowise. 2024. Maapörssi. Maalajikuvaukset. Viitattu 17.10.2023.
<https://www.maaporssi.fi/maalajikuvaukset>

Sillanpää, N. 2022. Näkökulmia hulevesien laatuun työmailta valmiiseen taajamaan. Viitattu 3.11.2023.
http://www.itamerihaaste.net/files/2838/Helsinki_loppuseminaari_keynote_Sillanpaa_221201_final.pdf

SYKE. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Viitattu 19.2.2024.
<https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/27e909d6-574c-44d2-afbd-c7a83590624e/content>

Tampereen kaupunki. n.d. Tampereen kaupungin työmaavesiohje. Viitattu 6.2.2024. https://www.tampere.fi/sites/default/files/2022-05/tampereen_kaupungin_tyomaavesiohje.pdf

Toivonen, E.; Partanen, A-I. & Jylhä, K. 2021. Ilmastonmuutos vaikuttaa hulevesien mitoitukseen Suomessa ja muissa Pohjoismaissa. Vesitalous 2/2021. Viitattu 30.10.2023. https://vesitalous.fi/wp-content/uploads/2021/03/Vesitalous_0221_lowres-1.pdf

Turun Ammattikorkeakoulu. n.d. Työmaavesien hallinnan ohje rakennusalan ammattilaisille. Päivitetty 21.2.2023. Viitattu 6.2.2024. https://vesijaymparisto.turkuamk.fi/uploads/2023/02/5a82802e-rakennusyrittajien-tyomaavesiohje_v2.pdf

Turun kaupunki. 2017. Turun kaupungin työmaavesiopas. Viitattu 12.1.2024. https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/tyomaavesiopas_turku.pdf

Valonia. 2018. Luonnonmukaiset menetelmät avuksi hulevesien hallintaan. 26.3.2018. Viitattu 10.11.2023. <https://valonia.fi/uutinen/luonnonmukaiset-menetelmat-avuksi-hulevesien-hallintaan/>

Vesi.fi. 2023. Mitä on hulevesi? Viitattu 19.10.2023. <https://www.vesi.fi/vesitieto/mita-on-hulevesi/>

VHL. Vesihuoltolaki 119/2001. Viitattu 12.2.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=vesihuoltolaki#L3a>

Vikström, S.; Hautamäki, R.; Ariluoma, M.; Paloniemi, R.; Mäkinen, K.; Rekola, A.; Marttunen, M. & Syrjänen, K. 2019. Luontopohjaisten ratkaisujen monihyötyisyys ja toimeenpano vastauksena yhteiskunnallisiin ongelmiin. Alue ja ympäristö 48:2. Viitattu 11.3.2024. <https://aluejaymparisto.journal.fi/article/view/82932/47560>

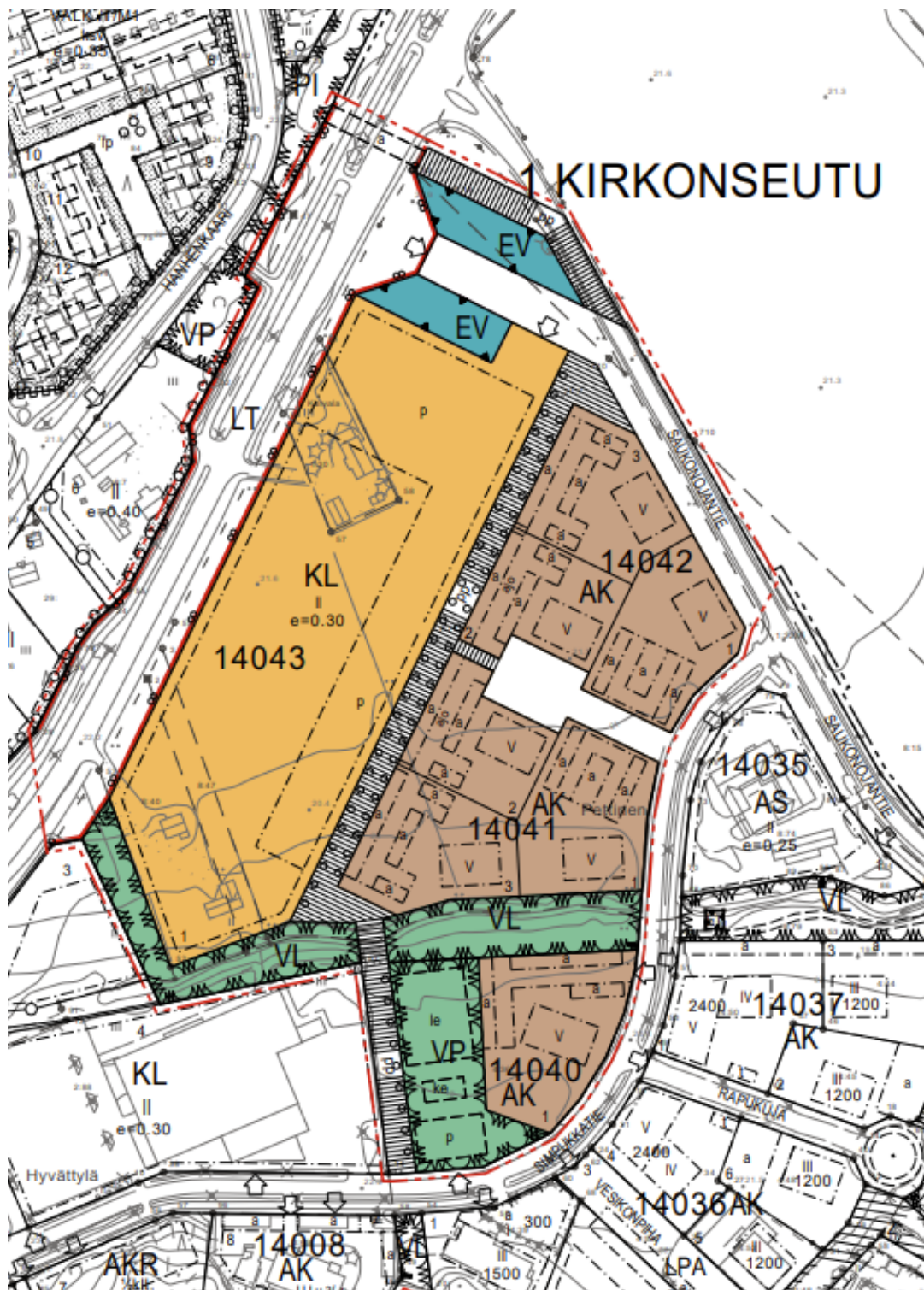
Vähämäki, M. & Paalumäki, A. 2011. Menetelmäviidakon raivaajat – Perusteita laadullisen tutkimuslähestymistavan valintaan. Vantaa: Hansaprint. Toimittanut Puusa, A. & Juuti, P. Viitattu 28.3.2024.

Wahlroos, O. 2022. Taajamakeitaan tarina – Hulevesillä luontokohteita. ELY-keskuksen raportteja 56. Viitattu 4.3.2024. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/187806/Taajamakeitaan%20tarina.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Ympäristöministeriö. 2021. Hulevesien laadun parantamiseen ja haitallisten aineiden poistamiseen lähes 1,6 miljoonaa euroa vesiensuojelun

tehostamisohjelmasta. Tiedote. Viitattu 8.2.2024. <https://ym.fi/-/hulevesien-laadun-parantamiseen-ja-haitallisten-aineiden-poistamiseen-lahes-1-6-miljoonaa-euroa-vesiensuojelun-tehostamisohjelmasta>

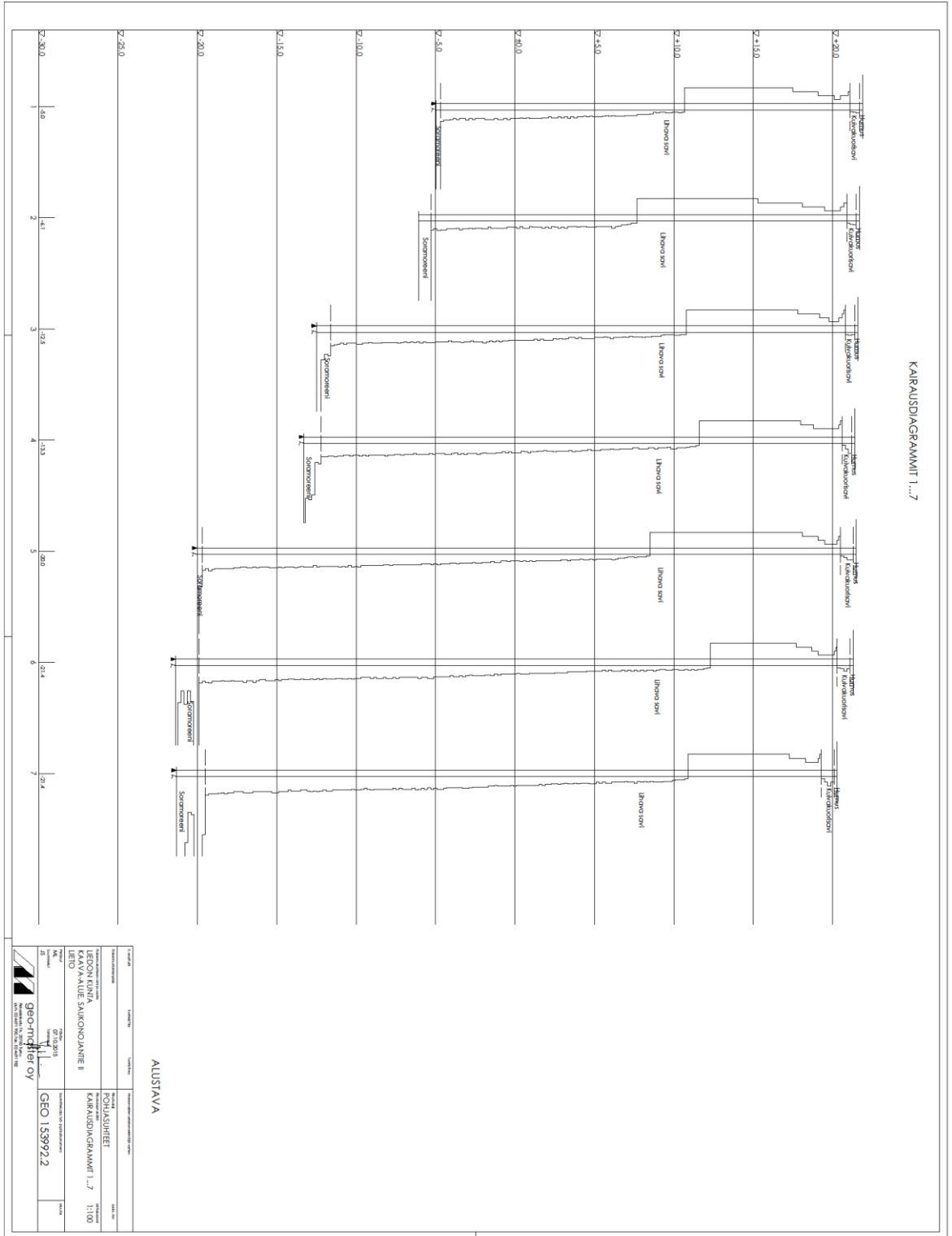
Ensimmäinen kaavaluonnos



Alueesta luotu havainnekuva



Kairausdiagrammi 1



Kairausdiagrammi 2

