



TEERINIEMEN KAUPUNGINOSAKESKUksen HULEVESISELVITYS

RAPORTTI

Vaasan kaupunki, kaavoitus

30.3.2022

SISÄLLYS

JOHDANTO	3
1 EKOLOGINEN HULEVESIEN KÄSITTELY	4
1.1 EKOLOGISEN HULEVESIEN KÄSITTELYN PERIAATTEITA.....	4
1.2 HULEVESIEN VÄHENTÄMIS- JA IMEYTYSMENETELMIÄ	6
1.3 HULEVESIEN JOHTAMISMENETELMIÄ	7
1.4 HULEVESIEN VIIVYTYSMENETELMIÄ	7
1.5 HULEVESIEN HALLINTA ASEMAKAAVA-ALUEILLA	9
2 SELVITYSALUEEN KUVAUS.....	11
2.1 SIJAINTI.....	11
2.2 YLEISTIETOA ALUEEN LUONNOSTA.....	15
2.3 SELVITYSALUEEN MAAPERÄ	18
3 VALUNTA SELVITYSALUEELLA.....	21
3.1 VALUMA-ALUE	21
3.2 VALUMAKERTOIMIEN MÄÄRITYS.....	25
3.3 MUODOSTUVAN PINTAVALUNNAN LASKEMINEN.....	26
3.4 HULEVESIEN KÄSITTELY SELVITYSALUEELLA.....	28
3.5 TULVIMINEN SELVITYSALUEELLA	29
4 YHTEENVETO.....	30
5 LÄHTEET	31

Päiväys:	30.3.2022
Raportin laadinta:	Aarni Nikkola Vaasan kaupunki © 2022
Kuvat:	Jan Nyman
Kartat:	Aarni Nikkola, Vaasan kaupunki, kaavoitus © 2022

JOHDANTO

Teeriniemen kaupunginosakeskuksen asemakaavan ak1119 hulevesiselvitys on laadittu tulevan asemakaavan suunnittelun tueksi vuonna 2022. Nykyisen Teeriniemen päiväkodin läheisyyteen on suunnitteilla korvaava päiväkotikoti. Hanke vaatii asemakaavan muutoksen ja kaava-alueesta on tarkoitus tehdä Teeriniemen kaupunginosakeskus, joka on helposti saavutettavavissa. Hulevesiselvityksen tarkoituksena on selvittää selvitysalueen muuttuvan maankäytön vaikutus alueen hulevesiin. Tavoitteena oli myös löytää hulevesien hallintaratkaisuja, jotka ehkäisevät ennalta alueen rakentamisesta johtuvia tulvahaittoja ja joilla pyritään säilyttämään alueen vesitasapaino. Kartoitus on tehty valuma-alueelähtöisesti.

Selvityksessä määritettiin hulevesien vesiolosuhteet sekä valumakertoimet niille alueilla, minne maankäytön muutokset painottuvat. Valuma-alueilta laskettiin hulevesimäärät ja -virtaamat valittuihin mitoitusasteisiin perustuen. Laskelmat tehtiin nykytilanteelle sekä niille maankäytön muutoksille, jotka olivat tiedossa selvitystä tehdessä.

Tavoitteena oli myös löytää yleisiä periaatteita ja suosituksia erilaisille hulevesienkäsittelymuodoille. Laskennalliset hulevesimäärät ovat suuntaa antavana apuna hulevesiaiheiden kuten hulevesialtaiden, -lammikoiden ja -kosteikkojen mitoittamisessa. Tarkemman teknisen toteutussuunnittelun yhteydessä tulee hulevesimäärät laskea uudestaan hulevesiaiheiden mitoittamista varten.

Maankäyttö- ja rakennuslain 103 c § mukaan hulevesien hallinnan yleisenä tavoitteena on kehittää hulevesien suunnitelmallista hallintaa asemakaava-alueella, imeyttää ja viivyttaa hulevesiä niiden kerääntymisalueella, ehkäistä hulevesistä aiheutuvia haittoja ympäristölle ja kiinteistölle sekä edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin. Vaasan kaupungin hulevesiohjelmassa on määritelty seuraava maankäyttö- ja rakennuslakiin sekä hulevesioppaaseen perustuva hulevesien hallinnan tärkeysjärjestys:

1. Hulevesien synnyn ehkäiseminen eli määrän vähentäminen
2. Hulevesien hyödyntäminen syntypaikallaan (käyttö ja imeytys)
3. Hulevesien käsittely ja pois johtaminen hidastavalla ja viivyttävällä järjestelmällä
4. Hulevesien käsittely ja pois johtaminen hulevesiviemärissä yleisillä alueilla sijaitseville hidastus- ja viivytysalueille ennen vesistöön johtamista
5. Hulevedet johdetaan hulevesiviemärissä suoraan vastaanottavaan vesistöön

1 EKOLOGINEN HULEVESIEN KÄSITTELY

1.1 Ekologisen hulevesien käsittelyn periaatteita

Veden kiertokulku voidaan jakaa neljään eri osaan: sadantaan, valuntaan, haihduntaan ja imeytymiseen. Luonnollisessa kiertokulussa huomattava osa sadannasta imeytyy maaperään pohjavedeksi ja virtaa hitaasti kohti vesistöjä ja merta. (Suomen kuntaliitto 2012).

Hulevesi on rakennetulla alueella maan pinnalle ja muille vastaaville pinnoille kertyvää sade- ja sulamisvettä. Hulevesien muodostumiseen vaikuttavat useat tekijät muun muassa sateen voimakkuus ja kesto, maanpinnan kaltevuus, maaperän ominaisuudet ja sadetta edeltävän kuivan ajan pituus. (Suomen kuntaliitto 2012)

Hulevesiviemäröinnin rinnalle on kehitetty erilaisia toimintatapoja ja rakenteellisia ratkaisuja, jotka noudattavat luonnonmukaisen hulevesien hallinnan periaatteita. Hulevesihaittoja voidaan ehkäistä asemakaavoituksen avulla. Menetelmiä ovat mm. alkuperäisen luonnon säilyttäminen, päällystettävien pintojen minimoiminen sekä hulevesiä viivyttävien kosteikkojen rakentaminen. (Suomen kuntaliitto 2012)

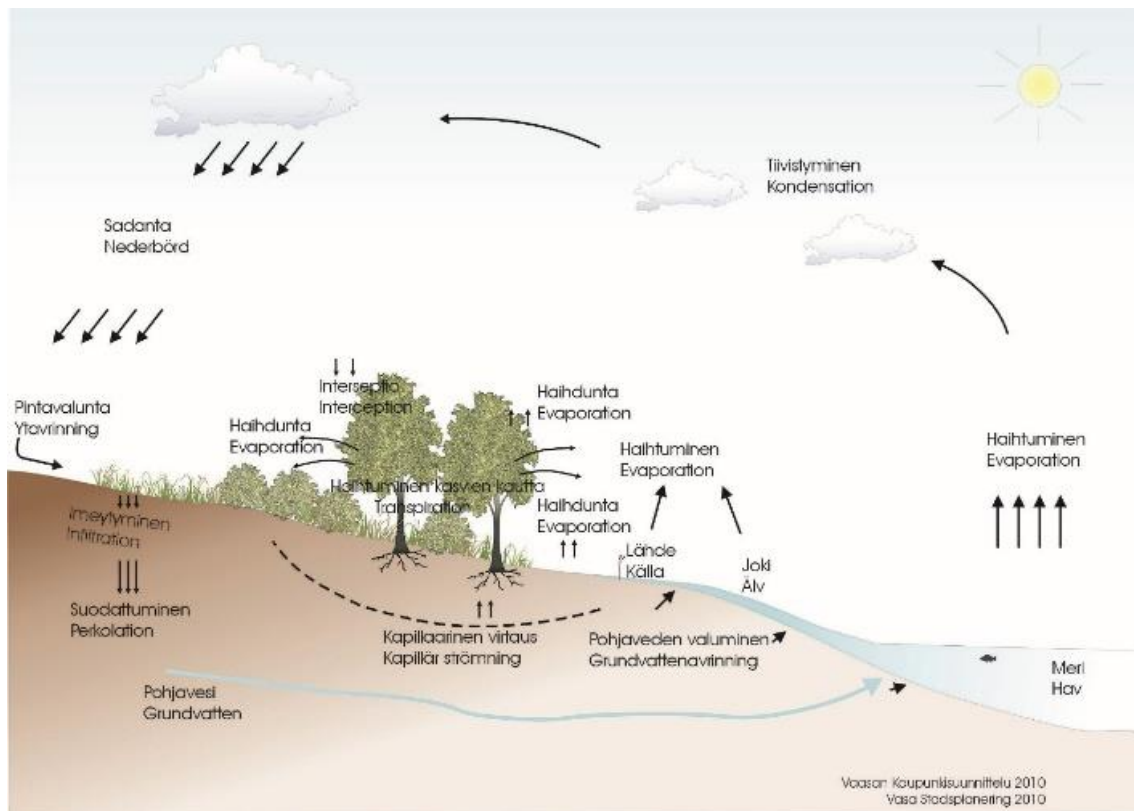
Luonnonmukaisessa hulevesien käsittelyssä on tavoitteena luonnon omien prosessien hyödyntäminen. Tällöin hulevesi pääsee kosketuksiin maan, ilman, kasvillisuuden ja mikro-organismien kanssa. Tavoitteena on hulevesien laadun parantaminen, jotta se olisi mahdollisimman lähellä luonnontilaista vettä vesistöihin laskiessaan. Luonnonmukaisessa hulevesien käsittelyssä vedet kulkeutuvat hitaasti järjestelmän läpi puhdistuen samalla. Huleveden määrä vähenee, kun se imeytyy ja suodattuu maaperään. (Pihlajamaa 2010)

Luonnonmukaisella hulevesien käsittelyllä pystytään ylläpitämään pohjavesi- ja pintavesivarastoja sekä maan kosteustasapainoa. Käsittelyssä osa vedestä imeytyy takaisin maahan tai haihtuu järjestelmän eri vaiheissa, jolloin myös hulevesien määrä vähentyy. Luonnonmukainen huleveden käsittely tulee ymmärtää moniulotteisena menetelmänä, joka toteuttaa useita eri tavoitteita. (Pihlajamaa 2010)

Luonnonmukaiset hulevesien hallintamenetelmät jakautuvat toimintaperiaatteensa mukaan hulevesien vähentämiseen, käsittelyyn, viivyttämiseen ja johtamiseen. Kokonsa ja sijoittumisensa puolesta voidaan puhua alueellisista ja paikallisista (tontti- tai korttelikohtaisista) menetelmistä. Paikallisten menetelmien tarkoituksena on useimmiten vähentää huleveden määrää,

tasata huleveden virtaamia ja poistaa huleveden mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia mahdollisimman lähellä huleveden syntypaikkaa. Alueellisten menetelmien tarkoituksena on vähentää ja tasata huleveden aiheuttamaa tulvariskiä. Käytännössä hulevesien hallintamenetelmät kuitenkin toteuttavat useampaa periaatetta samanaikaisesti. (Suomen kuntaliitto 2012)

Hulevesien hallintamenetelmät ovat erilaisia maisemarakenteen eri osissa. Vedenjakaja-alueilla pyritään hulevesien imeyttämiseen pohjavedeksi. Rinteissä huleveden virtausta hidastetaan suodatinrakenteissa, avopainanteissa ja uomissa. Maisemarakenteen alavilla savikkoalueilla, missä imeytyminen on vähäistä, on mahdollista suodattaa likaisia hulevesiä kuivatusputkistoilla varustetuissa läpäisevästä materiaalista tehdyissä painanteissa. Puhtaita ja suodatettuja vesiä voidaan viivyttaa edelleen pihojen ja puistoalueiden vesiaiheiksi suunniteltavissa lammissa ja kosteikoissa ennen niiden purkautumista vesistöihin. (Suomen kuntaliitto 2012)

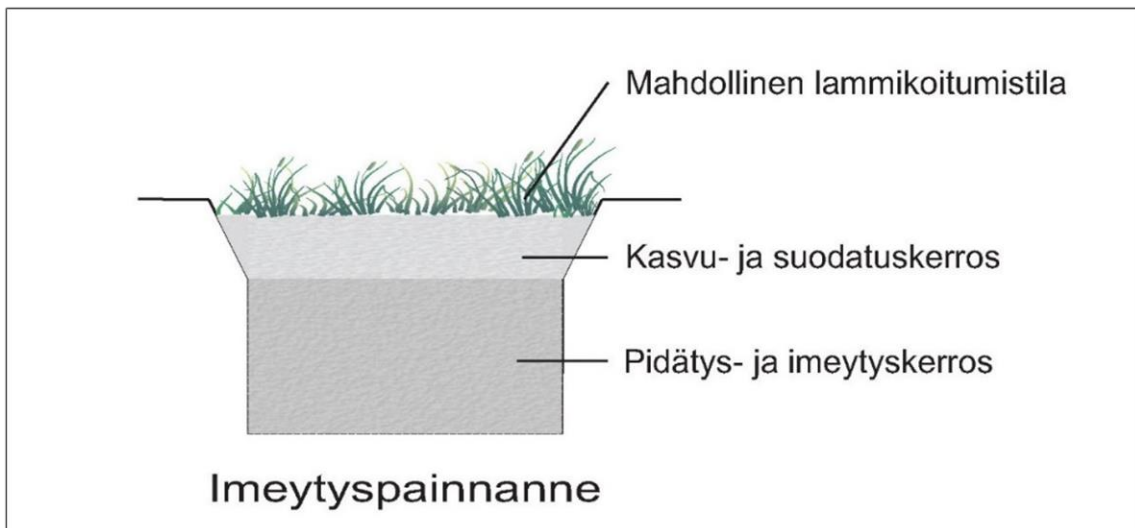


Kuva 1. Veden kiertokulku luonnossa.

1.2 Hulevesien vähentämis- ja imeytysmenetelmiä

Hulevesien vähentäminen on tärkein osa hulevesien hallintaa, koska vain siihen kuuluvilla toimenpiteillä hydrologista kiertoa voidaan ennallistaa rakentamista edeltänyttä tilannetta vastaavaksi. Ainoastaan rajoittamalla hulevesien muodostumista (vähentämällä rakennettujen pintojen määrää), imeyttämällä muodostuneita hulevesiä tai haihduttamalla niitä kasvillisuuden avulla huleveden kokonaismäärää voidaan vähentää ja siirtää hulevettä pintavalunnasta osaksi maa- ja pohjavettä tai ilmakehän vettä. (Suomen kuntaliitto 2012)

Hulevesien hallinnan kannalta ensisijaisen tärkeitä ovat syntypaikalla tehtävät toimenpiteet, joilla ehkäistään hulevesien muodostumista esimerkiksi viherkattojen tai kattopuutarhojen avulla sekä hyödyntämällä paikallisesti kattovesiä ja imeyttämällä hulevesiä syntypaikallaan. Imeyttämistä voidaan yksinkertaisimmillaan edistää jättämällä piha-alueita päällystämättä ja käyttämällä läpäiseviä päällysteitä (mm. reikälaatta ja -kiveys, kennosora sekä avoin asfaltti (AA)). Varsinaiset imeytysrakenteet voivat vaihdella yksinkertaisista kivipesistä, sorasaarroista ja muista imeytyspainanteista ja -kaivoista maanalaisiin imeytyskenttiin ja jopa tehdasvalmisteisiin järjestelmiin. Imeytettäessä on varmistettava, ettei rikota pohjaveden pilaamiskieltoa. (Suomen kuntaliitto 2012, Hyöty 2007)



Kuva 2. Imeytyspainanne.

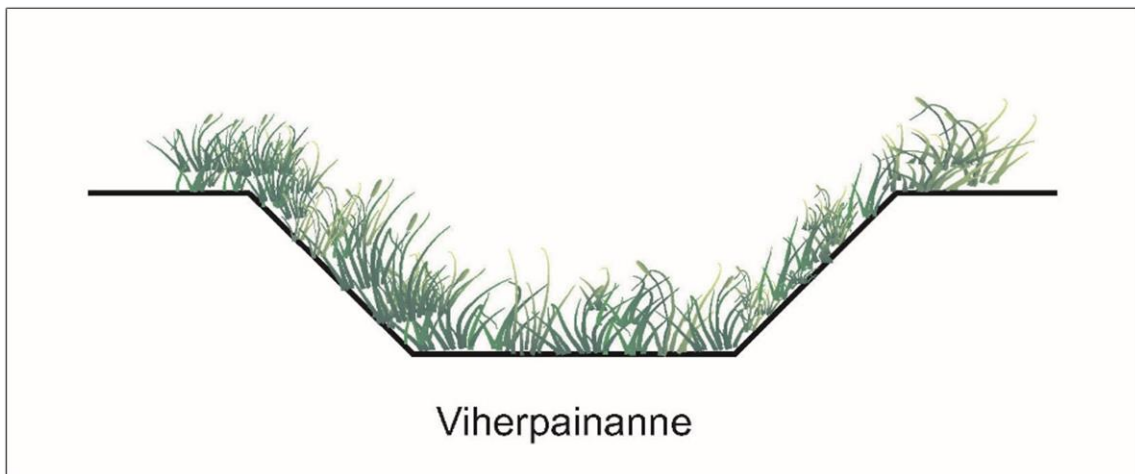
1.3 Hulevesien johtamismenetelmiä

Hulevesien johtamismenetelmillä hulevesiä kootaan ja johdetaan siten, että virtaama hidastuu ja epäpuhtauksien laskeutuminen ja imeytyminen mahdollistuvat. Virtaaman hidastumista voidaan tehostaa johtamisreittien kasvillisuudella, pienellä pituuskaltevuudella ja riittävällä pituudella. (Suomen kuntaliitto 2012)

Hulevesiä voidaan johtaa joko avoimissa tai putkijärjestelmissä. Avoimia hulevesien johtamismenetelmiä ovat muun muassa avo-ojat, purot, viherpainanteet, kourut, kanavat ja muut avouomavirtaukseen perustuvat johtamismenetelmät. (Suomen kuntaliitto 2012)

Hulevesien määrällisen ja laadullisen hallinnan kannalta paras tapa hulevesien keräämiseen ja johtamiseen on avoin kuivatusjärjestelmä, joka muodostuu painanteista, avo-ojista ja tarvitta-
vilt osin rummuista ja hulevesiviemäriosuuksista. (Suomen kuntaliitto 2012)

Hulevesien johtaminen maan pinnalla soveltuu etenkin alueille, joilla maankäyttö ja rakentaminen on suhteellisen väljää. Pienillä valuma-alueilla, esimerkiksi yksittäisten kiinteistöjen ja tonttien alueilla, pintajärjestelmiä voidaan käyttää myös tiivistä rakennetuissa kohteissa. (Suomen kuntaliitto 2012)



Kuva 3. Viherpainanne.

1.4 Hulevesien viivytyksmenetelmiä

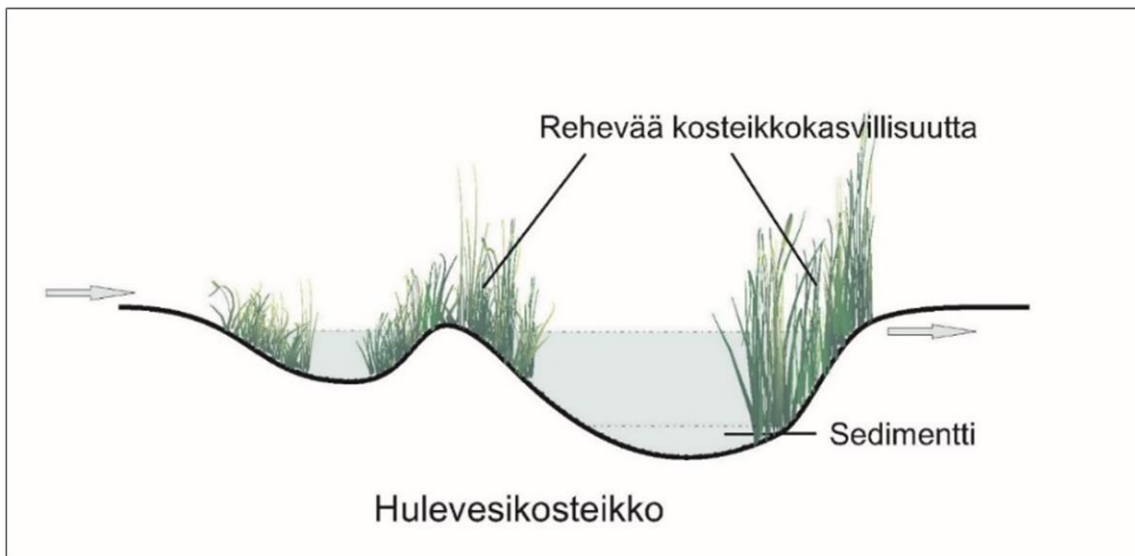
Hulevesien viivytyksmenetelmillä hulevesivirtaamaa hidastetaan ja pidätetään. Viivytyksmenetelmien tarkoituksena on varastoida menetelmään johdettava hulevesi tietyksi aikaa ja vapauttaa

se vähitellen. Viivytysmenetelmät voidaan luokitella karkeasti kosteikkoihin, lammikoihin, painanteisiin sekä rakennettuihin altaisiin ja kaivantoihin. Kosteikoissa, lammikoissa ja altaissa on tyypillisesti pysyvä vesipinta, kun taas painanteet ja kaivannot kuivuvat sadetapahtumien välissä. (Suomen kuntaliitto 2012, Hyöty 2007)

Kosteikko on suuren osan vuodesta veden peitossa ja muunkin ajan se pysyy kosteana. Kosteikossa on tyypillisesti vesi- ja kosteikkokasvillisuutta. Luiskakaltevuuden tulisi olla loiva. Kosteikon alkupäähän on suositeltavaa toteuttaa tasausallas, jonka tilavuus on 10–15% kosteikon mitoitustilavuudesta. Kosteikon pituuden ja leveyden suhde tulisi olla vähintään 2:1. (Hyöty 2007)

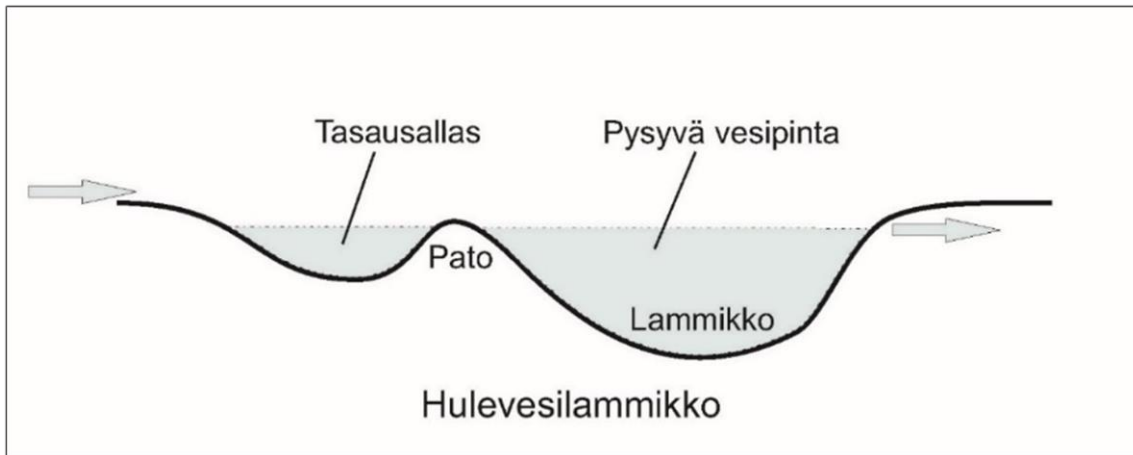
Hulevesilammikoissa on pysyvä avovesipintainen alue sekä myös tilaa veden väliaikaista varastointia varten. Lammikoiden keskisyvyyden tulisi olla 1–1,5 metriä ja maksimisyvyyden alle 2,5 metriä. Lammikoiden reuna-alueiden tulisi olla kaltevuudeltaan loivia. (Hyöty 2007)

Viivytyspainanteet ovat ympäristöään alempia alueita, joihin hulevedet voivat lammikoitua. Ne varustetaan virtaamaan säätelevällä rakenteella, joka tyhjentää viivytystilavuuden enintään muutaman vuorokauden kuluessa täyttymisestään. Viivytyspainanteet voivat olla kasvillisuuden peittämiä. (Hyöty 2007)



Kuva 4. Poikkileikkaus kosteikosta.

Rakennetut altaat ovat keinotekoisia vesialtaita, joita käytetään hulevesien viivyttämiseen. Altaat voivat olla rakennettuja esimerkiksi betonista. Rakennetuissa altaissa pyritään säilyttämään pysyvä vesipinta. Altaissa tulee olla ylivuotoreitti sekä tyhjennysputki. (Hyöty 2007)



Kuva 5. Hulevettä viivyttävä lammikko.

Viivytykskaivannot ovat maanalaisia hulevesien viivyttämiseen tehtyjä rakenteita. Ne soveltuvat kohteisiin, joissa ei ole tilaa maanpäällisille ratkaisuille ja jossa hulevesien viivyttäminen on tarpeen. Viivytykskaivannot tulee varustaa salaojituksella ja purkuputkella. (Hyöty 2007)

1.5 Hulevesien hallinta asemakaava-alueilla

Maankäyttö- ja rakennuslain 103 c § määrittää hulevesien hallinnan yleisiksi tavoitteiksi hulevesien suunnitelmallisen hallinnan kehittämisen asemakaava-alueella, hulevesien imeyttämisen ja viivyttämisen niiden kerääntymispaikalla, hulevesistä ympäristölle ja kiinteistöille aiheutuvien vahinkojen ehkäisemisen. Samalla pyritään luopumaan hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin.

Suurimmat hulevesien aiheuttavat ongelmat syntyvät tiiviisti rakennetuilla keskusta-alueilla. Mitä enemmän alueesta on läpäisemätöntä pintaa, sitä nopeammin ja tehokkaammin sade- ja sulamisvedet synnyttävät pintavaluntaa. Pintavalunnan osuus kokonaisvalunnasta on luonnonoloissa rankoillakin sateilla usein vähäinen, mutta tiiviisti rakennetuissa taajamissa jo pienet saateet voivat muodostaa paljon pintavaluntaa. (Suomen kuntaliitto 2012)

Hulevesiviemärointi pyritään yleensä järjestämään painovoimaisesti luonnollisia valumareittejä mukaillen ja luonnolliset valuma-alueajat huomioiden. Vaikka luonnonmukaisia valumareittejä

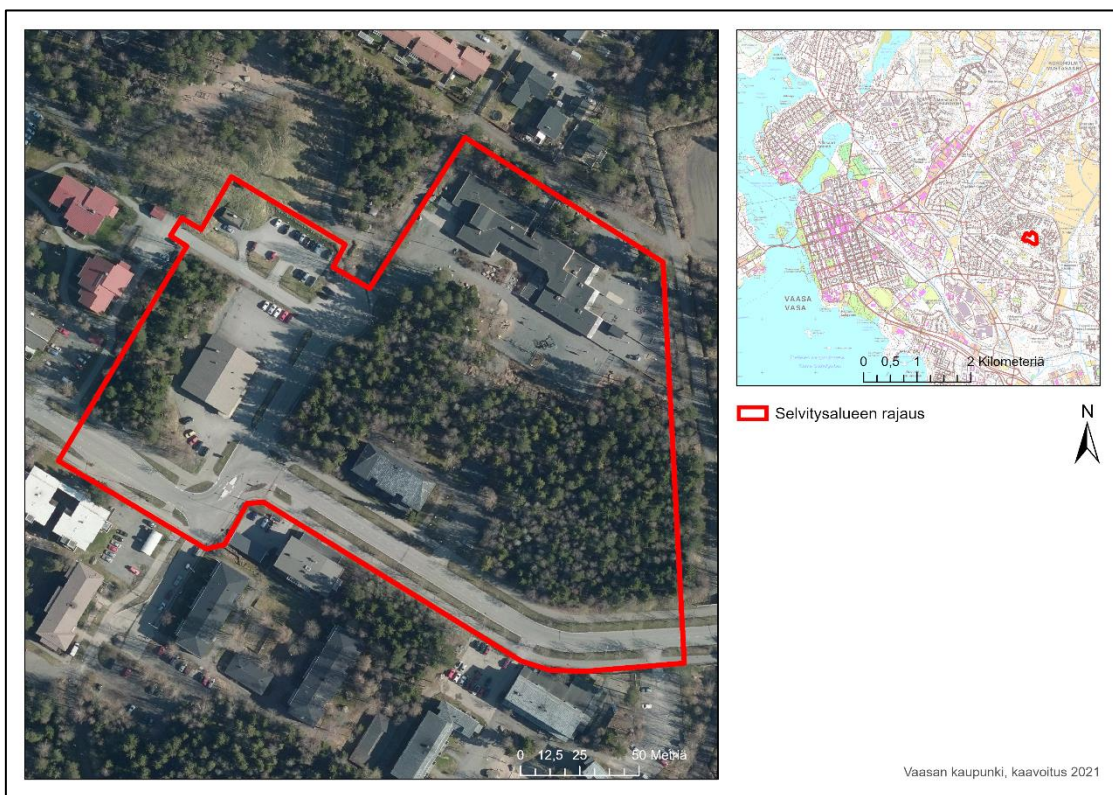
noudatettaisiinkin, hydrologisen kierron kannalta viemärointi ei silti vastaa luonnonmukaista menetelmää. Viemärointi johtaa hulevedet liian nopeasti ja käsittelemättöminä purkuvesiin, sekä estää hulevesien imeytymisen maaperään. Tämä aiheuttaa muun muassa suuria virtaama vaihteluita, rantavyöhykkeen eroosiota sekä heikentää vesien tilaa. Erilaisin hulevesien hallintamenetelmin hulevesiviemäriverkoston mitoitusta voidaan pienentää sekä vähentää tulvimis-herkkyyttä ja purkuvesistön kuormitusta. Uusista hallintamenetelmistä huolimatta maanalaisia putkijärjestelmiä tarvitaan edelleen osana hulevesien hallinnan kokonaisratkaisua. (Suomen kuntaliitto 2012)

Yksi mahdollisuus huleveden mukana kulkeutuvan kiintoaineen ottamiseksi talteen ennen sen päätymistä purkuvesiin on hidastaa virtausta uoman suistossa ranta-alueella. Pienestä taajama-purosta, hulevesiviemäristä tai -ojasta purkautuvaa vettä voidaan johtaa rantavyöhykkeelle tai vesikasvillisuuden sekaan kaivettaviin ojastoihin, joissa virtaus jakaantuu ja tasaantuu. Näillä keinoin kiintoaine suodattuu kasvillisuuteen. Hulevesiä tuovan uoman suistossa voi olla esimerkiksi laskeutusallas tai kosteikko. Uoman voi erottaa maapenkereellä järven tai meren matalasta ranta-alueesta. Tällöin rakenne muistuttaa keinotekoista laguunia, fladaa tai kluuvijärveä. Matalalla ranta-alueella vesitilavuus saadaan helposti suureksi. (Suomen kuntaliitto 2012)

2 SELVITYSALUEEN KUVAUS

2.1 Sijainti

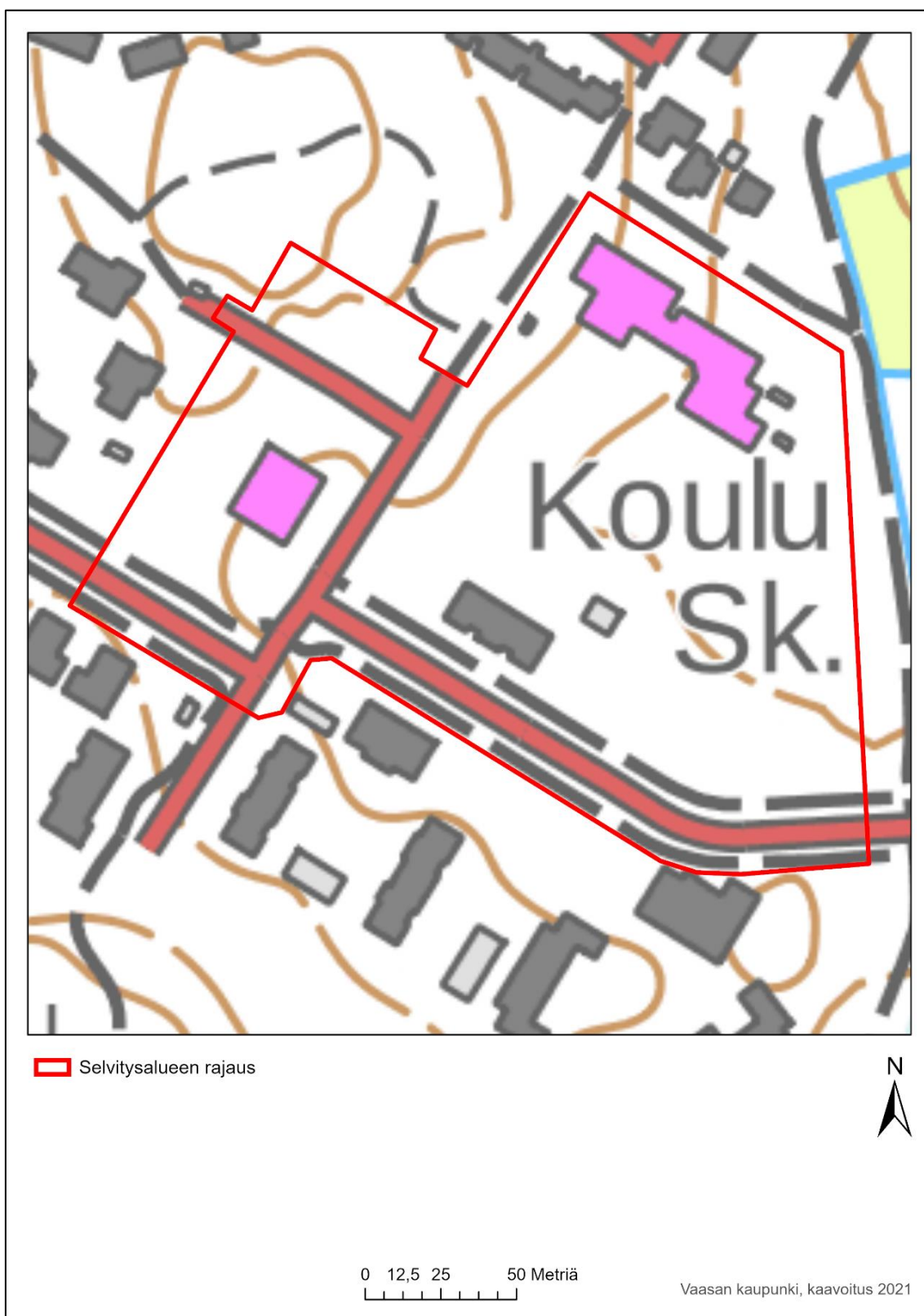
Teeriniemen kaupunginosakeskuksen selvitysalue sijaitsee noin 4 kilometriä itään Vaasan keskustasta. Selvitysalue rajautuu etelässä Teeriniemenkatuun, lännessä entisen kauppakeskuksen viereiseen metsikköön, pohjoisessa ja idässä oleviin kevyen liikenteen väyliin. Pinta-alaltaan hulevesiselvitysalue on noin 3,7 hehtaarin kokoinen. Selvitysalueen sijainti ja rajausta on esitetty karttoilla 1–4.



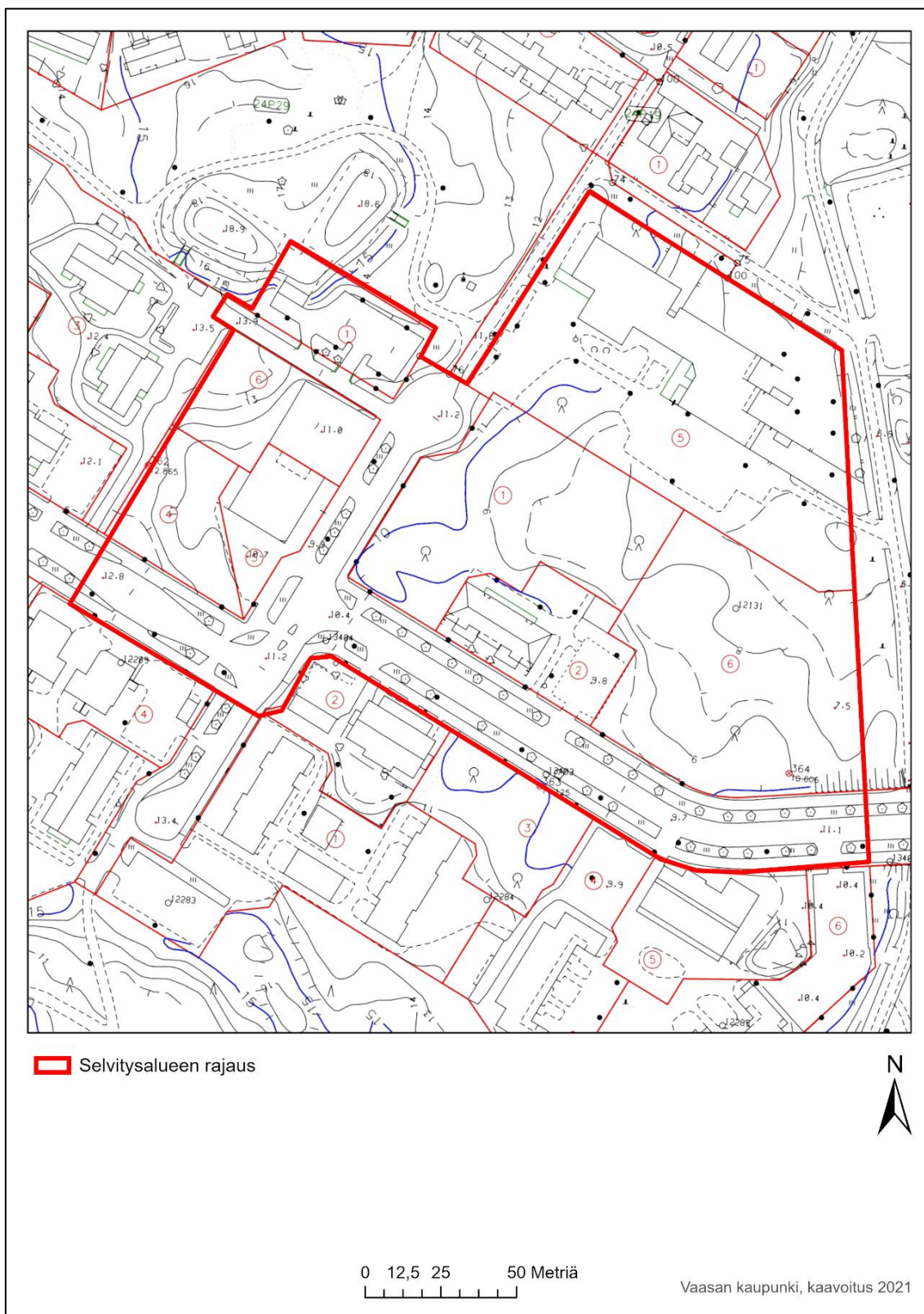
Kartta 1. Selvitysalueen sijainti.



Kartta 2. Selvitysalueen raja ilmakuvassa esitettyä.



Kartta 3. Selvitysalueen raja peruskartalla esitettynä.



Kartta 4. Selvitysalueen raja pohjakartalla esitettyä.

2.2 Yleistietoa alueen luonnosta

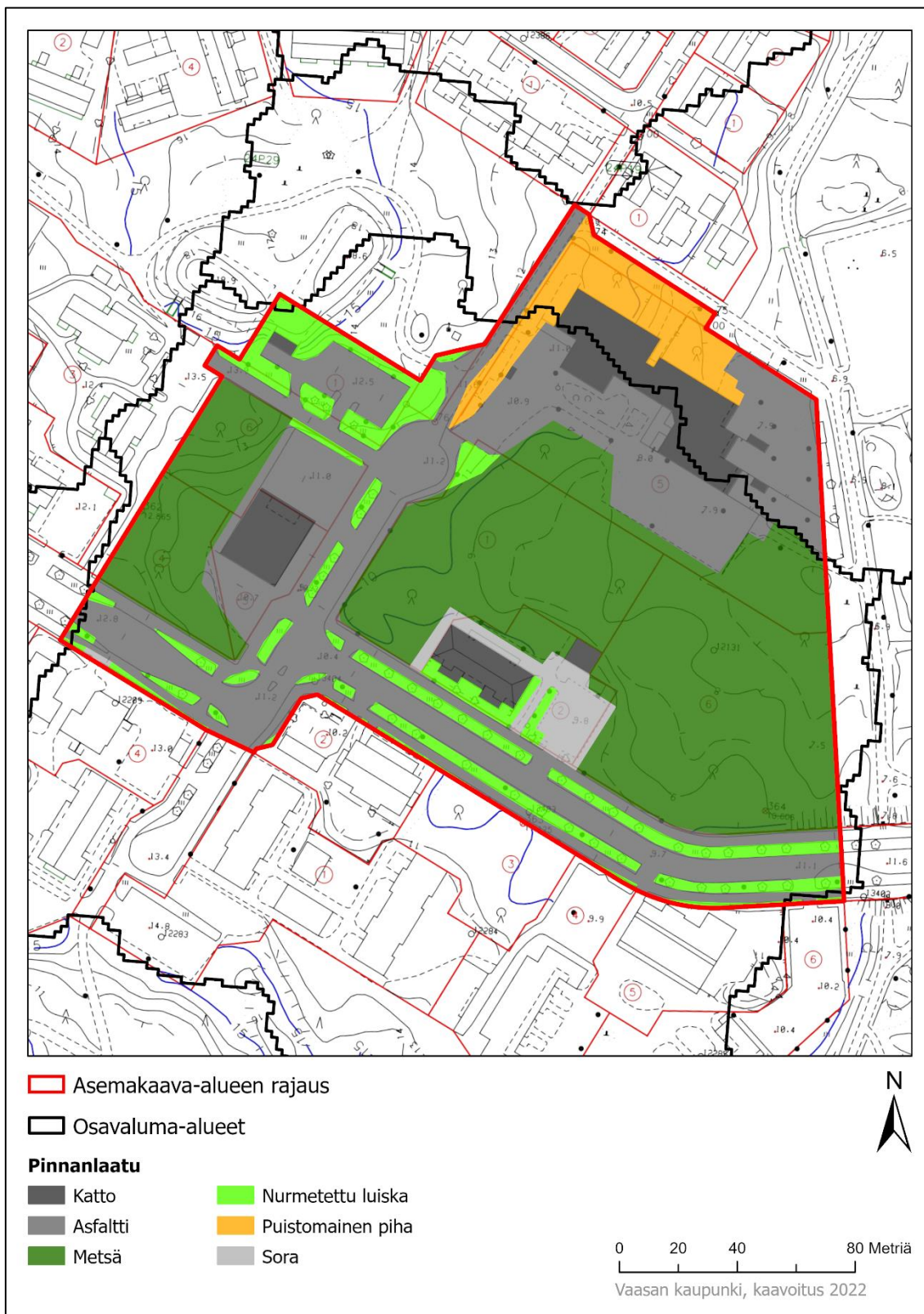
Suunnittelualue sijaitsee rakennetulla alueella. Metsäiset alueet ovat pienialaisia ja osin puistomaisia. Inventointialueen sijainti rakennetun ympäristön vaikutuspiirissä näkyy maastossa metsänreunojen rajautumisena pihoihin, ojiin, katuihin tai kevyen liikenteen väyliin. Paikoin alueen aluskasvillisuus on kulunut viheralueiden käytön seurauksena.

Nykytilassa asemakaava-alue koostuu 45 % vettä läpäisemättömistä, 2 % puoliläpäisevistä ja 53 % vettä läpäisevistä pinnoista. Suunnitellussa maankäytössä asemakaava-alue koostuisi 50 % vettä läpäisemättömistä, 19 % puoliläpäisevistä ja 31 % vettä läpäisevistä pinnoista. Suunnittelun maankäytön pinnanlaadut on arvioitu tehokkaimman maankäyttömallin mukaisesti. Selvitysalueen pinnanlaadut ovat listattuna taulukossa 1.

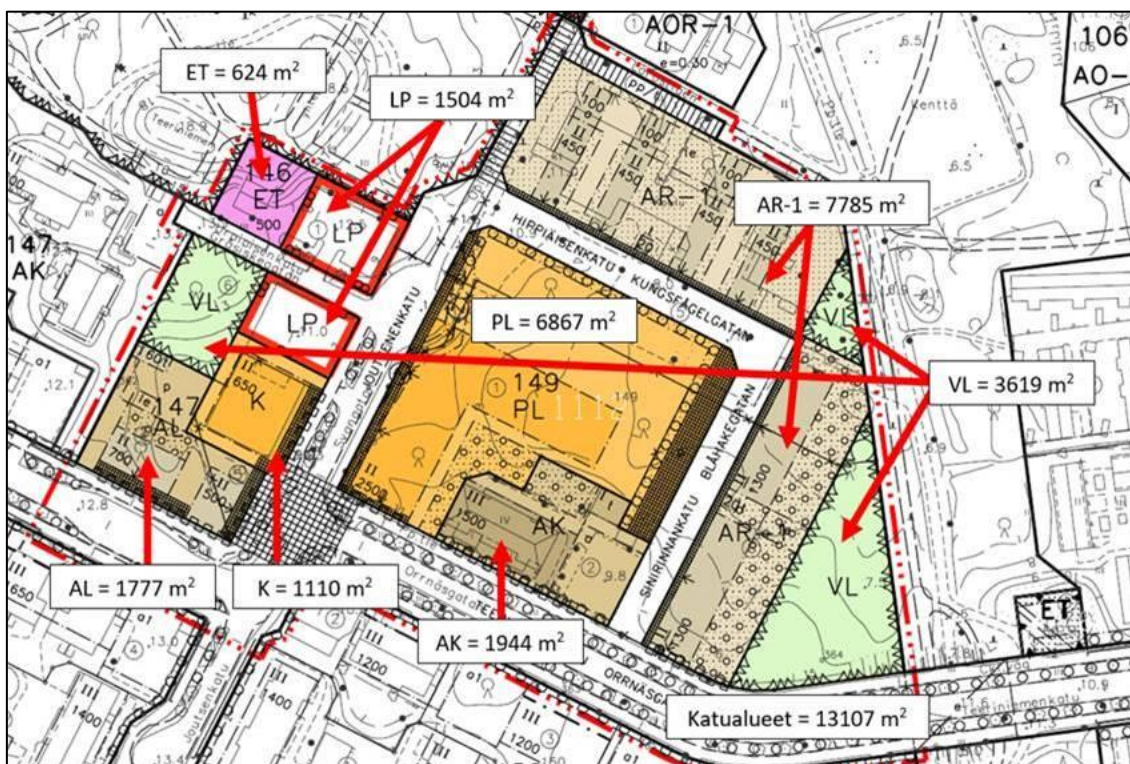
Taulukko 1. Asemakaava-alueen pinnanlaadut nykytilassa sekä suunnitellussa maankäytössä.

	Nykytila		Suunniteltu maankäyttö		
Pinnanlaadut	Pinta-ala (ha)	Osuus koko pinta-alasta	Pinta-ala (ha)	Osuus koko pinta-alasta	Pinta-ala muutos %
Läpäisemättömät pinnat	1,71	45 %	1,91	50 %	+12 %
Puoliläpäisevät pinnat	0,09	2 %	0,72	19 %	+682 %
Läpäisevät pinnat	2,03	53 %	1,20	31 %	-41 %

Selvitysalueen osavaluma-alue on jaettu ortoilmakuvatarkastelun perusteella kuuteen pinnanlaatutyyppiin, joiden pinta-aloja hyödynnettiin valumakertoimien laskennassa. Suunnittelun maankäytön pinnanlaadut ovat arvioitu kaavan ak1112 mukaisesti. Selvitysalueen nykytilan pinnanlaadut ovat havainnollistettu kartalla 5 ja suunnittelun maankäytön pinnanlaadut ovat esitetty taulukossa 2.



Kartta 5. Asemakaava-alueen pinnanlaadut nykytilassa.



Kuva 6. Asemakaavaehdotuksen aluekohtaiset pinta-alalaskelmat.



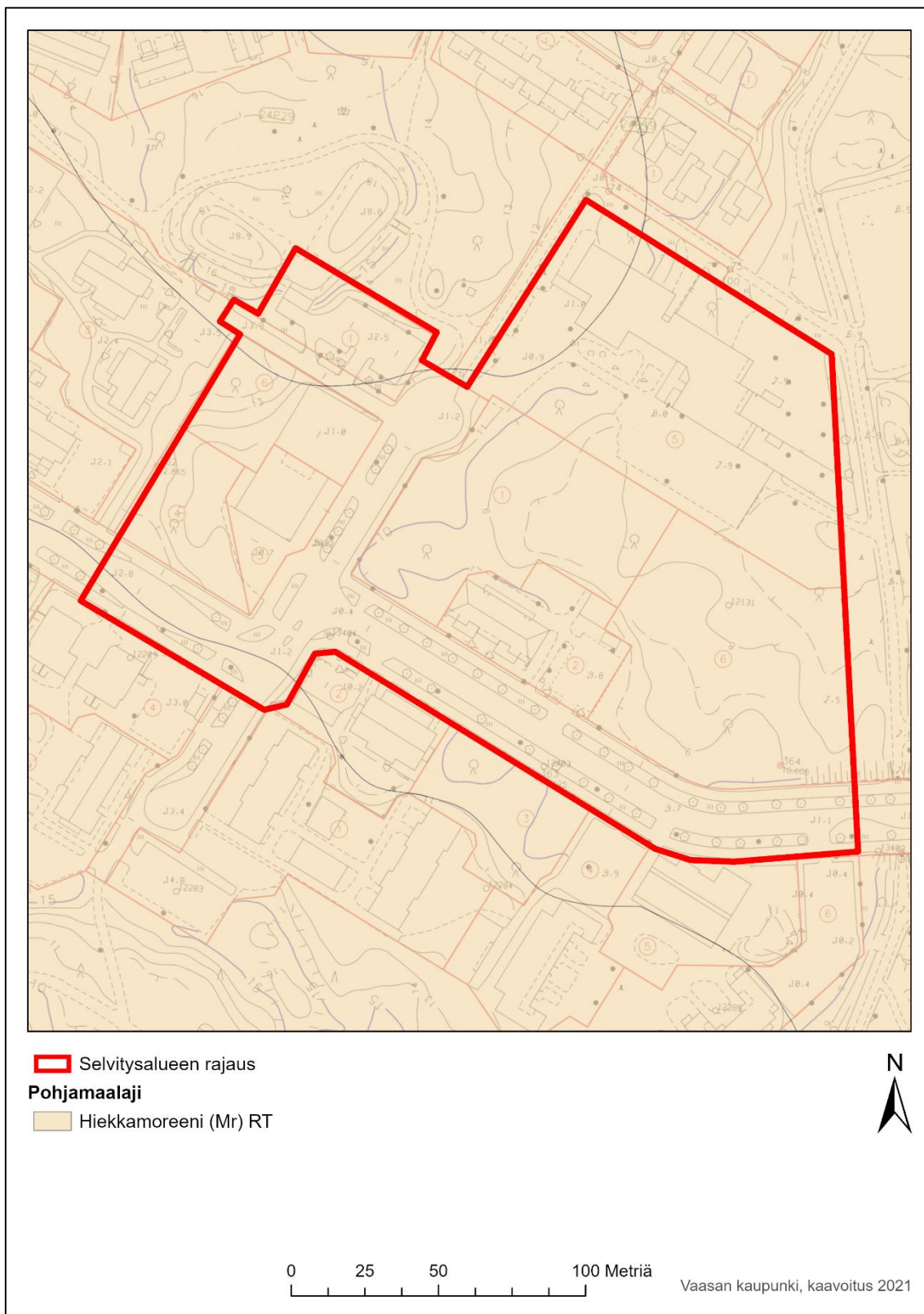
Kuva 7. Metsikkö päiväkodin eteläpuolella.

Taulukko 2. Suunnitellun maankäytön pinnanlaadut.

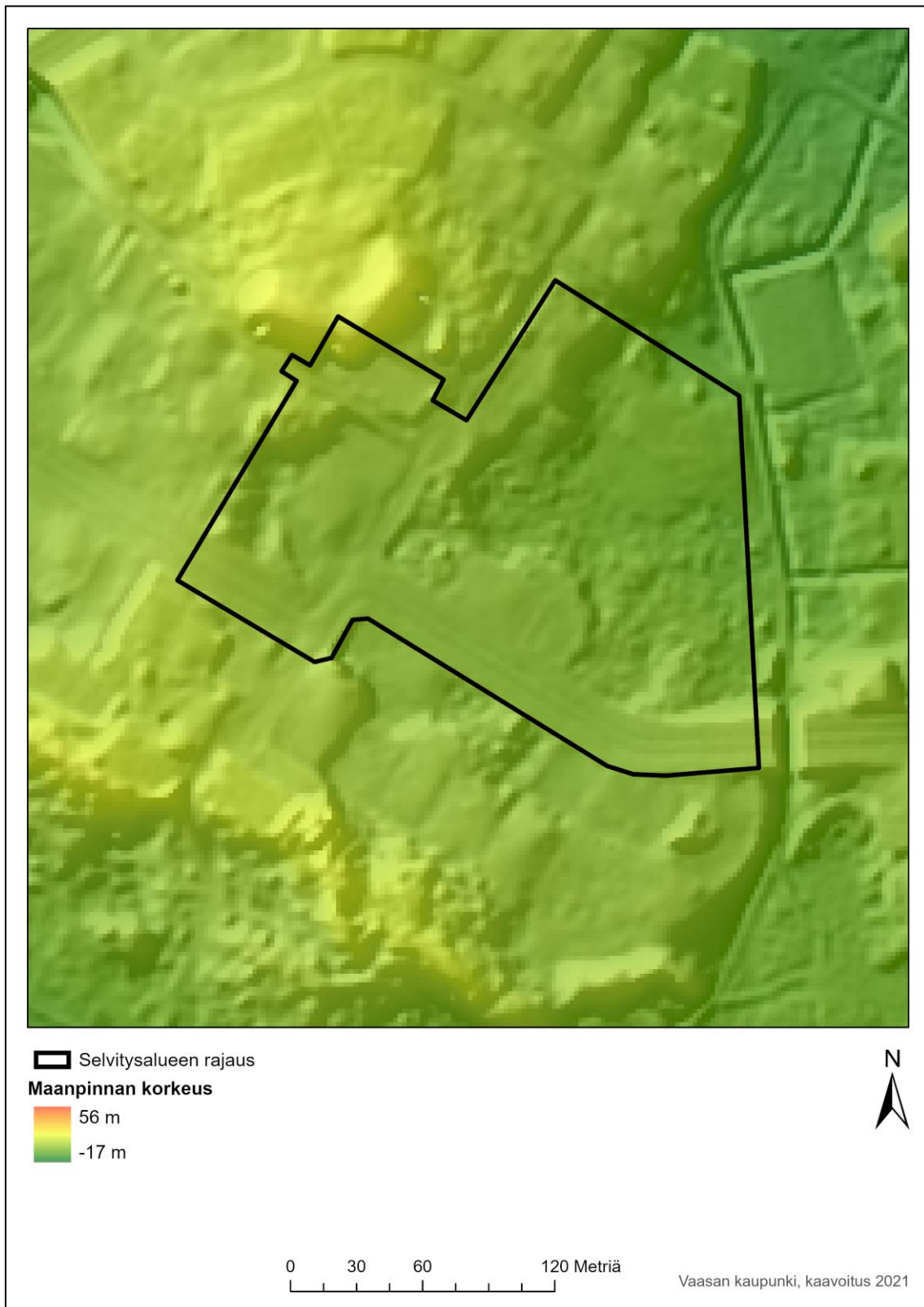
KOHDE	KOKONAISPINTA- ALA (m ²)	Läpäisevä pinnanlaatu (m ²)	Osittain läpäisevä pinnanlaatu (m ²)	Läpäisemätön pinnanlaatu (m ²)
Lähipalvelurakennus- ten korttelialue (PL)	6867	965	3814	2088
Asuinkerrostalojen korttelialue (AK)	1944	246	–	1698
Kaupunkipientalojen korttelialue (AR-1)	7785	4170	1035	2580
Asuin-, liike- ja toimis- torakennusten kortte- lialue (AL)	1777	232	628	917
Liike- ja toimistoraken- nusten korttelialue (K)	1110	–	130	980
Lähivirkistysalue (VL)	3619	3619	–	–
ET-alue	624	400	–	224
LP-alueet	1504	404	600	500
Katualueet	13107	2000	1000	10107
PINTA-ALA YHTEENSÄ	38337	12036	7207	19094

2.3 Selvitysalueen maaperä

Suurmaisemassa selvitysalue sijaitsee Suvilahden–Purolan moreeniselänteen keskivaiheilla. Lännessä selänne rajautuu Hietalahden–Purolan laaksoalueeseen ja idässä Vanhan Vaasan laaksoon. Selänteellä vallitseva maalaji on hiekkamoreeni. Maaperätiedot ovat esitetty kartalla 6. Selvitysalueen maanpinnan korkeustiedot ovat esitetty kartalla 7.



Kartta 6. Selvitysalueen maaperäkartta.



Kartta 7. Selvitysalueen maanpinnan korkeustiedot.

3 VALUNTA SELVITYSALUEELLA

Selvitysalueen hulevedet purkautuvat pintavalumana sekä kaupungin hulevesiviemärointiä pitkin hieman selvitysalueen ulkopuolella idän suunnassa sijaitseviin avouomiin. Selvitysalue on pinnanlaadultaan lähes puoliksi vettä läpäisemätöntä pinnanlaatua, mutta maaperä on hyvin vettä läpäisevää hiekkamoreenia. Hulevesien johtamisen apuna on käytetty alueella paljon kaupungin hulevesiverkostoa.

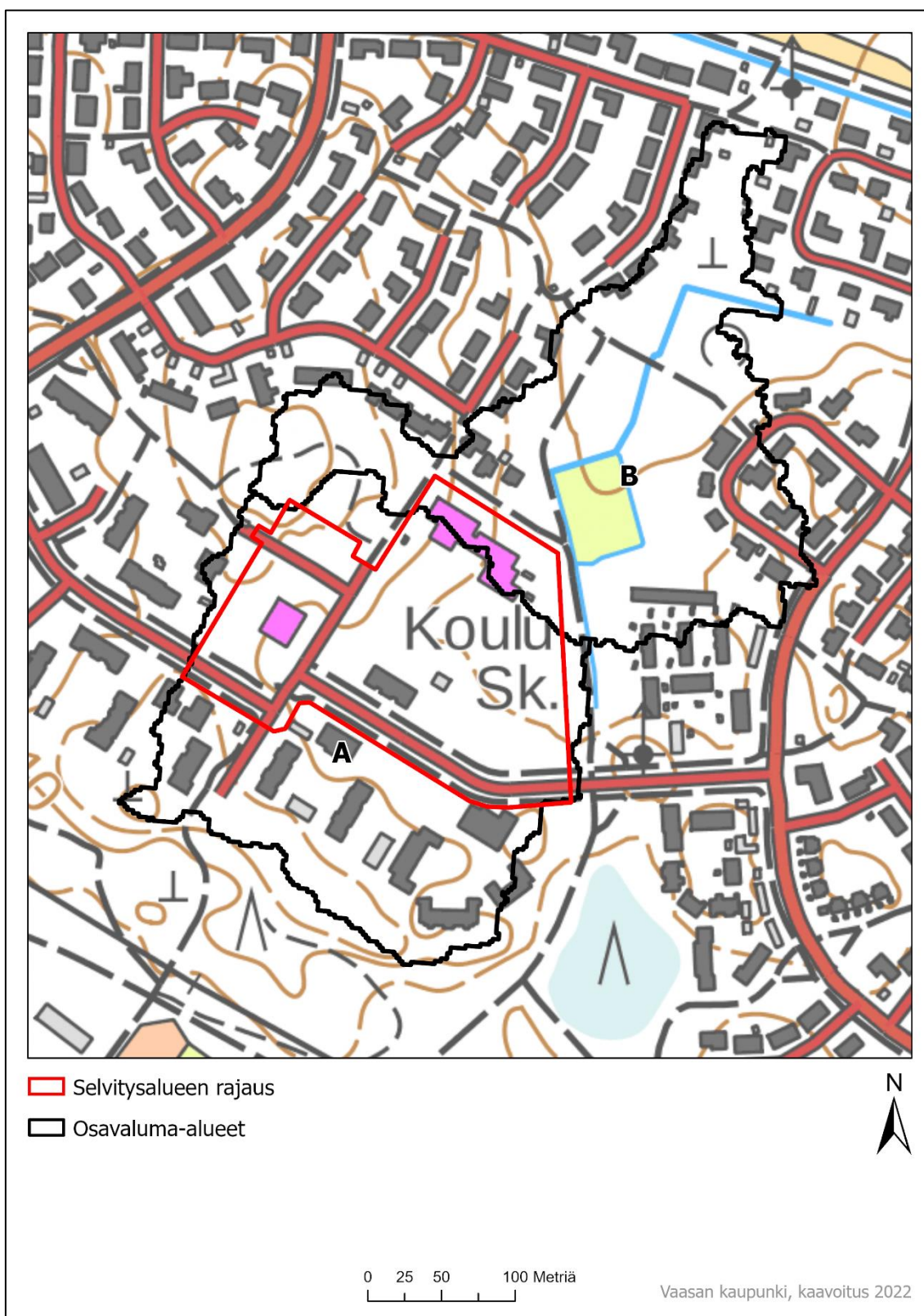


Kuva 8. Selvitysalueen eteläpuolella kulkeva Teeriniemenkatu.

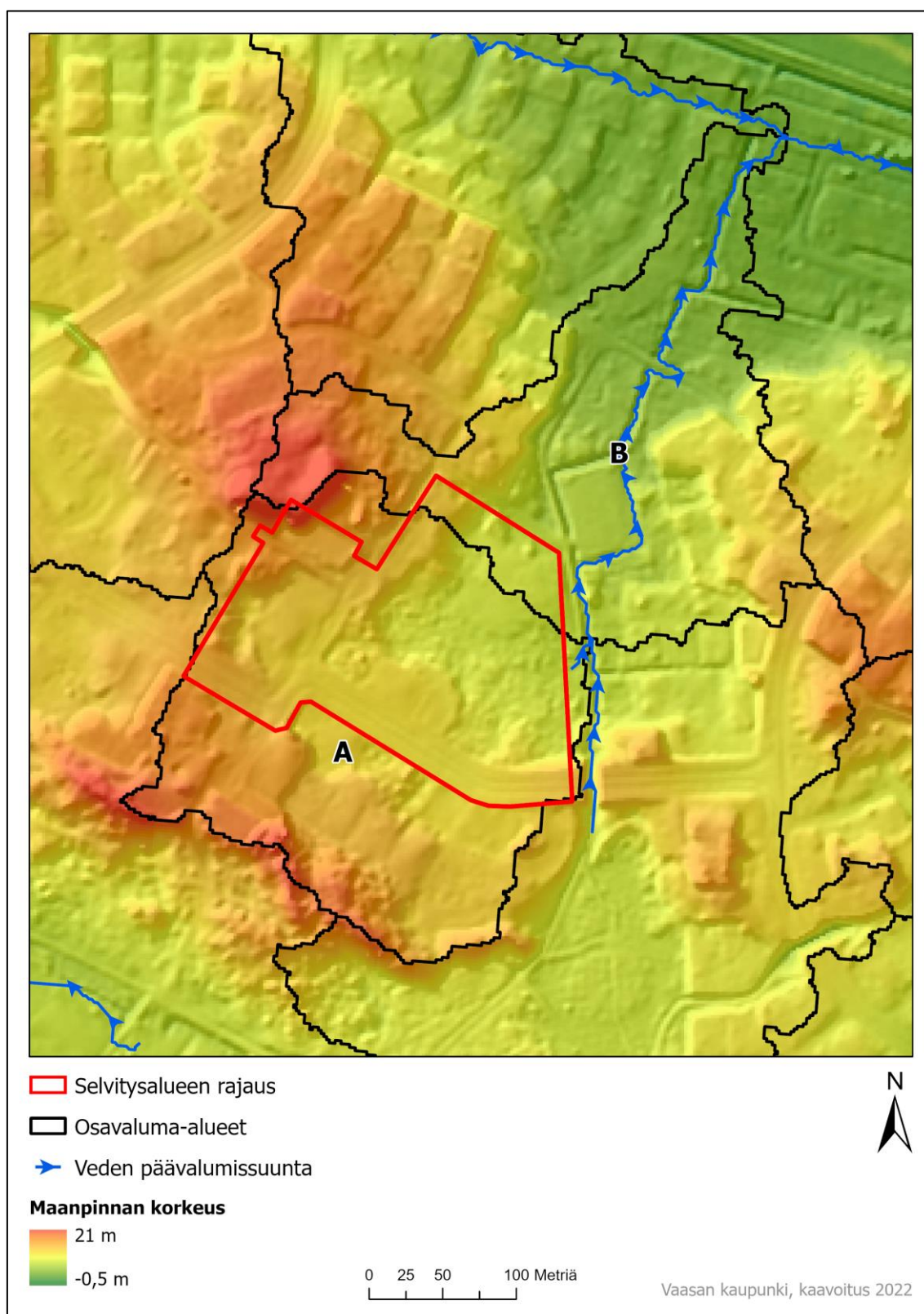
3.1 Valuma-alue

Osavaluma-alueet ja veden valumasuunnat ovat määritetty maanpinnan korkeusdataa hyödyntävällä paikkatietoanalyysillä. Analyysi tehtiin Arc Hydro -nimisellä ArcGIS Pro -ohjelmiston liitännäistyökalulla käyttöoppaan mukaisesti. Työkalu hyödyntää mallinnuksessa 2 m ruutukoon maanpinnan korkeusdataa. (ESRI 2011)

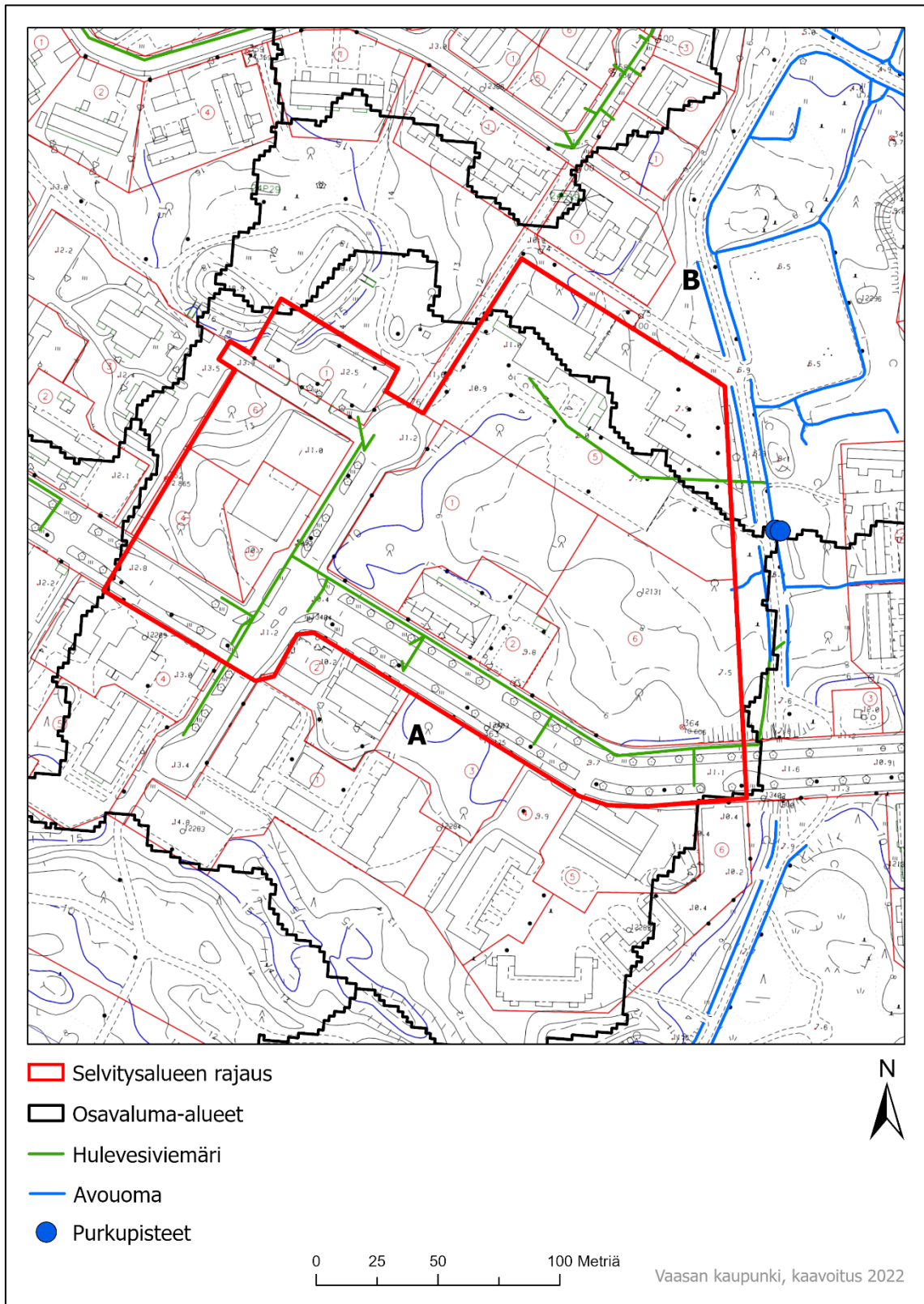
Työkalun avulla saatiin mallinnettua 2 osavaluma-aluetta, jotka ovat osittain selvitysalueella. Suurin osa selvitysalueesta on osavaluma-alue A:n alueella ja lähes kaikki maankäytön muutokset painottuvatkin tälle valuma-alueelle. Suunnitellut maankäytön muutokset eivät merkittävästi vaikuta osavaluma-alue B:n hulevesimäärään tai veden virtaamaan. Keskimääräiset valumakertoimet, vesimäärät ja virtaamat ovat laskettu osavaluma-alue A:lle. Selvitysalueen osavaluma-alueet sekä vesiolosuhteet ovat kuvattu kartoilla 8–10.



Kartta 8. Selvitysalueen yhteydessä olevat osavaluma-alueet A ja B.



Kartta 9. Osavaluma-alueet, veden päävalumissuunnat sekä maanpinnan korkeus.



Kartta 10. Selvitysalueen vesiolosuhteet.

3.2 Valumakertoimien määrittäminen

Valumakertoimien määrittämisessä on käytetty taulukkoa 2. Taulukon arvojen mukaan lasketut valumakertoimet määrittyvät tutkittavan alueen pinnanlaadun mukaisesti. Tutkittavalle osavaluma-alueelle määritettiin keskimääräinen valumakerroin alla olevan kaavan mukaisesti. (Kannala 2001). Keskimääräinen valumakerroin kuvaa tutkittavalta osavaluma-alueelta pois virtaavan vesimäärän ja aluesadannan suhdetta (Suomen kuntaliitto 2012). Laskettuja valumakertoimia käytetään hulevesimäärien ja -virtaamien määrittämisessä.

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_n \cdot A_n}{A}$$

φ = keskimääräinen valumakerroin

φ_n = osa-alueen valumakerroin

A_n = osa-alueen pinta-ala

A = koko alueen pinta-ala

Taulukko 3. Valumakertoimien arvot pinnan laadun mukaan. (Katu 2002)

Pinnan laatu	Valumakerroin
Katto	0,90
Betoni ja asfaltti	0,80
Tiivissaumainen kiveys	0,80
Kiveys hiekkasaumoin	0,70
Hyväkuntoinen soratie	0,50
Nurmetettu luiska	0,50
Paljas laakeahko kallio	0,40
Sorakenttä ja -käytävä	0,30
Puistomainen piha	0,20
Puisto, runsaasti kasvillisuutta	0,15
Kallioinen metsä	0,15
Niitty, pelto, puutarha	0,10
Tasainen tiheäkasvuinen metsä	0,05

Taulukko 4. Tutkittavan osavaluma-alueen pinta-ala ja lasketut keskimääräiset valumakertoimet nykytilassa ja suunnitellussa maankäytössä.

Osavaluma-alue	Pinta-ala (ha)	Nykyisen maankäytön keskimääräinen valumakerroin	Suunnitellun maankäytön keskimääräinen valumakerroin	Muutos
A	6,5	0,44	0,54	+21 %

3.3 Muodostuvan pintavalunnan laskeminen

Alueelle muodostuvan pintavalunnan laskemisessa käytettiin osavaluma-alueelle laskettuja keskimääräisiä valumakertoimia. Keskimääräiset valumakertoimet määräytyivät pinnanlaadun mukaan.

Valuma-alueen suuruus vaikuttaa mitoitussateen kestoajan valintaan. Yleensä suurin virtaama saavutetaan silloin, kun rankkasateen kesto valitaan valuma-alueen etäisimmästä reunasta sen purkupisteeseen kuluvan virtausajan pituiseksi. Mitoitussateen kesto on suhteessa alueen pinta-alaan, mitä suurempi pinta-ala sen pidempi kestoinen sade. (Hyöty 2007)

Mitoitussateen toistuvuus valitaan käyttökohteeseen soveltuvasti. Niillä alueilla, joilla tulvimisesta aiheutuu merkittäviä haittoja, mitoitussateena käytetään tällöin harvoin toistuvaa sadetta. Vastaavasti niillä alueilla, joilla tulviminen ei aiheuta ongelmia, voi toistumisaika olla lyhyt. Esimerkiksi Tiehallinnon mitoitusohjeiden mukaan taajamien pääteiden ympäristössä käytetään mitoitussateen toistumisaikana kymmentä vuotta. Kerran kahdessa tai kolmessa vuodessa toistuvaa sadetta käytetään yleensä katujen sadevesiviemäreiden mitoitukseen. (Hyöty 2007)

Mitoitussateiksi valittiin kerran viidessä vuodessa toistuva 15 minuuttia kestävä sade rankkuudeltaan 146 l/s·ha, kerran kymmenessä vuodessa toistuva 60 min kestävä sade rankkuudeltaan 64 l/s·ha ja kerran kymmenessä vuodessa toistuva 60 minuuttia kestävä sade rankkuudeltaan 77 l/s·ha. Mitoitussateiden intensiteetit ovat korotettu Hulevesioppaan mitoitusohjeiden mukaisesti 20 %:lla, joka on ennuste ilmastonmuutoksen aiheuttamalle rankkojen kesäsateiden lisääntymiselle ajanjaksoon 2071–2100 mennessä. (Suomen kuntaliitto 2012)

Hulevesimäärä lasketaan mitoitussateen, valuma-alueen pinta-alan ja valumakertoimen perusteella seuraavalla kaavalla. (Hyöty 2007).

$$V_{mit} = \frac{\varphi \cdot A \cdot i \cdot t}{1000}$$

V_{mit} = mitoitusvesimäärä (m³)

t = sateen kesto (s)

φ = valumakerroin

A = valuma-alueen pinta-ala (ha)

i = sateen rankkuus (l/s·ha)

Taulukko 5. Selvitysalueen osavaluma-alueen A mitoitusvesimäärät (m³) nykytilassa.

Osavaluma- alue	Pinta-ala (ha)	Keskimääräinen valu- makerroin	Vesimäärä (m ³) 15 min, 146 l/s·ha	Vesimäärä (m ³) 60 min, 64 l/s·ha	Vesimäärä (m ³) 60 min, 77 l/s·ha
A	6,5	0,44	382	669	805

Taulukko 6. Selvitysalueen osavaluma alueen A mitoitusvesimäärät (m³) suunnitellussa maan-
käytössä.

Osavaluma- alue	Pinta-ala (ha)	Keskimääräinen valu- makerroin	Vesimäärä (m ³) 15 min, 146 l/s·ha	Vesimäärä (m ³) 60 min, 64 l/s·ha	Vesimäärä (m ³) 60 min, 77 l/s·ha
A	6,5	0,54	461	808	972

Hulevesien mitoitusvirtaama lasketaan valumakertoimen, valuma-alueen pinta-alan ja sateen rankkuuden perusteella seuraavalla kaavalla: (Hyöty 2007)

$$Q_{mit} = \varphi \cdot A \cdot i$$

Q_{mit} = mitoitusvirtaama (l/s)

φ = valumakerroin

A = valuma-alueen pinta-ala (ha)

i = sateen rankkuus (l/s·ha)

Taulukko 7. Selvitysalueen osavaluma-alueen A mitoitusvirtaamat (l/s) nykytilassa.

Osavaluma- alue	Pinta-ala (ha)	Keskimääräinen va- lumakerroin	Virtaama (l/s) 15 min, 146 l/s·ha	Virtaama (l/s) 60 min, 64 l/s·ha	Virtaama (l/s) 60 min, 77 l/s·ha
A	6,5	0,44	424	186	224

Taulukko 8. Selvitysalueen osavaluma-alueen A mitoitusvirtaamat (l/s) suunnitellussa maankäytössä.

Osavaluma- alue	Pinta-ala (ha)	Keskimääräinen va- lumakerroin	Virtaama (l/s) 15 min, 146 l/s·ha	Virtaama (l/s) 60 min, 64 l/s·ha	Virtaama (l/s) 60 min, 77 l/s·ha
A	6,5	0,54	512	224	270

Laskelmien perusteella suunniteltu maankäyttö tulee lisäämään pintavaluntaa osavaluma-alueella A noin 21 %.

3.4 Hulevesien käsittely selvitysalueella

Selvitysalueella metsäiset ja puistomaiset alueet imeyttävät, viivyttävät ja haihduttavat alueen hulevesiä. Alueilla, joissa vettä imeviä pinnlaatuja on vähäinen määrä, on hulevesien käsittely hoidettu kaupungin hulevesiviemäroinnin avulla. Näitä alueita ovat esimerkiksi asfaltoitujen katujen ympäristö sekä selvitysalueen pohjoisosassa sijaitseva päiväkodin piha-alue. Suunnitellussa maankäytössä on huomioitu kaavamääräys, jonka mukaan tonttien hulevedet tulee viivyttaa tontti- ja korttelialueilla ennen niiden purkamista hulevesijärjestelmään. Hulevesien viivytämiseksi on suunniteltu käytettäväksi vettä läpäiseviä ja puoliläpäiseviä pinnanlaatuja.

Vesiolosuhteet voidaan ottaa kaavoituksessa parhaiten huomioon, kun maankäytön suunnittelun lähtökohtana on maasto ja maisemarakenne. Hulevesien käsittely voi tapahtua rakennettavien kosteikkojen, altain, lammikoiden tai muiden vastaavien alueiden avulla. Rakenteiden suunnittelu, mitoitus ja tarkka sijoittuminen on yleensä tarkoituksenmukaista jättää myöhempiin suunnitteluvaiheisiin. (Suomen kuntaliitto 2012)

Asemakaavavaiheessa suunnittelualueelle esitetään hulevesien hallintatoimet mm. maaperän laadun ja rakentamisen määrän perusteella. Asemakaavassa voidaan käsittelyvaihtoehtoista

esittää yleisperiaatteita ja suosituksia, mutta toteutustapa voidaan jättää rakennuttajien ratkaistavaksi. (Suomen kuntaliitto 2012)



Kuva 9. Hulevesien käsittely voidaan tehdä rakennetun kosteikon avulla.

MRL 103 c § mukaan asemakaava-alueella tulee ensisijaisesti imeyttää ja viivyttää hulevesiä niiden kerääntymispaikalla, ehkäistä hulevesistä aiheutuvia haittoja ympäristölle ja kiinteistölle sekä edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin. Viivytyksratkaisut sekä niiden sijainti ja mitoitus voidaan ratkaista asemakaavan toteuttavassa teknisessä suunnittelussa.

3.5 Tulviminen selvitysalueella

Suomen ympäristökeskus ohjaa kuntien hulevesitulvariskien arviointia. Vaasassa hulevesitulvariskien arviointi on tehty ensimmäisen kerran vuonna 2011 ja hulevesitulvariskien arvioinnin 2. kierros tehtiin vuonna 2018. Hulevesitulvariskien arviointityössä todettiin, että tulvalain mukaisia merkittäviä hulevesien tulvariskialueita ei ole Vaasassa. Suomen ympäristökeskuksen tulvakarttapalvelun mukaan selvitysalue ei sijaitse harvinaisten meritulvien vaikutusalueella (Suomen ympäristökeskus).

4 YHTEENVETO

Teeriniemen kaupunginosakeskuksen hulevesiselvityksessä selvitettiin kaava-alueen muuttuvan maankäytön vaikutuksia alueen hulevesiin. Selvityksessä määritettiin nykytilan ja suunnitellun maankäytön valumakertoimet osavaluma-alueelle, johon kohdistui asemakaavaluonnoksessa merkittäviä maankäytöllisiä muutoksia. Valumakertoimien perusteella laskettiin osavaluma-alueen hulevesimäärät ja virtaamat. Lisäksi selvityksen tavoitteena oli tarkastella erilaisia hulevesien hallintaratkaisuja, joilla voitaisiin säilyttää selvitysalueen vesitasapaino ja ehkäistä rakentamisesta mahdollisesti aiheutuvia tulvahaittoja.

Mitoitussateiksi valittiin kerran viidessä vuodessa toistuva 15 minuuttia kestävä sade rankkuudeltaan 146 l/s-ha, kerran kymmenessä vuodessa toistuva 60 min kestävä sade rankkuudeltaan 64 l/s-ha ja kerran kymmenessä vuodessa toistuva 60 minuuttia kestävä sade rankkuudeltaan 77 l/s-ha. Mitoitussateen toistuvuus ja intensiteetit ovat valittu käyttökohteeseen soveltuviksi ja ilmastonmuutoksen vaikutukset sadantaan huomioiviksi.

Suunnitellussa maankäytössä selvitysalue koostuisi 50 % vettä läpäisettömistä, 19 % vettä puoli-läpäisevistä ja 31 % vettä läpäisevistä pinnoista. Laskennallisesti pintavalunnan määrä tulee lisääntymään osavaluma-alueella A noin 21 %. Lisääntyvä pintavalunnan määrä on huomioitu asemakaava-alueen maankäytön suunnittelussa. Alueen hulevesien hallinta on mahdollista toteuttaa pääosin kaava-alueella sekä selvitysalueen lähiympäristön luonnonalueilla. Hulevesien viivytysratkaisut sekä niiden sijainti ja tarkka mitoitus on tarpeen ratkaista asemakaavaa toteuttavassa teknisessä suunnittelussa.

Maankäyttö- ja rakennuslain 13 luvun 103 c § mukaan asemakaava-alueella hulevesiä tulee imeyttää ja viivyttaa sekä ehkäistä niistä aiheutuvaa haittaa hulevesien syntypaikalla tai sen läheisyydessä. Hulevesien käsittely selvitysalueella on toteutettu luonnollisin keinoin metsäisillä ja puistomaisilla alueilla sekä hulevesiviemäröinnin avulla rakennetuilla alueilla. Mahdolliset viivytysratkaisut sekä niiden sijainti ja mitoitus voidaan tarvittaessa ratkaista asemakaavaa toteuttavassa teknisessä suunnittelussa.

5 LÄHTEET

ESRI 2011. Arc Hydro -liitännäisen käyttöopas. Saatavilla www-muodossa: <http://downloads.esri.com/archydro/archydro/tutorial/doc/arc%20hydro%20tools%202.0%20-%20tutorial.pdf>

Hyöty, P. 2007. Hulevesien luonnonmukaisen hallinnan menetelmät. Suunnittelukeskus Oy (skoy) 2007. Suunnitteluohje. Kuopion kaupunki 2007.

Kannala, M. 2001. Vaasan kaupungin hulevesikuormituksen vähentäminen. Länsi-Suomen ympäristökeskus. Vaasa 2001.

Katu 2002, Katusuunnittelun- ja rakentamisen ohjeet. Suomen kuntatekniikan yhdistys. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 2003.

Maanmittauslaitos 2016. Korkeusmalli 2 m. Avoimien aineistojen tiedostopalvelu.

Pihlajamaa, K. A., 2010, Selvitys hulevesien luonnonmukaisesta käsittelystä Suomessa. Esi-merkki-kohteena Gerbyn asuinalue. Vaasan ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja liikenne 2010. Saatavilla www-muodossa: <https://publications.theseus.fi/handle/10024/14827>

Suomen ympäristökeskus 2022. Tulvakarttapalvelu. <https://paikkatieto.ymparisto.fi/tulvakartat>

Suomen kuntaliitto 2012. Hulevesiopas. Helsinki 2012.

Vaasan kaupunki 2019. Vaasan kaupungin hulevesiohjelma.