



VANHAN PAKAN TIEN HULEVESISELVITYS

RAPORTTI

Vaasan kaupunki, kaavoitus

17.11.2021

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	19
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
4 YHTEENVETO.....	30
5 LÄHTEET.....	31
6 LIITTEET.....	32

Päiväys:	17.11.2021
Raportin laadinta:	Aarni Nikkola, Jan Nyman Vaasan kaupunki © 2021
Kuvat:	Jan Nyman
Kartat:	Aarni Nikkola, Vaasan kaupunki, kaavoitus © 2021

JOHDANTO

Vanhan Pakan tien asemakaavan muutoksen ak1113 hulevesiselvitys on laadittu tulevan asemakaavan suunnittelun tueksi vuonna 2021. Kartoituksen 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-aluelähtöisesti. Tämän vuoksi hulevesiselvitys kattaa hieman laajemman alueen kuin asemakaavan ak1113 suunnittelualue.

Selvityksessä määritettiin hulevesien valumissuunnat sekä valumakertoimet niille alueille, minne maankäytön muutokset painottuvat. Valuma-alueilta laskettiin hulevesimäärät ja -virtaamat valittuihin mitoitusasteisiin perustuen. Laskelmat tehtiin nykytilanteelle sekä niille maankäytön muutosalueille, 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 toteutus suunnittelun yhteydessä hulevesimäärät tulee laskea uudestaan hulevesiaiheiden mitoittamista varten.

Maankäyttö- ja rakennuslain 103 c § mukaan hulevesien hallinnan yleisenä tavoitteena on kehittää hulevesien suunnitelmallista hallintaa asemakaava-alueella, imeyttää ja viivyttää 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 hulevesiviemäriissä yleisillä alueilla sijaitseville hidastus- ja viivytysalueille ennen vesistöön johtamista
5. Hulevedet johdetaan hulevesiviemäriissä 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)

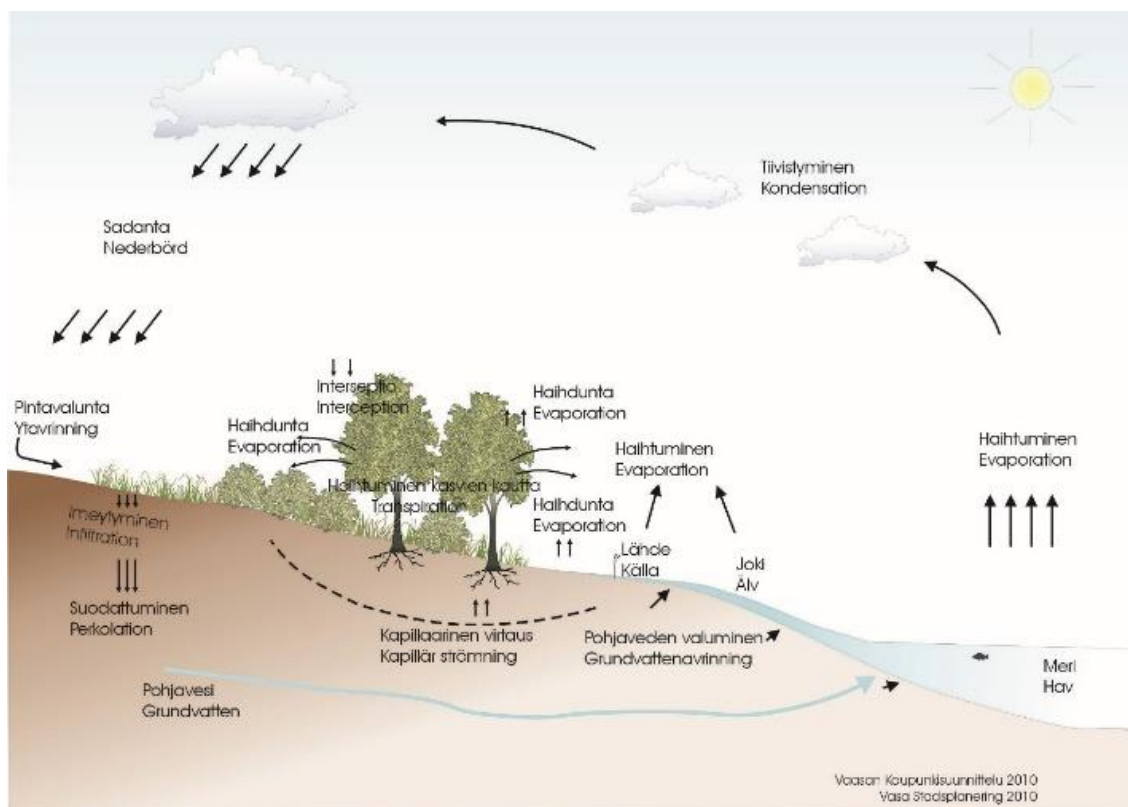
Luonnonmukaisessa hulevesien käsittelyssä on tavoitteena luonnon omien prosessien hyödyntäminen. Tällöin hulevesi pääsee kosketuksiin maan, ilman, kasvillisuuden ja mikro-organismien kanssa. Tavoitteena on hulevesien laadun parantaminen, jotta se olisi mahdollisimman lähellä luonnontilaista vettä vesistöihin 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 viivyttää edelleen pihojen ja puistoalueiden vesiaiheiksi suunniteltavissa lammissa ja kosteikoissa ennen niiden purkautumista vesistöihin. (Suomen kuntaliitto 2012)

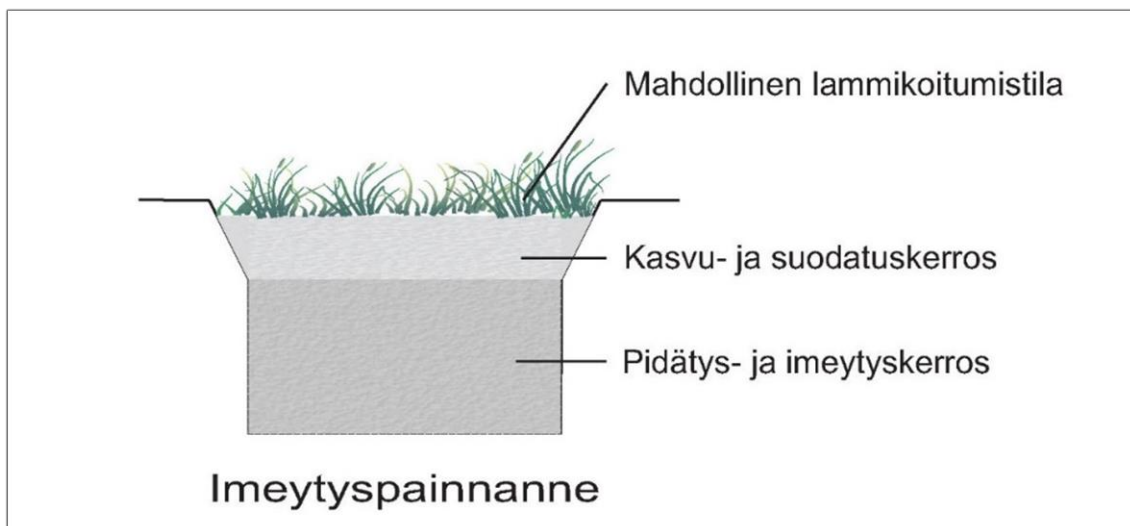


Kuva 1. Veden kiertokulku luonnossa.

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.

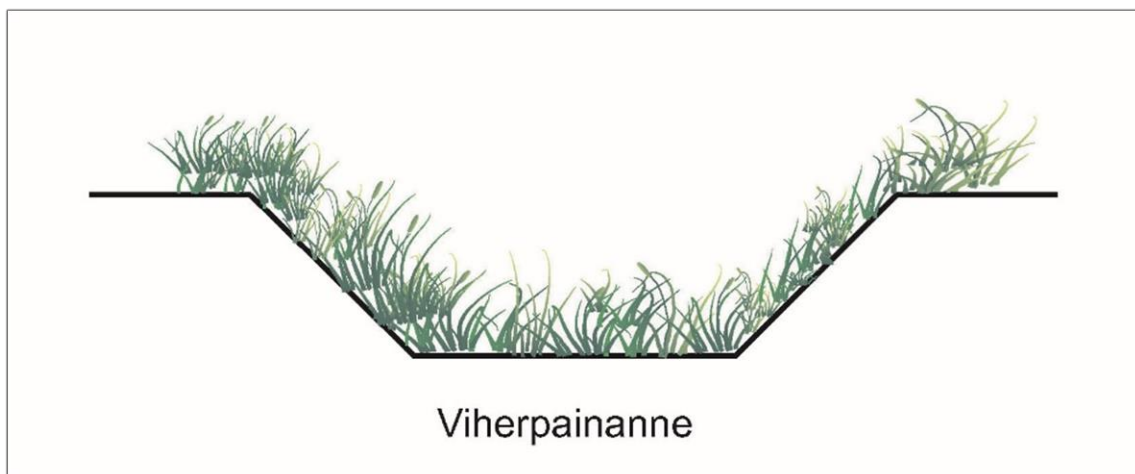
1.3 Hulevesien johtamismenetelmiä

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-
vilta osin rummuista ja hulevesiviemäriosuuksista. (Suomen kuntaliitto 2012)

Hulevesien johtaminen maan pinnalla soveltuu etenkin alueille, joilla maankäyttö ja rakentaminen on suhteellisen vähäistä. 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

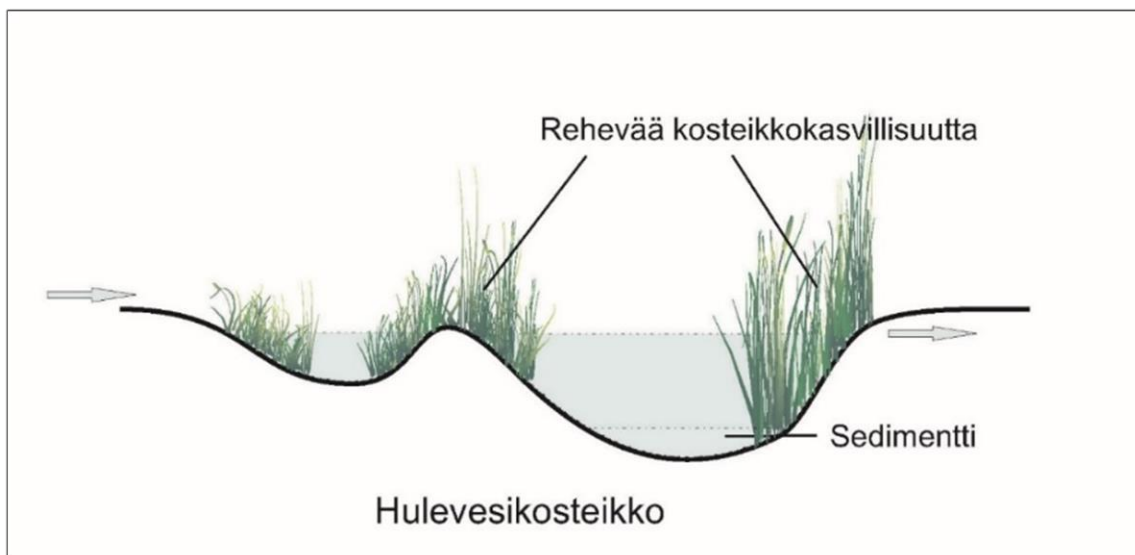
Hulevesien viivytyksmenetelmillä hulevesivirtaamaa hidastetaan ja pidätetään. Viivytyksmenetelmien tarkoituksena on varastoida menetelmään johdettava hulevesi tietyksi aikaa ja vapauttaa

se vähitellen. Viivytyksen menetelmät 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)

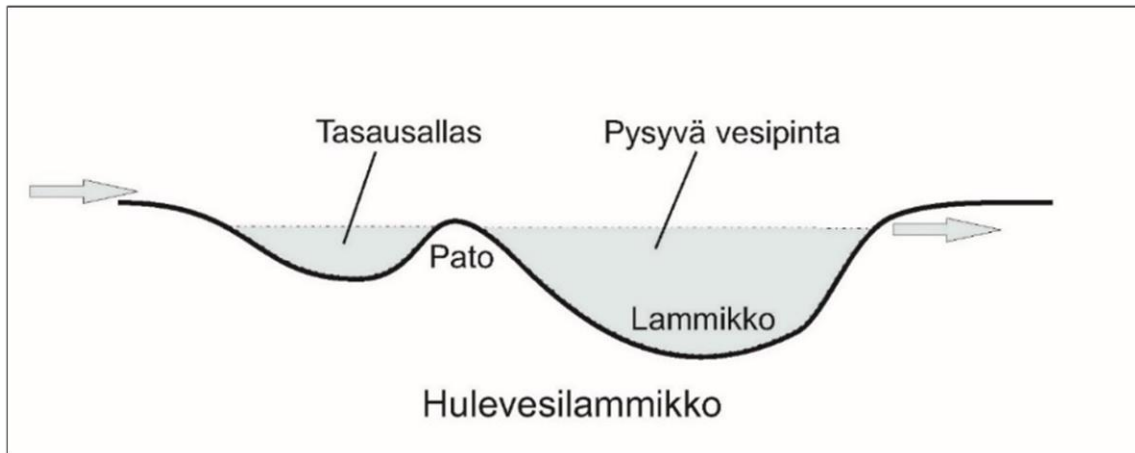
Hulevesilammikoissa on pysyvä avovesipintainen alue sekä myös tilaa veden väliaikaista varastointia varten. Lammikoiden keskisyvyyden tulisi olla 1–1,5 metriä ja maksimisyvyyden alle 2,5 metriä. Lammikoiden reuna-alueiden tulisi olla kaltevuudeltaan loivia. (Hyöty 2007)

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 luonnon-oloissa 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)

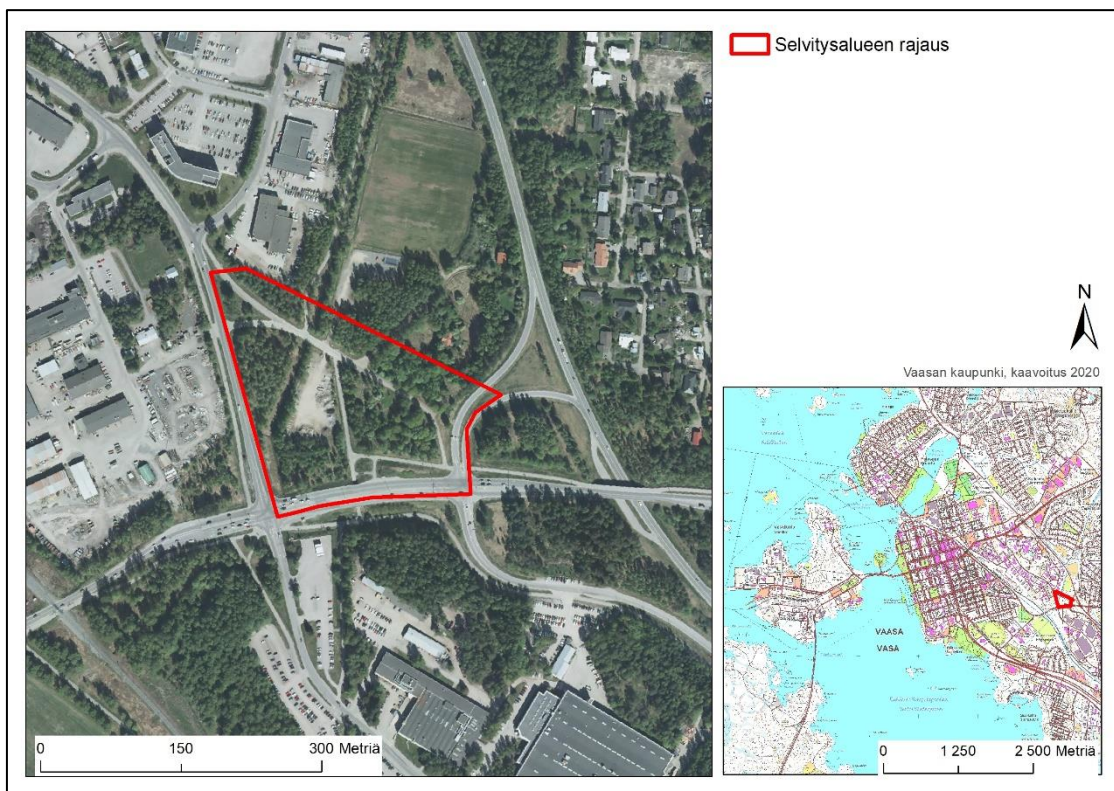


Kuva 6. Hulevesien hallintaa kaupunkialueella rakennetun hulevesialtaan avulla.

2 SELVITYSALUEEN KUVAUS

2.1 Sijainti

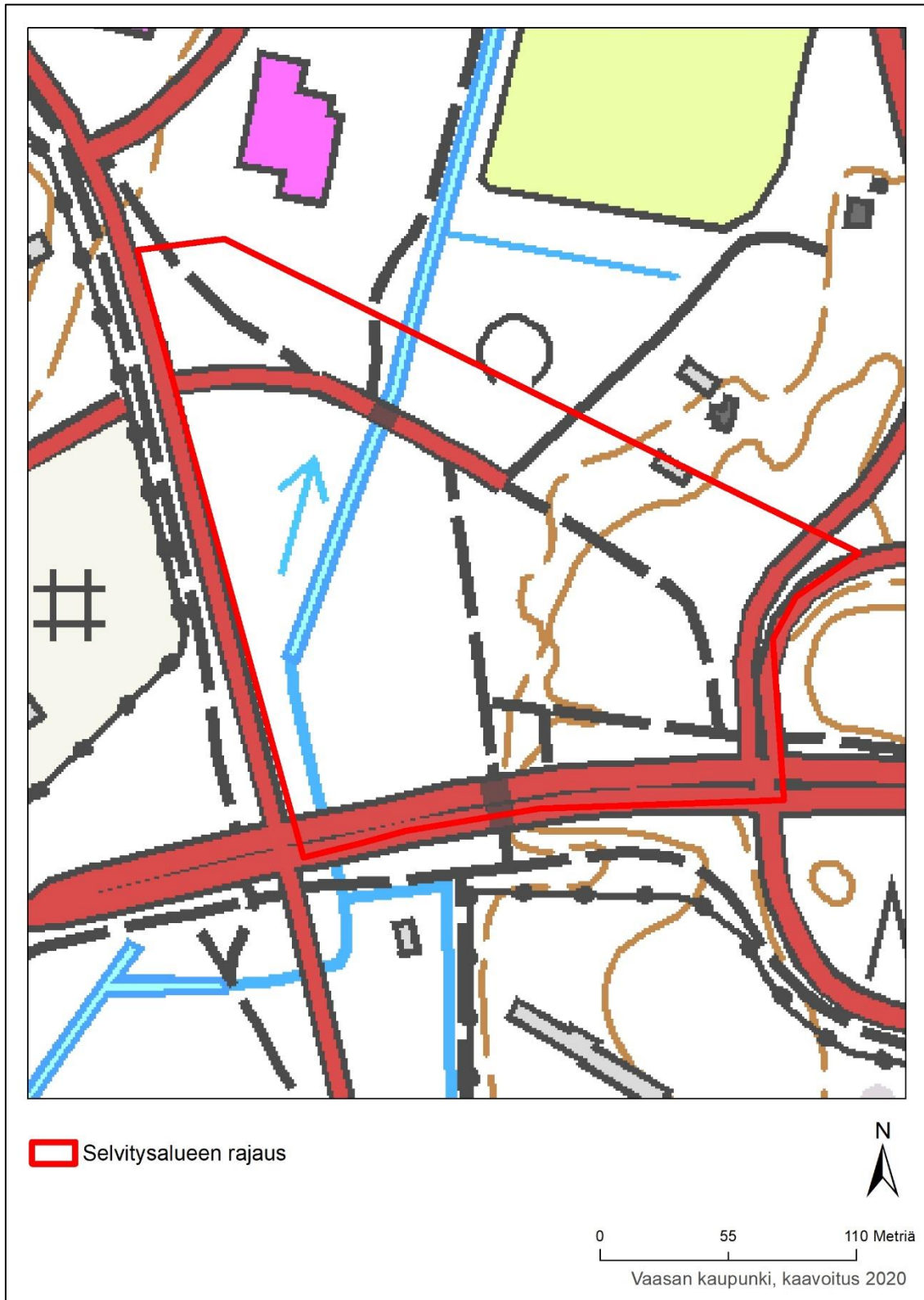
Vanhan Pakan tien liikealue sijaitsee noin 2,5 kilometrin päässä Vaasan keskustasta kaakkoon. Selvitysalue sijaitsee Sairaskodinkadun–Huutoniementien–Vanhan Pakan tien rajaamalla alueella. Pinta-alaltaan hulevesiselvitysalue on noin 4,7 hehtaarin kokoinen. Selvitysalueen sijainti ja rajausta on esitetty kartoilla 1–4.



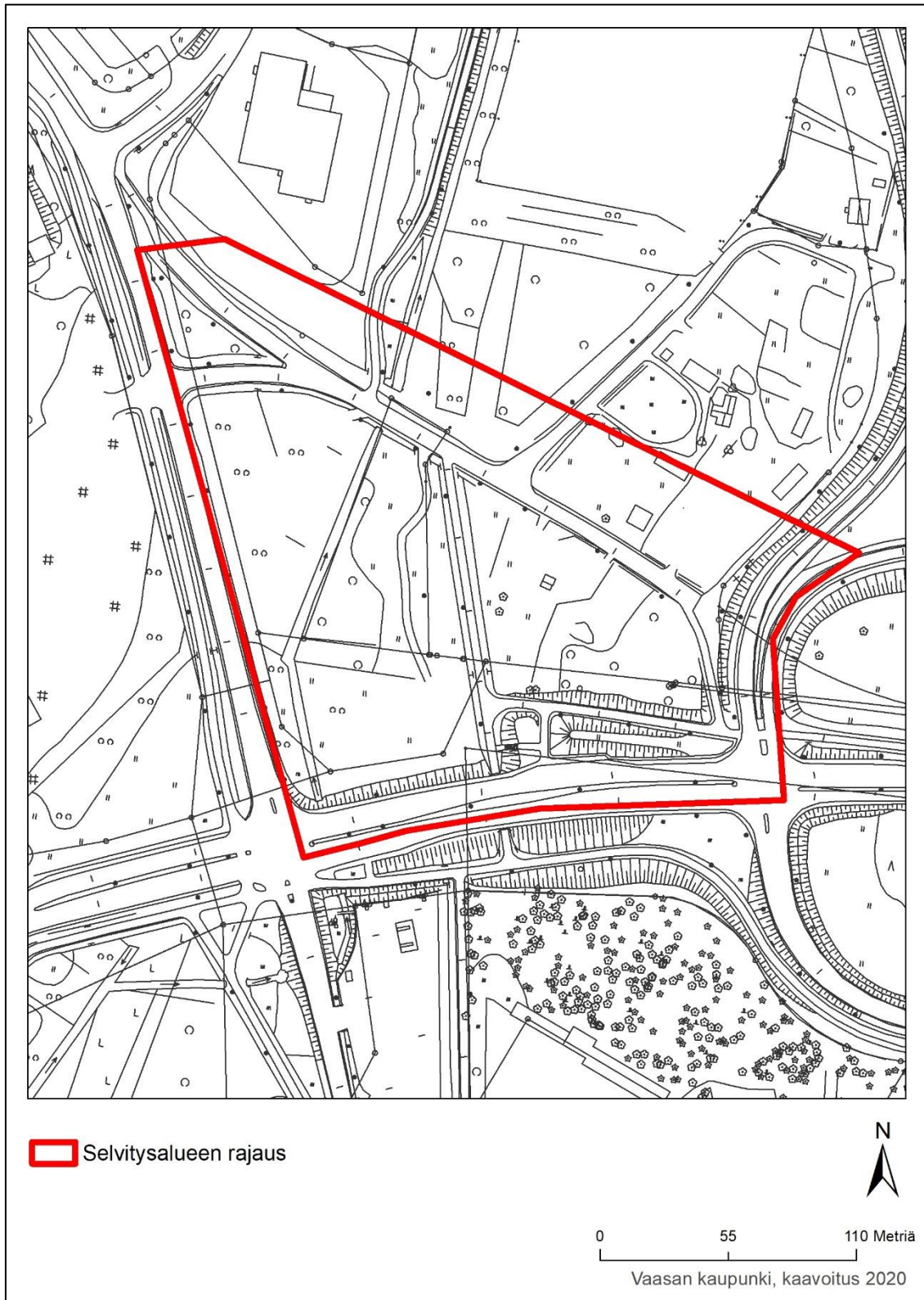
Kartta 1. Selvitysalueen sijainti.



Kartta 2. Selvitysalueen raja ilmakuvassa esitettyä.



Kartta 3. Selvitysalueen raja peruskartalla esitettyinä.



Kartta 4. Selvitysalueen rajaus pohjakartalla esitettyinä.

2.2 Yleistietoa alueen luonnosta

Selvitysalue sijaitsee vilkaasti liikennöityjen kokoojaväylien varrella. Alueen etäpuolella on Huu-toniementie ja länsipuolella Sairaskodinkatu. Alueen itäpuolella on paljon liikennöity Yhdystie. Selvitysalueen sisällä on kevyen liikenteen väyläverkosto, joita pitkin pyöräily ja kävely on oh-jattu Klemettilän, ABB:n, Hietalahden ja Huutoniemen suuntiin. Kevyen liikenteen infrastruk-tuuri jakaa alueen luonnonalueet pienialaisiksi puistomaisiksi kaistaleiksi.

Alueella ei ole rakennuksia, mutta siellä sijaitsee joutomaaksi luokiteltava varastoalue, minne autoliikenne tapahtuu Sairaskodinkadun kautta. Lisäksi läheisen urheilun alueen pysäköintialu-eelle liikenne on ohjattu myös samaa reittiä pitkin. Varastoalue sijoittuu suunnittelun alueen län-sipuolelle, alueen halki kulkevan valtaojan viereen.

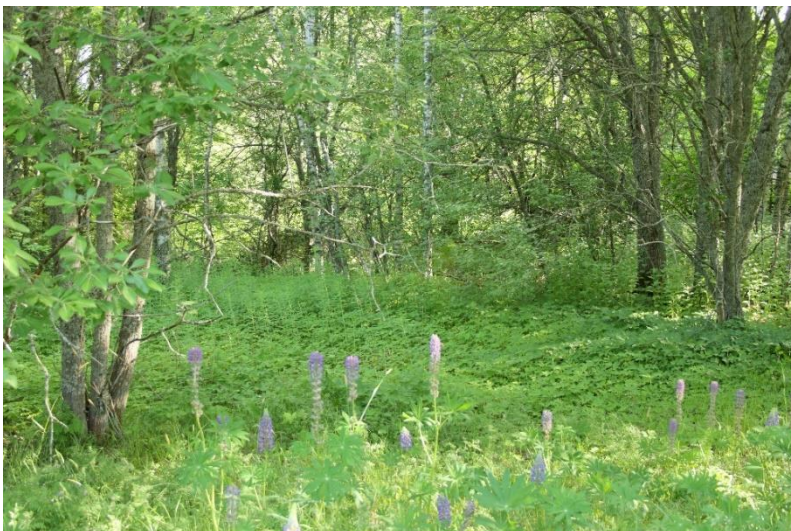
Suunnitellut maankäytön muutokset selvitysalueen pohjoisosassa vaikuttavat osavaluma-aluei-den A ja B pintavaluntaan. Yhteisvaikutuksena kyseisillä osavaluma-alueilla lisääntyy asfaltin pinta-ala noin 6 %, kattojen pinta-ala noin 70 % ja soran pinta-ala noin 4 %. Metsän pinta-ala puolestaan vähenee noin 12 % ja valtaojan noin 2 % verrattuna nykytilaan. Suunnittelun maan-käytön pinnanlaadut ovat arvioitu kaavaluonnoksen pohjalta. Osavaluma-alueiden A ja B yh-teenlasketut pinnanlaadut ovat listattuna taulukossa 1.

Taulukko 1. Osavaluma-alueiden A ja B pinnanlaadut nykytilassa sekä suunnitellussa maankäy-tössä.

Pinnanlaatu	Nykytilan pinta-ala (m ²)	Suunnittelun maankäytön pinta-ala (m ²)	Muutos
Asfaltti	27870	29491	+6 %
Katto	3263	5558	+70 %
Nurmi	16495	16490	0 %
Sora	9357	9688	+4 %
Valtaoja	1465	1431	-2 %
Metsä	35398	31226	-12 %

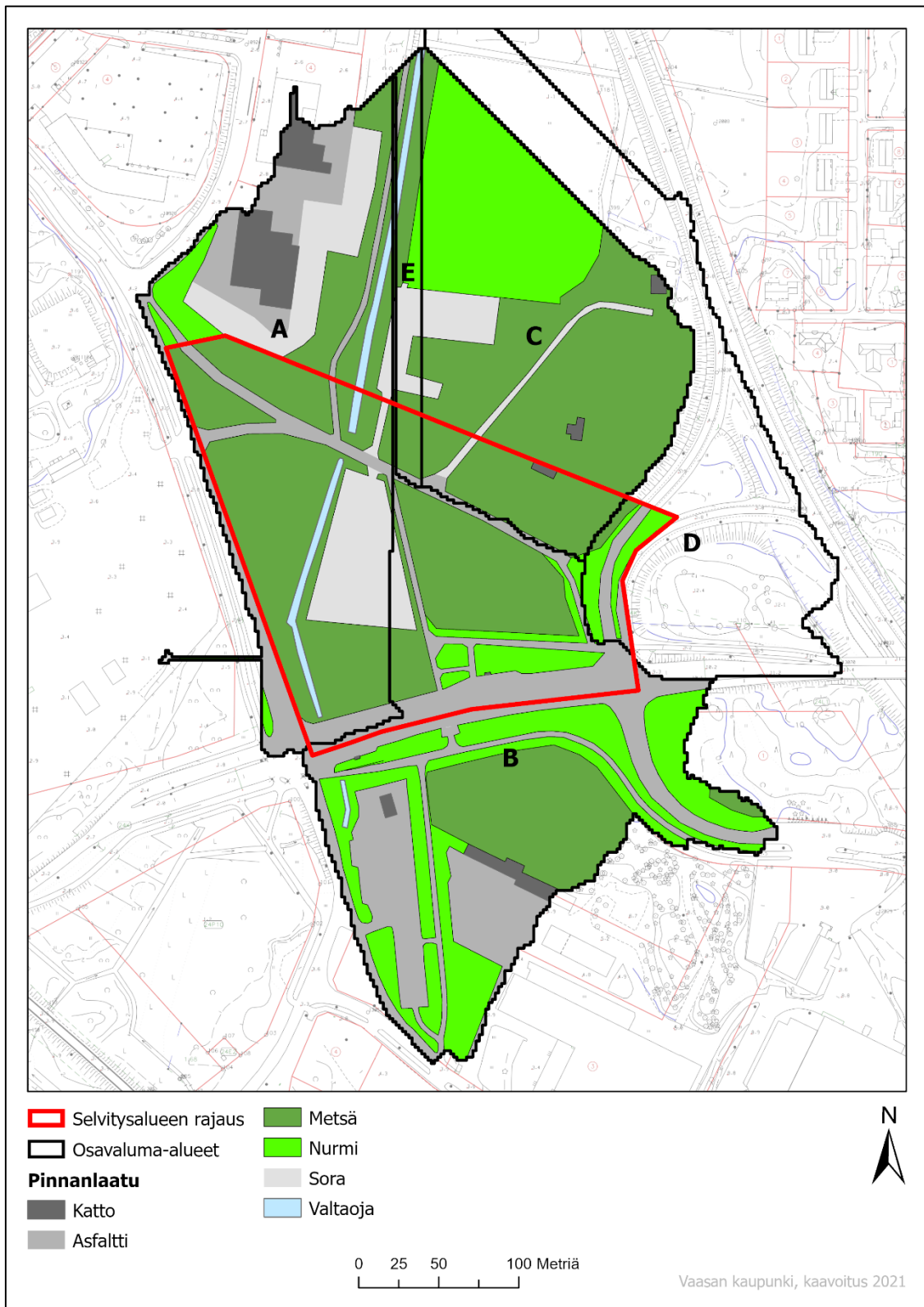


Kuva 7. Selvitysalueen länsipuolella sijaitseva varastoalue.

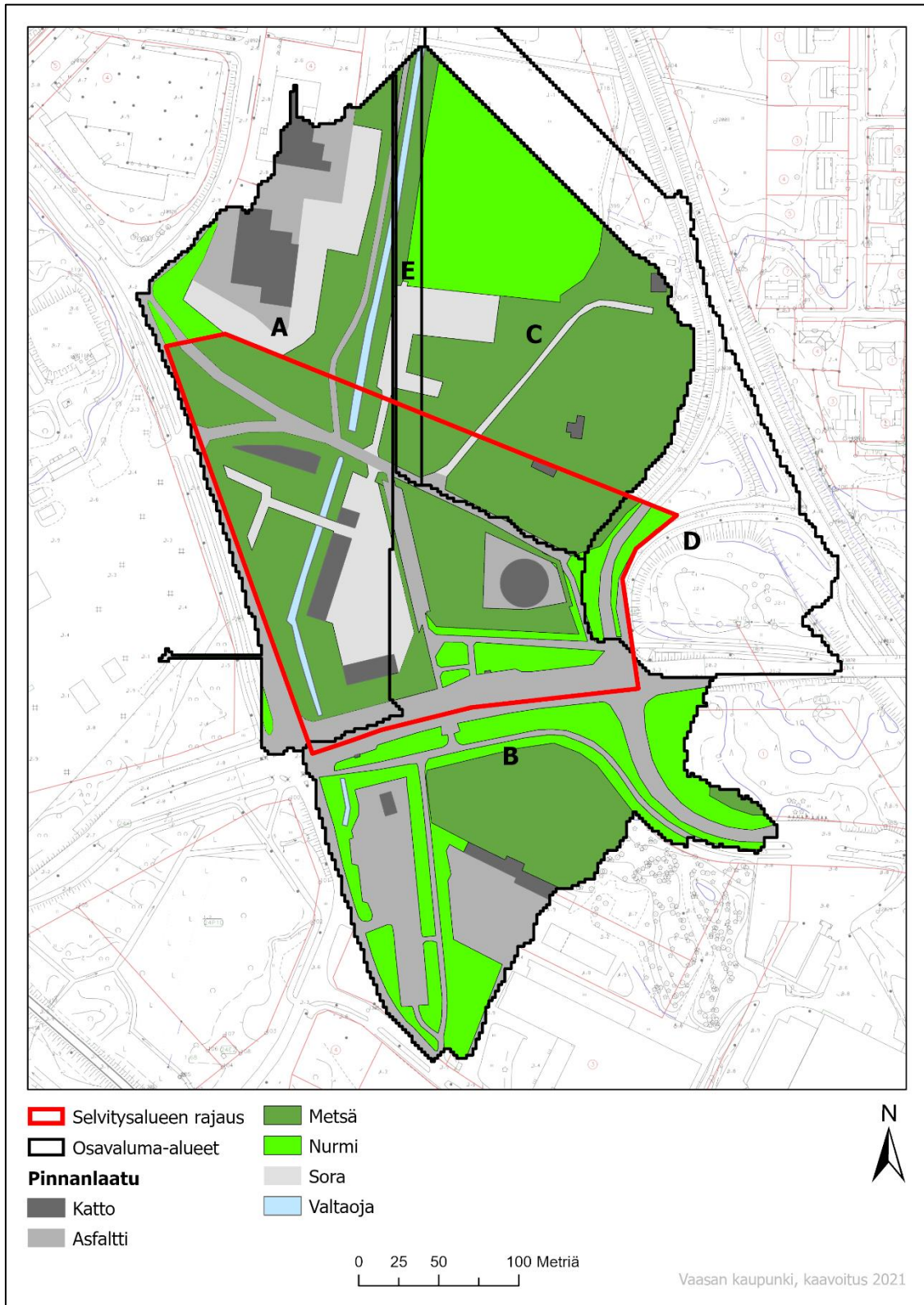


Kuva 8. Selvitysalueella sijaitsevaa lehtomaista kangasmetsää.

Selvitysalueen osavaluma-alueet ovat jaettu ortoilmakuvatarkastelun perusteella kuuteen pinnanlaatutyyppiin, joiden pinta-aloja hyödynnettiin valumakertoimien laskennassa. Suunnitellun maankäytön pinnanlaadut ovat arvioitu 31.3.2021 kaavaluonnoksen mukaisesti. Osavaluma-alue D:n pinnanlaatuja ei määritetty koko valuma-alueelta, sillä näillä pinnanlaaduilla ei todettu olevan merkitystä hulevesien käsittelyyn suunnittelualueella. Selvitysalueen osavaluma-alueiden nykytilan pinnanlaadut ovat havainnollistettuna kartalla 5 ja suunnitellun maankäytön pinnanlaadut ovat esitetty kartalla 6.



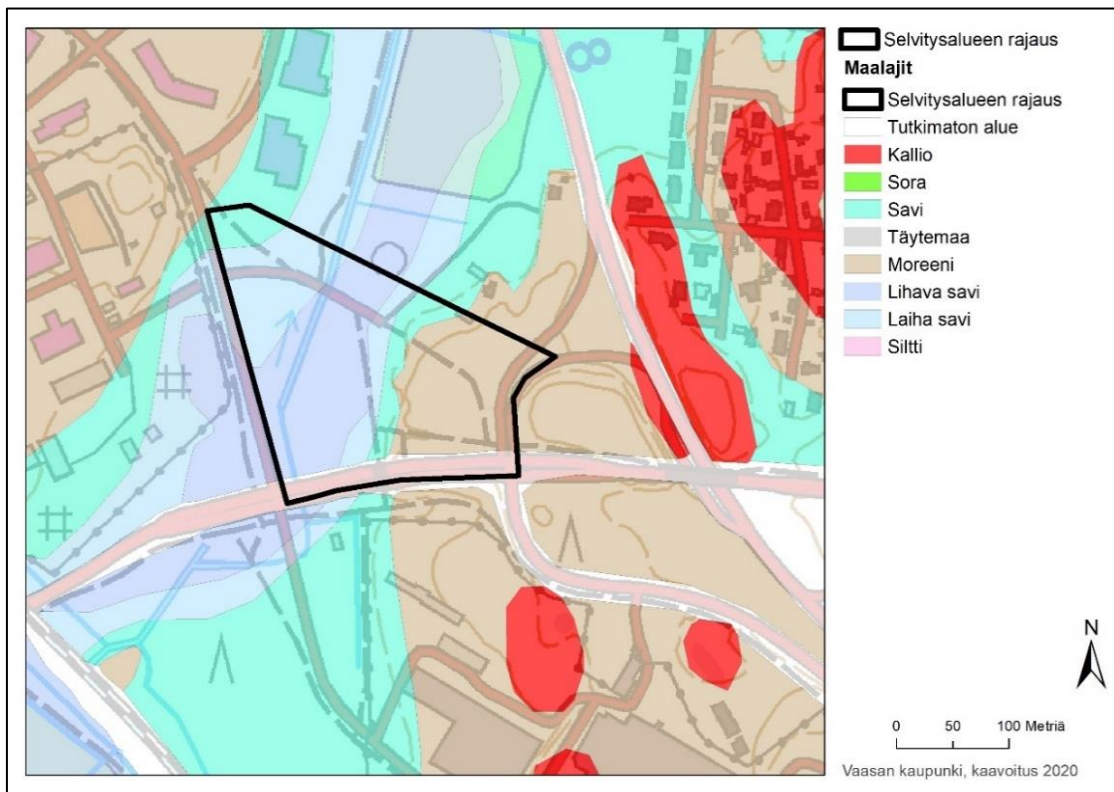
Kartta 5. Selvitysalueen osavalmu-alueiden pinnanlaadut nykytilassa.



Kartta 6. Selvitysalueen osavaluma-alueiden pinnanlaadut suunnitellussa maankäytössä.

2.3 Selvitysalueen maaperä

Suunnittelualue sijaitsee itäosaltaan kallioisella harjanteella, alueen länsiosa on alavaa savikkoaa. Selvitysalueen länsiosan laaksopainanne muodostuu Vaasan alueelle tyypillisesti pääosin saven eri lajeista. Suunnittelualueen maaperätiedot on esitetty kartalla 7.



Kartta 7. Selvitysalueen maaperäkartta.



Kartta 8. Selvitysalueen maanpinnan korkeustiedot.

3 VALUNTA SELVITYSALUEELLA

Alueen hulevedet purkautuvat pintavalumana sekä avouomia ja hulevesiputkistoja pitkin selvitysalueelta halkovaan valtaojaan. Kaupungin hulevesiputkistoa on alueella vähäinen määrä ja hulevesien ohjaus tapahtuukin pääasiassa avouomia pitkin. Selvitysalueella sijaitsee runsaasti metsää sekä maaperältään sorainen varastoalue. Nämä alueet viivyttävät ja imeyttävät suuria määriä alueen hulevesistä.

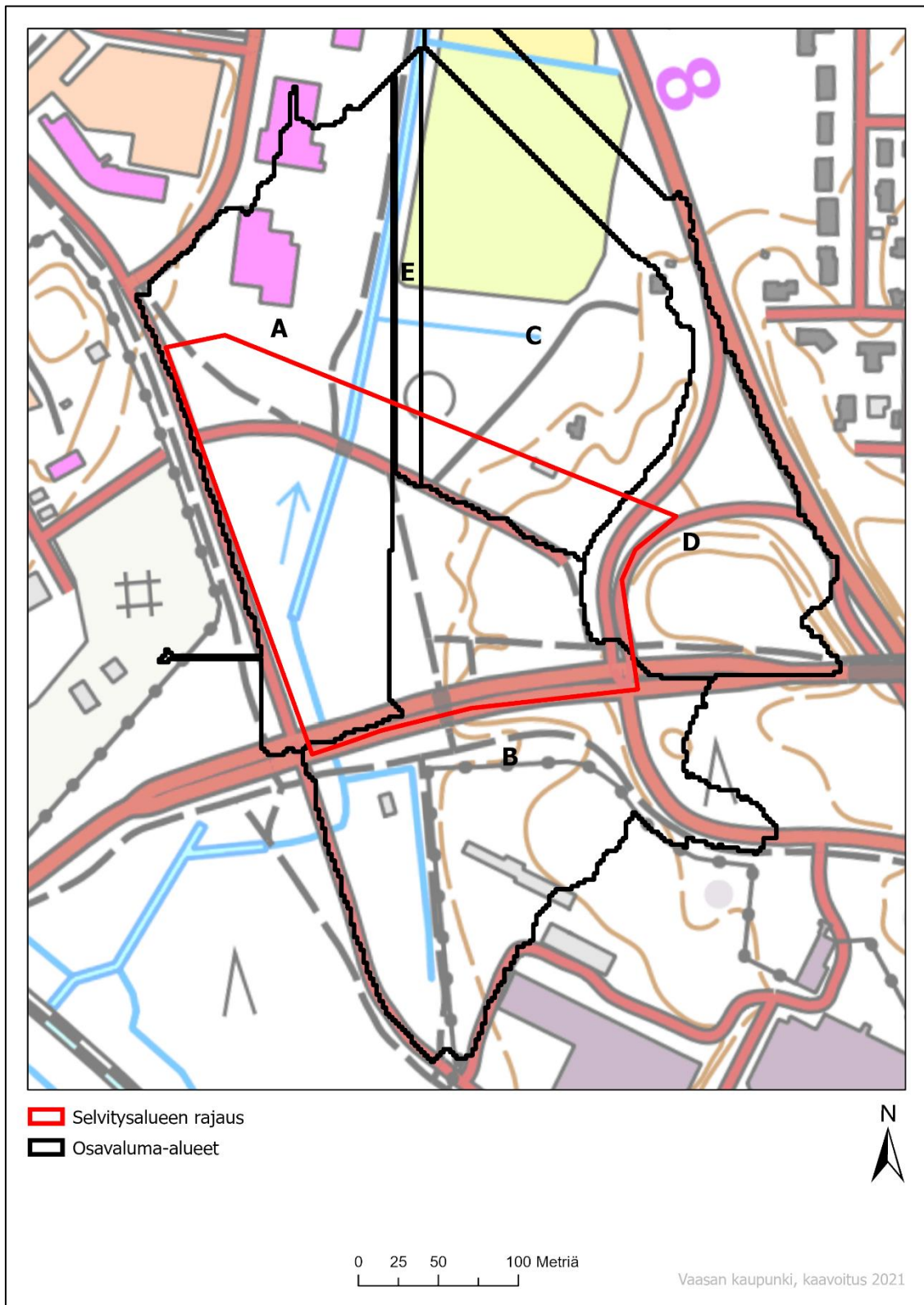


Kuva 9. Näkymä selvitysalueella sijaitsevasta metsästä ja valtaojasta.

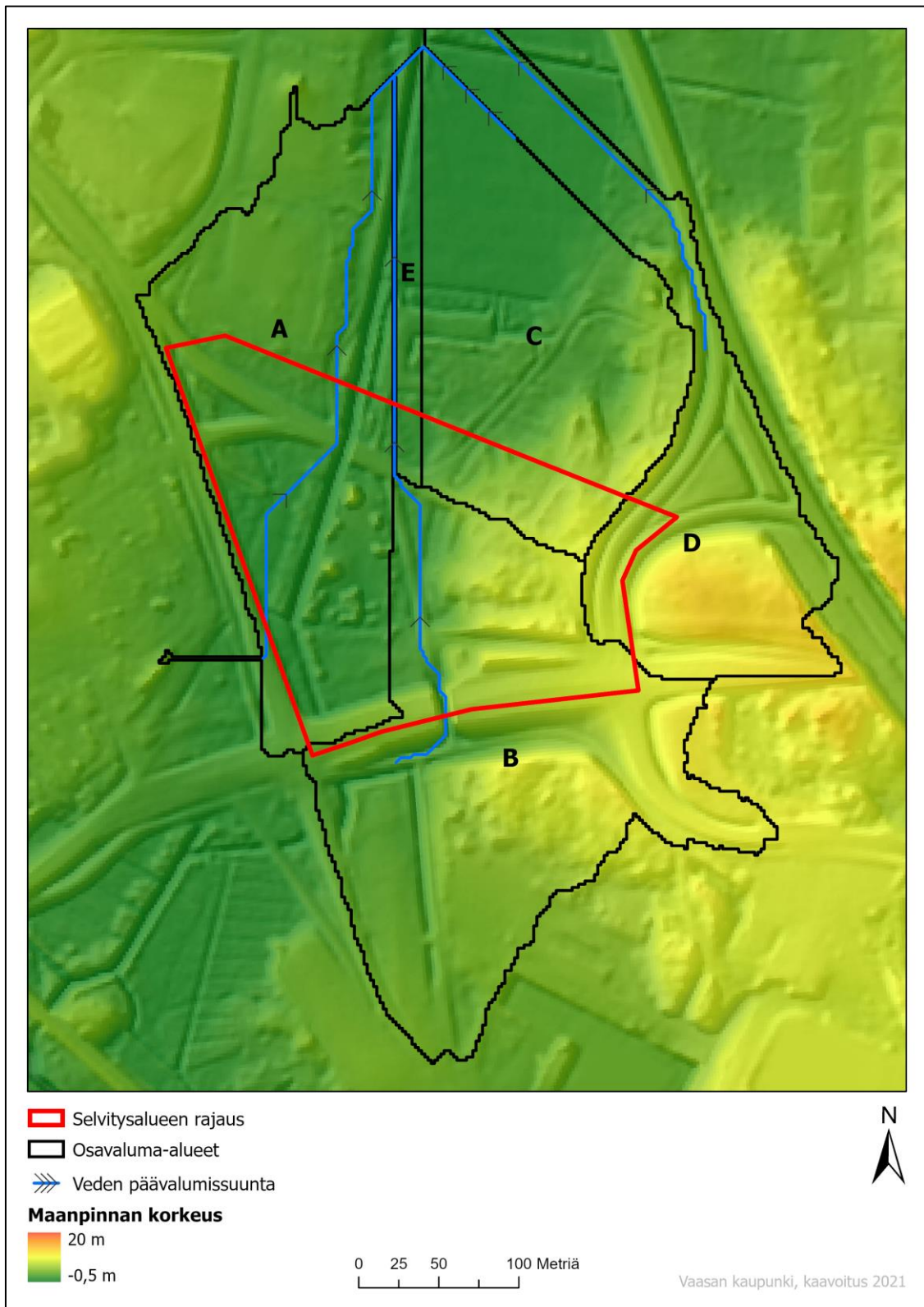
3.1 Valuma-alue

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

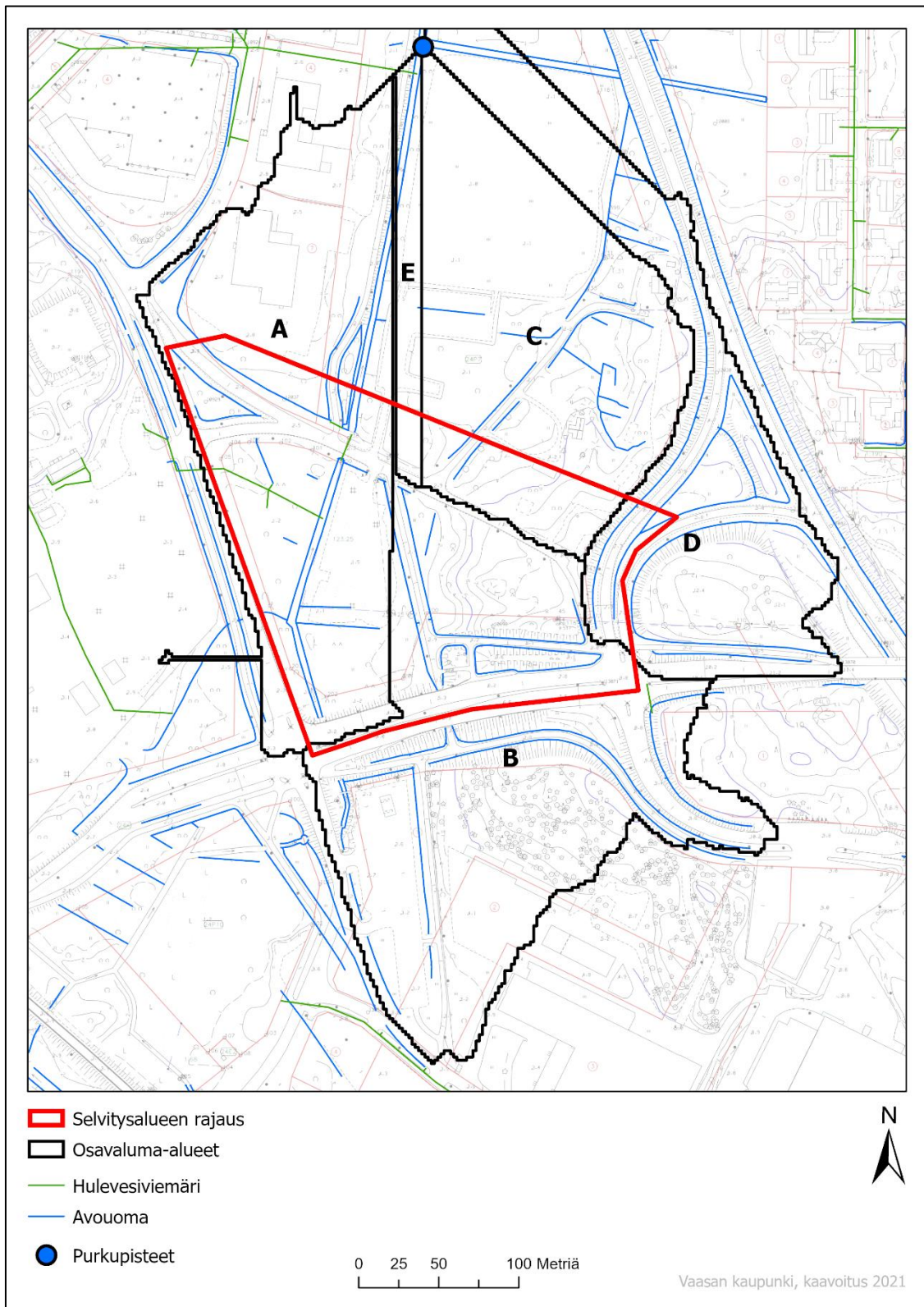
Työkalun avulla saatiin mallinnettua 5 osavaluma-aluetta, jotka ovat osittain selvitysalueella. Keskimääräiset valumakertoimet, vesimäärät ja virtaamat ovat laskettu ainoastaan osavaluma-alueille, joihin on suunniteltu asemakaavaluonnoksessa maankäytöllisiä muutoksia. Osavaluma-alueet C, D ja E, mitkä sisälsivät selvitysalueen itä- ja pohjoisosia, jätettiin pois laskelmista. Selvitysalueen osavaluma-alueet, veden kulkusuunnat sekä vesiolosuhteet ovat kuvattu kartoilla 9–11.



Kartta 9. Selvitysalueen yhteydessä olevat osavaluma-alueet A–E.



Kartta 10. Osavaluma-alueet, veden päävalumissuunnat sekä maanpinnan korkeus.



Kartta 11. 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 2. 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 3. Tutkittavien osavaluma-alueiden 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	4,3	0,36	0,39	+8 %
B	5,1	0,47	0,51	+7 %

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 mitoitushjeiden 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 mitoitushjeiden 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 4. Selvitysalueen osavaluma-alueiden A ja B 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	4,3	0,36	201	353	425
B	5,1	0,47	318	557	671

Taulukko 5. Selvitysalueen osavaluma-alueiden A ja B mitoitusvesimäärät (m³) suunnitellussa maankäytössä.

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	4,3	0,39	220	385	464
B	5,1	0,51	342	599	721

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 6. Selvitysalueen osavaluma-alueiden A ja B 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	4,3	0,36	224	98	118
B	5,1	0,47	353	155	186

Taulukko 7. Selvitysalueen osavaluma-alueiden A ja B 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	4,3	0,39	244	107	129
B	5,1	0,51	380	167	200

Laskelmien perusteella suunniteltu maankäyttö tulee lisäämään pintavaluntaa osavaluma-alueella A noin 8 % ja osavaluma-alueella B noin 7 %.

3.4 Hulevesien käsittely selvitysalueella

Selvitysalueella sijaitsevat hulevesiviemärit ja avouomat ohjaavat hulevedet selvitysalueelta halkovaan valtaojaan. Vesiolosuhteet voidaan ottaa kaavoituksessa parhaiten huomioon, kun maankäytön suunnittelun lähtökohtana on maasto ja maisemarakenne. Hulevesien käsittely voi tapahtua avouomien ja ojien, rakennettavien kosteikkojen, altainen, lammikoiden tai muiden vastaavien alueiden avulla. Myös valtaojan leventämistä tai syventämistä on mahdollista käyttää hulevesien käsittelyn keinona tällä selvitysalueella. 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 10. 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.



Kuva 11. Asemakaava-alueella hulevesiratkaisuja voidaan toteuttaa esimerkiksi kasvillisuusvyöhykkeiden tai osittain vettä läpäisevien pintojen avulla.

4 YHTEENVETO

Vanhan Pakan tien hulevesiselvityksessä selvitettiin kaava-alueen muuttuvan maankäytön vaikutuksia alueen hulevesiin. Selvityksessä määritettiin nykytilan ja suunnitellun maankäytön valumakertoimet osavaluma-alueille, joihin kohdistui asemakaavaluonnoksessa maankäytöllisiä muutoksia. Valumakertoimien perusteella laskettiin osavaluma-alueiden hulevesimäärät ja virtaamat.

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 ilmastomuutoksen vaikutukset sadantaan huomioiviksi.

Suunnitellun maankäytön yhteisvaikutuksena osavaluma-alueilla A ja B lisääntyy asfaltin pinta-ala noin 6 %, kattojen pinta-ala noin 70 % ja soran pinta-ala lisääntyy noin 4 % suhteessa nykytilaan. Metsän pinta-ala puolestaan vähenee noin 12 % ja valtaojan noin 2 % verrattuna nykytilaan. Laskennallisesti pintavalunnan määrä tulee lisääntymään osavaluma-alueella A noin 8 % ja osavaluma-alueella B noin 7 % suhteessa nykytilaan. Tuleva maankäytön muutos ei merkittävästi lisää alueen hulevesien pintavaluntaa, joten alueen hulevesien hallinta on mahdollista toteuttaa pääosin kaava-alueella sekä selvitysalueen lähiympäristön luonnonalueilla.

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. Viivytyksratkaisut sekä niiden sijainti ja mitoitus voidaan ratkaista asemakaavaa toteuttavassa teknisessä suunnittelussa.

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.

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 kuntaliitto 2012. Hulevesiopas. Helsinki 2012.

Vaasan kaupunki 2019. Vaasan kaupungin hulevesiohjelma.

6 LIITTEET

Liite 1. Harvinaisen kerran sadassa vuodessa toistuvan meritulvan vaikutusalue selvitysalueella.

