



# PAPPILANMÄEN HULEVESISELVITYS

RAPORTTI

Aino Laitinen

23.05.2023

## SISÄLLYS

JOHDANTO.....	3
1 HULEVESIEN KÄSITTELYMENETELMIÄ.....	6
1.1 Ekologisen hulevesien käsittelyn periaatteita.....	6
1.2 Hulevesien vähentämis- ja imeytysmenetelmiä .....	8
1.3 Hulevesien johtamismenetelmiä .....	9
1.4 Hulevesien viivytysmenetelmiä.....	10
1.5 Hulevesien hallinta asemakaava-alueilla .....	12
1.6 Happaman valunnan käsittelykeinoja .....	13
2 SELVITYSALUEEN KUVAUS.....	15
2.1 Sijainti.....	15
2.2 Yleistietoa alueesta .....	18
2.3 Selvitysalueen maaperä .....	23
3 VALUNTA SELVITYSALUEELLA.....	27
3.1 Valuma-alue .....	27
3.2 Valumakertoimien määrittäminen.....	30
3.3 Muodostuvan pintavalunnan laskeminen.....	32
3.4 Hulevesien käsittely selvitysalueella .....	35
3.5 Tulviminen selvitysalueella .....	36
4 YHTEENVETO .....	37
LÄHTEET.....	39

Päiväys: 23.05.2023  
Raportin laadinta: Aino Laitinen © 2023  
Kuvat: Vaasan kaupunki  
Kartat: Aino Laitinen © 2023

---

## JOHDANTO

Ohjaajina toimivat tässä selvityksessä Vaasan kaupungilta ympäristöinsinööri Laura Lahti ja maisema-arkkitehti Helena Iltanen sekä Vaasan ammattikorkeakoulusta lehtori Irma Hyry. Selvityksen pohjana on käytetty Vaasan kaupungin raporttipohjaa. Selvitys laadittiin kaavoituksen tueksi Pappilanmäen laajennuksen asemakaavaa ak 1128 varten. Hulevesiselvityksen tavoitteena on selvittää muuttuvan maankäytön vaikutus alueen hulevesiin sekä löytää mahdollisia hulevesien käsittelykeinoja. Tarkastelu on tehty valuma-alue lähtöisesti, minkä vuoksi selvitysalueen rajauksena on käytetty asemakaavan suunnittelualueita laajempaa aluetta.

Työssä määritettiin hulevesien valumissuunnat ja osavaluma-alueet. Keskimääräiset valumakertoimet laadittiin niille osavaluma-alueille, joille kohdistui muutoksia. Valumakertoimien pohjalta laskettiin hulevesimäärät ja virtaamat mitoitussateita hyödyntäen. Laskenta on tehty nykytilanteelle ja suunnitellulle maankäytölle, joka on selvitystä tehdessä ollut tiedossa. Laskennalliset hulevesimäärät ovat suuntaa antavia, minkä vuoksi tarkempaa mitoitusta varten suunnittelun edetessä tulee tarkemmat määrät laskea uudelleen.

Vaasan kaupungin hulevesiohjelmassa 2019 on maankäyttö- ja rakennuslakiin 103 c § ja Hulevesioppaaseen perustuvaan määritetty 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 viivytyalueille ennen vesistöön johtamista
5. Hulevedet johdetaan hulevesiviemärissä suoraan vastaanottavaan vesistöön

Maankäyttö- ja rakennuslain 103 c § perustuvaan päämäärän 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.



## Kuvaluettelo

<i>Kuva 1. Veden kiertokulku luonnossa.</i> .....	8
<i>Kuva 2. Imeytyspainanne</i> .....	9
<i>Kuva 3. Viherpainanne.</i> .....	10
<i>Kuva 4. Poikkileikkaus kosteikosta.</i> .....	11
<i>Kuva 5. Hulevettä viivyttävä lammikko.</i> .....	11
<i>Kuva 6. Neutraloivan suodatinkentän periaatepiirros (Ympäristöministeriö 2022)</i> .....	13
<i>Kuva 7. Laskeutusaltaan ja suotopatorakenteen periaatepiirros. (Ympäristöministeriö 2022)</i> .....	14
<i>Kuva 8. Vanhan Vaasan laakson vedenjakajat (Aalto A-K.)</i> .....	24

## Karttaluettelo

Kartta 1. Selvitysalueen sijainti. ....	15
Kartta 2. Selvitysalueen rajausta ilmakuvalta esitettynä.....	16
Kartta 3. Sijainti peruskartalla esitettynä.....	17
Kartta 4. Selvitysalueen pinnanlaadut nykytilassa. ....	20
Kartta 5. Selvitysalueen pinnanlaadut suunnitellussa maankäytössä. ....	21
Kartta 6. Pinnanlaadut nykytilassa kuvattuna lähempää muutoksia. ....	22
Kartta 7. Pinnanlaadut suunnitellussa maankäytössä kuvattuna lähempää muutoksia. ....	23
Kartta 8. Selvitysalueen pohjamaalajit esitettynä kartalla.....	25
Kartta 9. Selvitysalueen maanpinnan korkeus.....	26
Kartta 10. Selvitysalueen osavaluma-alueet A-Ä. ....	28
Kartta 11. Selvitysalueen osavaluma-alueet, päävirtaussuunta ja maanpinnan korkeus.....	29
Kartta 12. Selvitysalueen vesiolosuhteet. ....	30
Kartta 13. Kerran sadassa vuodessa toistuvan meritulvan vaikutusalue selvitysalueella. ....	37

## Taulukkuuettelo

Taulukko 1. Osavaluma-alueiden G ja H yhteenlaskettu pinnanlaadut nykytilassa ja suunnitellussa maankäytössä. ....	18
Taulukko 2. Osavaluma-alueiden J ja K yhteenlasketut pinnanlaadut nykytilassa sekä suunnitellussa maankäytössä. ....	19
Taulukko 3. Taulukko valumakertoimien arvoista pinnanlaatuun mukaan. (Katu 2002) .....	31
Taulukko 4. Osavaluma-alueiden keskimääräiset valumakertoimet. ....	31
Taulukko 5. Selvitysalueen osavaluma-alueiden (G,H,J,K) mitoitusvesimäärät (m <sup>3</sup> ) nykytilassa.....	33
Taulukko 6. Selvitysalueen osavaluma-alueiden (G,H,J,K) mitoitusvesimäärät (m <sup>3</sup> ) suunnitellussa maankäytössä. ....	33
Taulukko 7. Selvitysalueen osavaluma-alueiden (G,H,J,K) mitoitusvirtaamat (l/s) nykytilassa. ....	34
Taulukko 8. Selvitysalueen osavaluma-alueiden (G,H,J,K) mitoitusvirtaamat (l/s) suunnitellussa maankäytössä. ....	34

## 1 HULEVESIEN KÄSITTELYMENETELMIÄ

### 1.1 Ekologisen hulevesien käsittelyn periaatteita

Veden luonnollinen kiertokulku voidaan jakaa neljään osaan sadantaan, valuntaan, haihduntaan ja imeyttämiseen. Suurin osa sadannasta imeytyy maaperään pohjavedeksi ja virtaa kohti vesistöjä ja merta. Rakennettu ympäristö ja läpäisemätön pinta häiritsee tätä luonnollista kiertoa. (Suomen kuntaliitto 2012)

Rakennetulla alueella maanpinnalle ja muille vastaaville pinnoille kertyviä sade- ja sulamisvesiä kutsutaan hulevedeksi. Monet tekijät vaikuttavat hulevesien muodostumiseen, muun muassa sateen voimakkuus ja kesto, maankaltevuus, maaperän ominaisuudet ja sadetta edeltävän kuivan ajan pituus. (Suomen kuntaliitto 2012)

Perinteisen hulevesiviemäröinnin tueksi on kehitetty uusia toimintatapoja ja rakenteellisia ratkaisuja, jotka noudattavat luonnonmukaisen hulevesien hallinnan periaatteita. Asemakaavoituksen avulla ehkäistään hulevesihaittoja. Haittojen minimoimiseen käytettäviä menetelmiä ovat mm. alkuperäisen luonnon säilyttäminen, päällystettävien pintojen minimoiminen sekä hulevettä viivyttävät kosteikot. (Suomen kuntaliitto 2012)

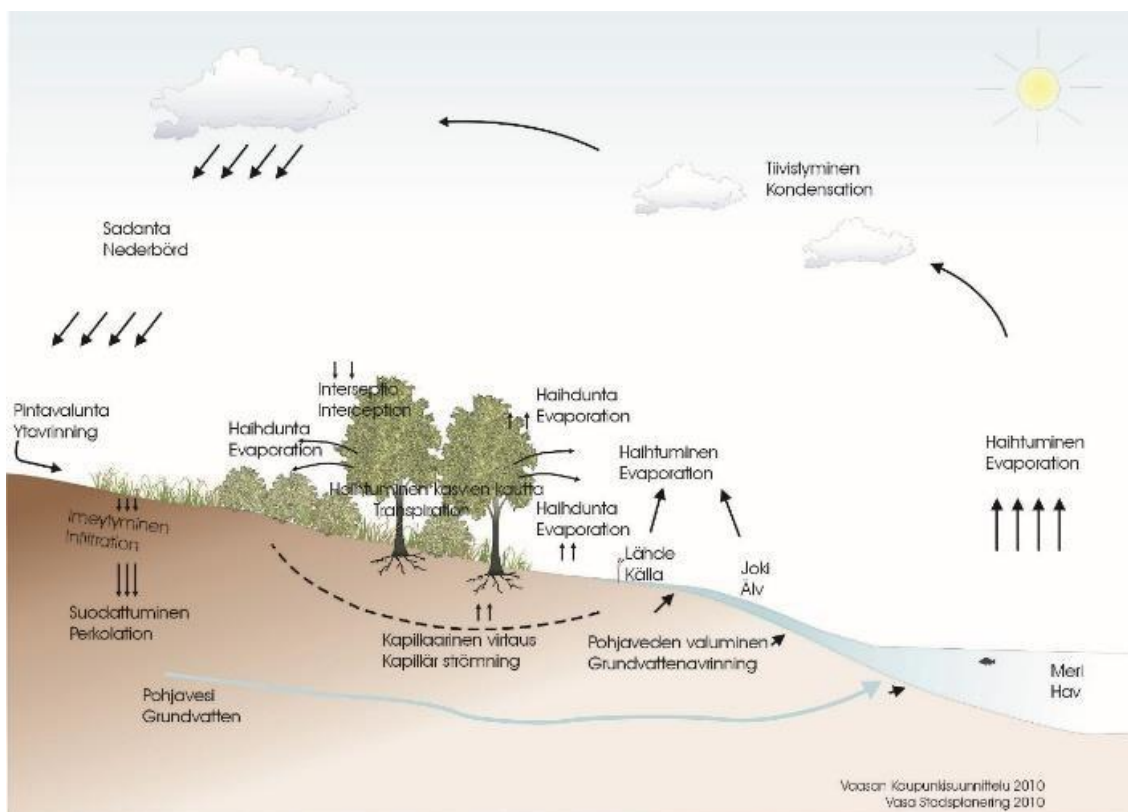
Luonnon omia prosesseja hyödynnetään luonnonmukaisessa hulevesien käsittelyssä. Luonnon omissa prosesseissa hulevesi pääsee kosketuksiin maan, ilman, kasvillisuuden ja mikro-organismien kanssa. Tavoitteena on saada hulevesien laatu lähelle luonnontilaista vettä ennen vesistöihin laskua. Hitaasti prosessien läpi kulkiessaan hulevesi puhdistuu samalla. Imeytyessään ja suodattuessaan maaperään hulevesien määrä vähenee. (Pihlajamaa 2010)

Pohjavesi- ja pintavesivarastoja sekä maan kosteustasapainoa voidaan ylläpitää luonnonmukaisella hulevesien käsittelyllä. Hulevesien määrä vähentyy, kun osa vedestä imeytyy takasin maahan tai haihtuu luonnonmukaisen käsittelyn eri vaiheissa. Luonnonmukainen hulevesien käsittely on moniulotteinen menetelmä, joka toteuttaa useita eri vaiheita. (Pihlajamaa 2010)

Toimintaperiaatteen mukaan luonnonmukaiset hulevesien hallintamenetelmät jaetaan hulevesien vähentämiseen, käsittelyyn, viivyttämiseen ja johtamiseen. Alueelliset ja paikalliset (tontti- ja korttelikohtaiset) menetelmät jakautuvat kokonsa ja sijoittumisensa mukaan.

Paikallisilla menetelmillä vähennetään hulevesien määrää, tasataan huleveden virtaamia ja poistetaan huleveden mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia mahdollisimman lähellä hulevesien syntypaikkaa. Alueellisilla menetelmillä vähennetään ja tasataan hulevesien aiheuttamaa tulvariskiä. Hulevesien hallintamenetelmät kuitenkin käytännössä toteuttavat useampaa periaatetta samaan aikaan. (Suomen kuntaliitto 2012)

Maisemarakenteen eri osissa ovat hulevesien hallintamenetelmät erilaisia. Vedenjakaja-alueet sopivat hulevesien imeyttämiseen pohjavedeksi. Suodatinrakenteilla, avopainanteilla ja uomissa hidastetaan huleveden virtausta rinteissä. Maisemarakenteen laaksonpohjilla alavilla savikkoisilla alueilla imeytyminen on hyvin vähäistä. Silloin on mahdollista suodattaa likaiset hulevedet kuivatusputkistoilla varustetuissa painanteissa, jotka ovat läpäisevästä materiaalista. Pihojen ja puistoalueiden vesiaiheiksi suunniteltavissa lammissa ja kosteikoissa voidaan viivyttää puhtaita ja suodatettuja vesiä ennen niiden purkamista vesistöihin. (Suomen kuntaliitto 2012)



Kuva 1. Veden kiertokulku luonnossa.

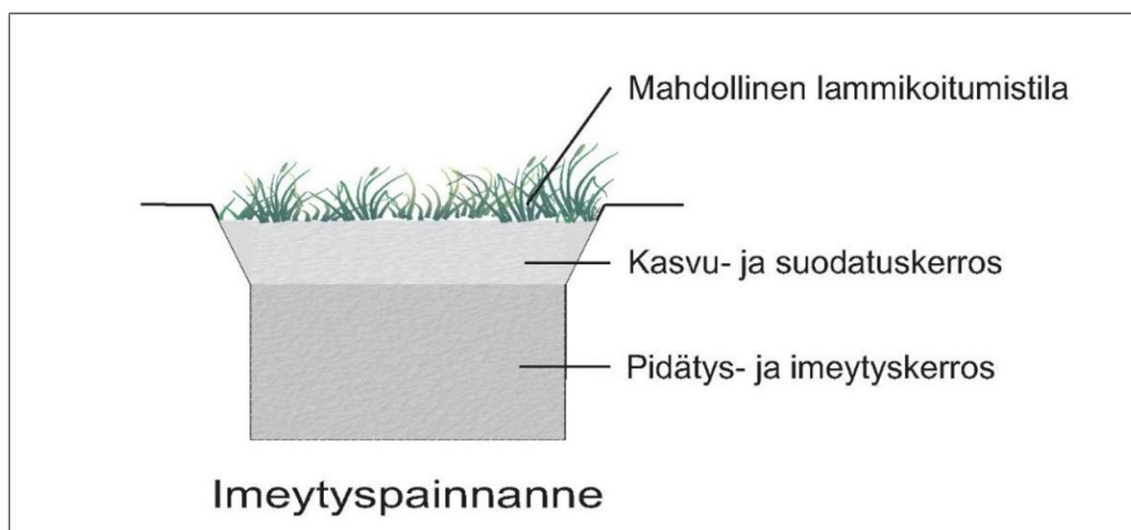
## 1.2 Hulevesien vähentämis- ja imeytysmenetelmiä

Tärkein osa hulevesien hallintaa on hulevesien vähentäminen. Vain hulevesien vähentämiseen kuuluvilla toimenpiteillä voidaan ennallistaa hydrologista kiertoa vastaamaan rakentamista edeltävää tasoa. Huleveden kokonaismäärää voidaan vähentää ja siirtää osaksi maa- ja pohjavettä tai ilmakehän vettä ainoastaan rajoittamalla hulevesien muodostumista (vähentämällä rakennettujen pintojen määrää), imeyttämällä muodostuneita hulevesiä tai haihduttamalla niitä kasvillisuuden avulla. (Suomen kuntaliitto 2012)

Syntypaikalla tehtävät toimenpiteet ovat ensisijaisesti tärkeitä hulevesien kannalta. Syntypaikalla tehtävillä toimenpiteillä ehkäistään hulevesien muodostumista esimerkiksi viherkattojen ja kattopuutarhojen avulla sekä hyödyntämällä paikallisesti kattovesiä ja imeyttämällä ne syntypaikallaan. Jättämällä piha-alueita päällystämättä ja käyttämällä läpäiseviä päällysteitä voidaan yksinkertaisimmillaan myötävaikuttaa imeyttämistä. Läpäiseviä päällysteitä voivat olla muun muassa reikälaatta ja -kiveys, kennosora sekä AA eli avoin asfaltti. Itse imeytysrakenteet



voivat varioida yksinkertaisista kivipesistä, sorasaarroista ja muista imeytyspainanteista ja -kaivoista maanalaisiin imeytyskenttiin ja jopa tehdasmaisiin järjestelmiin. On kuitenkin taattava, ettei pohjaveden pilaantumiskieltoa rikota. (Suomen kuntaliitto 2012, Hyöty 2007)



Kuva 2. Imeytyspainanne

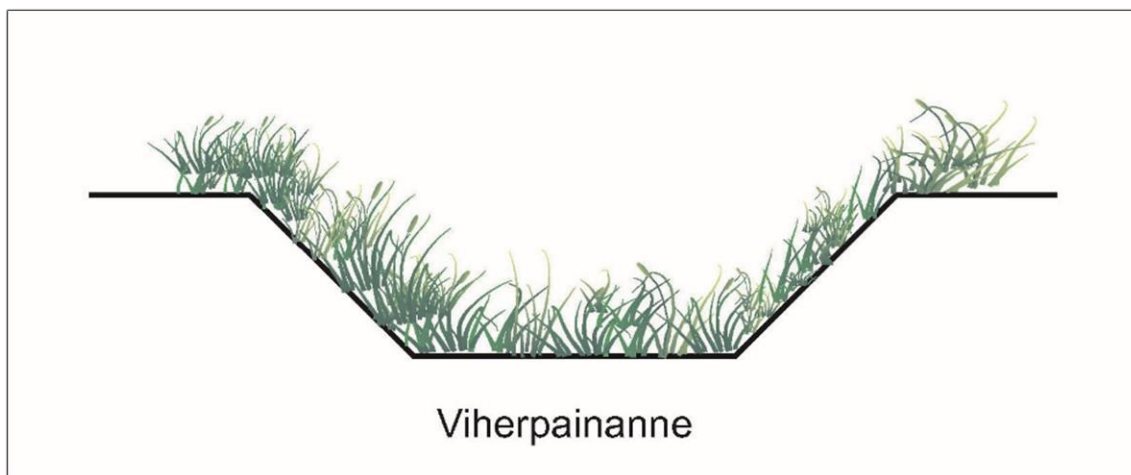
### 1.3 Hulevesien johtamismenetelmiä

Hulevesiä kerätään ja ohjataan hulevesien johtamismenetelmillä niin, että virtaama hidastuu ja epäpuhtauksien laskeutuminen ja imeytyminen mahdollistuvat. Johtamisreittien kasvillisuudella, pienellä pituuskaltevuudella ja riittävällä pituudella voidaan hidastaa johtamisreittien virtaamaa. (Suomen kuntaliitto 2012)

Hulevesien ohjaamiseen on pääsääntöisesti kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäinen on hulevesien johtaminen avoimissa järjestelmissä, joita ovat esimerkiksi avo-ojat, purot, kourut, kanavat ja muut avouomavirtauksen menetelmät. Toinen vaihtoehto on johtaa putkijärjestelmissä. (Suomen kuntaliitto 2012)

Määrällisen ja laadullisen hulevesien hallinnan kannalta paras menetelmä hulevesien johtamiseen ja keräämiseen on avoin kuivatusjärjestelmä. Tämä avoin kuivatusjärjestelmä koostuu usein painanteista, avo-ojista ja tarvittaessa rummuista ja hulevesiviemäriosouksista. (Suomen kuntaliitto 2012)

Alueille, joilla maankäyttö ja rakentaminen on väljää, soveltuu hulevesien johtaminen maan pinnalla. Pienillä valuma-alueilla (yksittäisten kiinteistöjen ja tonttien alueilla) pintajärjestelmiä voidaan käyttää myös tiivisti rakennetuissa kohteissa. (Suomen kuntaliitto 2012)



Kuva 3. Viherpainanne.

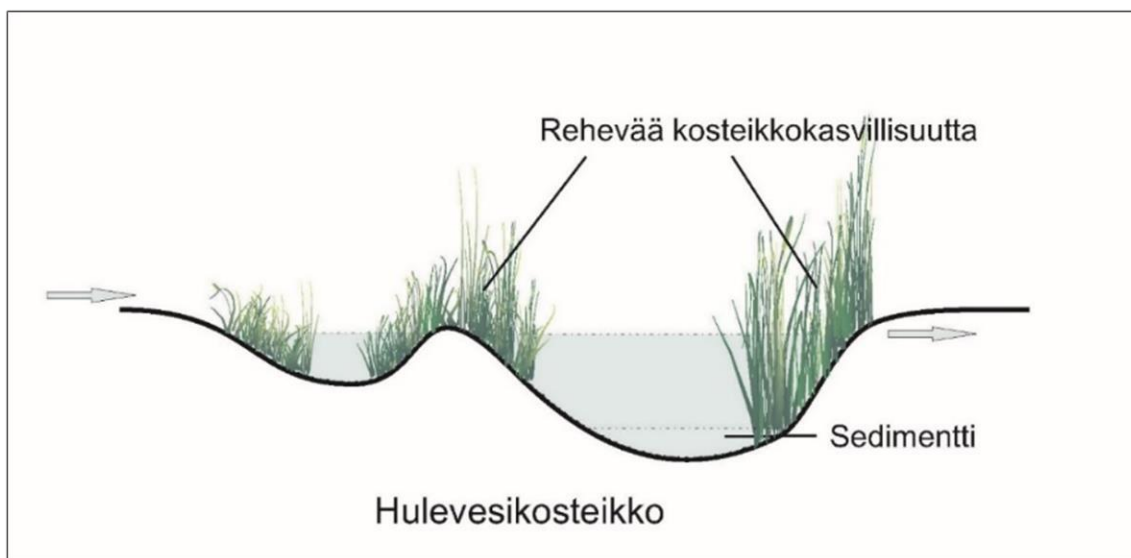
#### 1.4 Hulevesien viivytysmenetelmiä

Hulevesien aiheuttamaa virtaamaa hidastetaan ja pidätetään viivytysmenetelmillä. Johdettava hulevesi varastoidaan tietyn ajan viivytysmenetelmien avulla ja vapautetaan vähitellen. Erilaiset viivytysmenetelmät voidaan karkeasti luokitella kosteikkoihin, lammikoihin, painanteisiin sekä rakennettuihin altaisiin ja kaivantoihin. Painanteet ja kaivannot kuivuvat sadetapahtumien välissä, kun taas kosteikoissa ja lammikoissa sekä altaissa on tyypillisesti pysyvä vesipinta. (Suomen kuntaliitto 2012, Hyöty 2007)

Kosteikko on veden peitossa suurimman osan ajan vuodesta ja pysyy kosteana myös muunkin ajan vuodesta. Tyypillisesti kosteikossa on vesi- ja kosteikkokasvillisuutta. Kosteikon luiskan kaltevuuden tulee olla loiva. Alkupäähän kosteikkoa suositellaan toteutettavaksi tasausallasta, jonka tilavuus 10–15 % kosteikon mitoitustilavuudesta. Pituuden ja leveyden suhteen tulisi olla kosteikossa vähintään 2:1. (Hyöty 2007)

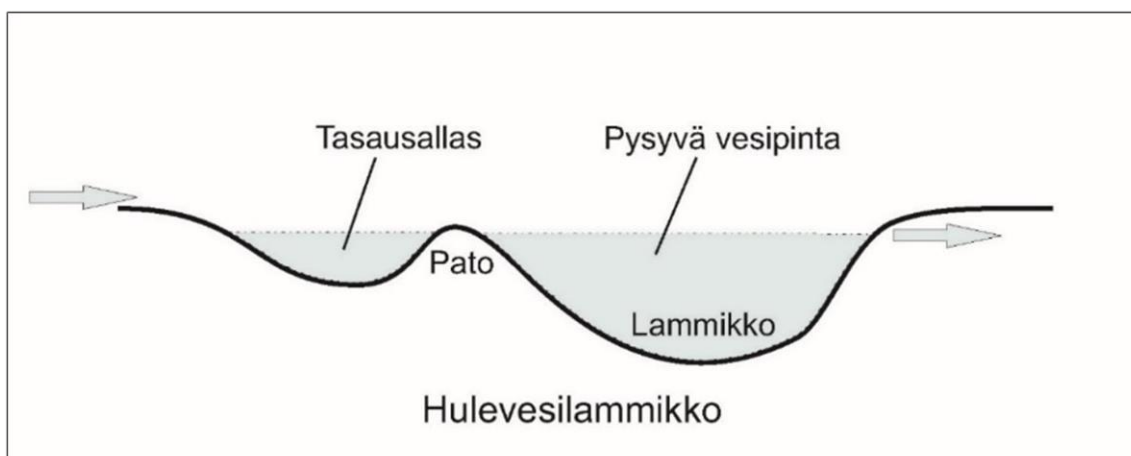
Hulevesilammikoissa on tilaa veden väliaikaiseen varastointiin sekä pysyvä avovesipintainen alue. Keskisyvyyden tulisi lammikoissa olla 1–1,5 metriä ja maksimisyvyyden alle 2,5 metriä. Reuna-alueiden tulisi lammikoissa olla loivia. (Hyöty 2007)

Hulevedet pääsevät lammikoitumaan viivytuspainanteisiin, jotka ovat ympäristöään alempia alueita. Painanteiden virtausta säädelään siihen suunnitellulla rakenteella, jonka on tarkoitus tyhjentää viivytystilavuus muutaman vuorokauden kuluessa täyttymisestään. Viivytuspainanteet voivat sisältää kasvillisuutta ja olla kasvillisuuden peittämiä. (Hyöty 2007)



Kuva 4. Poikkileikkaus kosteikosta.

Hulevesien viivyttämiseen käytetään myös keinotekoisia rakennettuja altaita. Rakennetut vesialtaat voivat olla esimerkiksi betonia. Altaissa pyritään säilyttämään pysyvä vesipinta. Altaat tulee varustella ylivuotoputkella ja tyhjennysputkella. (Hyöty 2007)



Kuva 5. Hulevettä viivyttävä lammikko.

Hulevesiä voidaan viivyttää myös maanalaisilla rakenteilla eli viivytyskaivannoilla. Alueille, joilla maanpäälliselle ratkaisulle ei ole tilaa ja jossa on hulevesien viivyttämiseen tarve, soveltuu viivytyskaivannot hyvin. Viivytyskaivannot tarvitsevat salaojituksen ja purkupuutken. (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.

Tiiviisti rakennetuilla keskusta-alueilla syntyvät suurimmat hulevesien aiheuttamat ongelmat. Lämpäisemätön pinta synnyttää sade- ja sulamisvesistä nopeasti ja tehokkaasti pintavaluntaa. Luonnonoloissa rankoillakin sateilla pintavalunnan osuus kokonaisvalunnasta on usein vähäinen, mutta tiiviisti rakennetussa taajamassa pienetkin sateet aiheuttavat paljon pintavaluntaa. (Suomen kuntaliitto 2012)

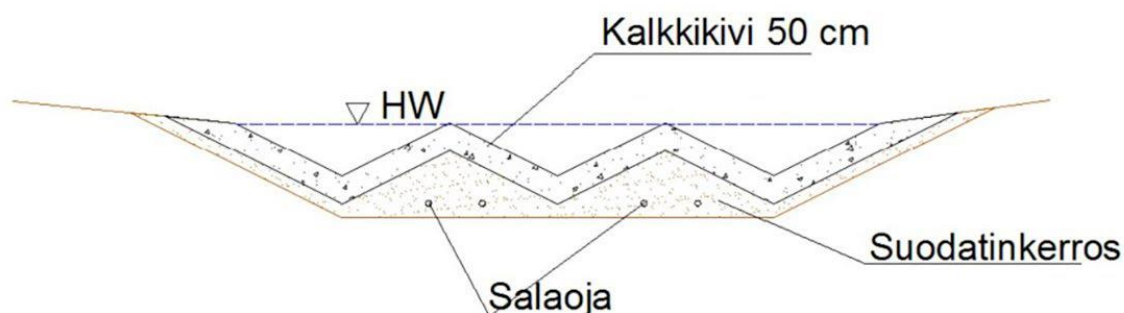
Yleensä hulevesiviemäröinti pyritään järjestämään painovoimaisesti luonnollisia valumareittejä hyödyntäen sekä luonnolliset valuma-alueajat huomioiden. Hydrologisen kierron kannalta viemäröinti ei vastaa luonnonmukaista menetelmää, vaikka luonnollisia valumareittejä noudatettaisiin. Hulevedet ohjautuvat viemäröinnillä liian nopeasti ja käsittelemättöminä purkuvesiin. Viemäröinti myös estää hulevesien imeytymisen maaperään. Tämä aiheuttaa esimerkiksi rantavyöhykkeen eroosiota ja heikentää vesistön tilaa sekä suurentaa virtaamien vaihteluita. Hulevesiviemäriverkoston mitoitus voidaan pienentää erilaisin hulevesien hallintamenetelmin sekä vähentää tulvimisherkkyyttä ja purkuvesistön kuormitusta. Maanalaisia putkijärjestelmiä tarvitaan silti osana hulevesien hallinnan kokonaisratkaisua uusista hallintamenetelmistä huolimatta. (Suomen kuntaliitto 2012)

Virtauksen hidastaminen uoman suistossa ranta-alueella on yksi mahdollisuus hulevesien mukana kulkeutuvalla kiintoaineksen ottamiseksi talteen ennen purkuvesiin päätymistä. Virtaus jakaantuu ja tasaantuu rantavyöhykkeellä tai vesikasvillisuuden seassa olevissa ojastoissa, joihin

voidaan johtaa pienestä taajamapurosta, hulevesiviemäristä tai -ojasta purkautuvaa vettä. Näin saadaan kiintoaines suodattumaan kasvillisuuteen. Hulevesiä kulkevan uoman suistossa voi olla esimerkiksi kosteikko tai laskeutusallas. Maanpenkereellä voi erottaa uoman järven tai meren matalasta ranta-alueesta. Näin rakenne muistuttaa keinotekoista fladaa, laguunia tai kluuvijärveä. Vesitilavuus saadaan matalalla ranta-alueella helposti suureksi. (Suomen kuntaliitto 2012)

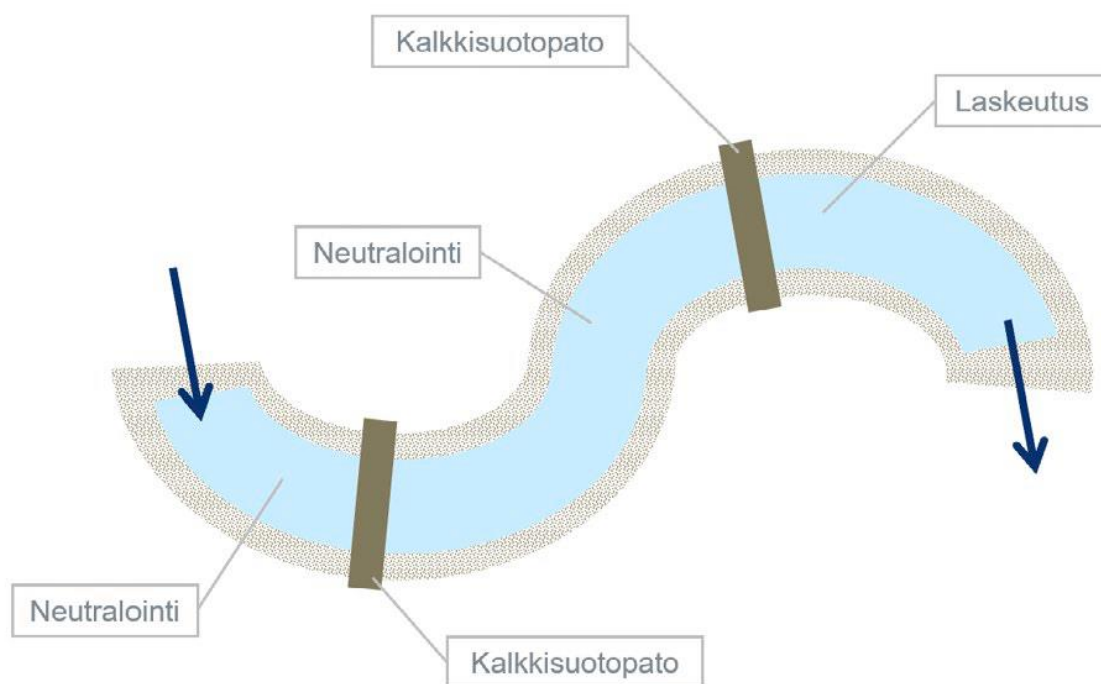
## 1.6 Happaman valunnan käsittelykeinoja

Tarvittaessa happaman valunnan neutralointikeinoina voidaan käyttää pysyviä rakenneratkaisuja. Maapohjainen suotokenttä rakenteen periaatepiirros on esitettyä kuvassa 6. Tässä tapauksessa hapen valunta ohjataan maanpäälliseen avoaltaaseen, jonka kautta vesi suotaantuu kalkkikivikerroksen läpi salaojakerrokseen. Salaojakerroksesta vesi ohjataan laskeutusaltaan kautta vesistöön. Rakenteessa tulee huomioida, se että rakenteeseen ohjataan vain happamoitumisriskin alueiden vesiä ja muut pintavaluntana neutraalit vedet ohjataan suodatin kentän ohitse. (Ympäristöministeriö 2022)



Kuva 6. Neutraloivan suodatinkentän periaatepiirros (Ympäristöministeriö 2022)

Kalkkisuotopatorakenne (kuva7) neutraloi vettä kalkkirakeita sisältävän padon avulla, jonka läpi vesi johdetaan. Metallisakan poistamiseksi kalkkisuotopadon jälkeen tulee olla laskeutusallas. Rakenteessa tulee huomioida huolto. Kalkkimateriaalin saattaa tukkeutua tai menettää neutralointikykyä, jolloin se tulee vaihtaa. (Ympäristöministeriö 2022)



Kuva 7. Laskeutusaltaan ja suotopatorakenteen periaatepiirros. (Ympäristöministeriö 2022)

Erikoisvalmisteiset kaivot ovat neutralointiin tarkoitettuja kaivoja, joissa vesi johdetaan paineella kaivon alareunasta sisään ja yläosasta ulos. Granuloitua sammutettua kalkkia käytetään kaivoissa neutralointi aineena. Kyseessä on voimakas emäs, jonka käyttöturvallisuuteen on kiinnitettävä huomioita. Kalkkia kuluu ja sitä tarvitseekin lisätä pienissä erissä. Neutraloinnin aikana voi syntyä metallisakkaa, jota varten tulee neutraloinnin jälkeen varata tilaa esimerkiksi laskeutusaltaaseen. Metallisakka tulee käsitellä asianmukaisesti neutraloinnin jälkeen esimerkiksi jätteenkäsittelylaitoksella. (Ympäristöministeriö 2022)

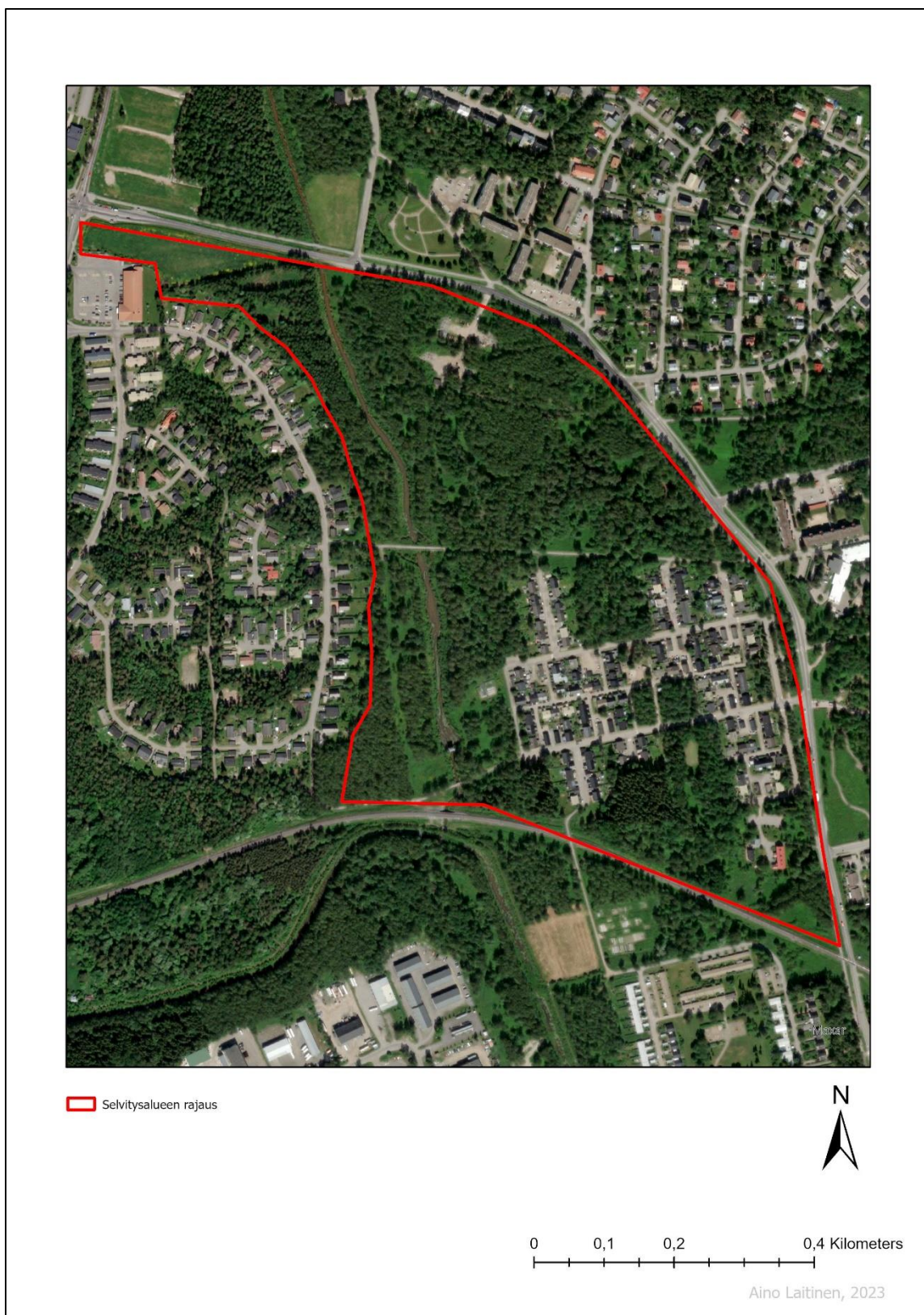
## 2 SELVITYSALUEEN KUVAUS

### 2.1 Sijainti

Pappilanmäki sijaitsee noin 5 km päässä Vaasan keskustasta kaakkoon. Selvitysalue rajautuu idässä Melaniemen pientalotontteihin, etelässä rautatiehen ja idässä Kauppiaankatuun sekä pohjoisessa Huutoniementiehen. Selvitysalue on kooltaan noin 45 hehtaaria. Selvitysalueen rajaus on esitetty kartoilla 1–3.

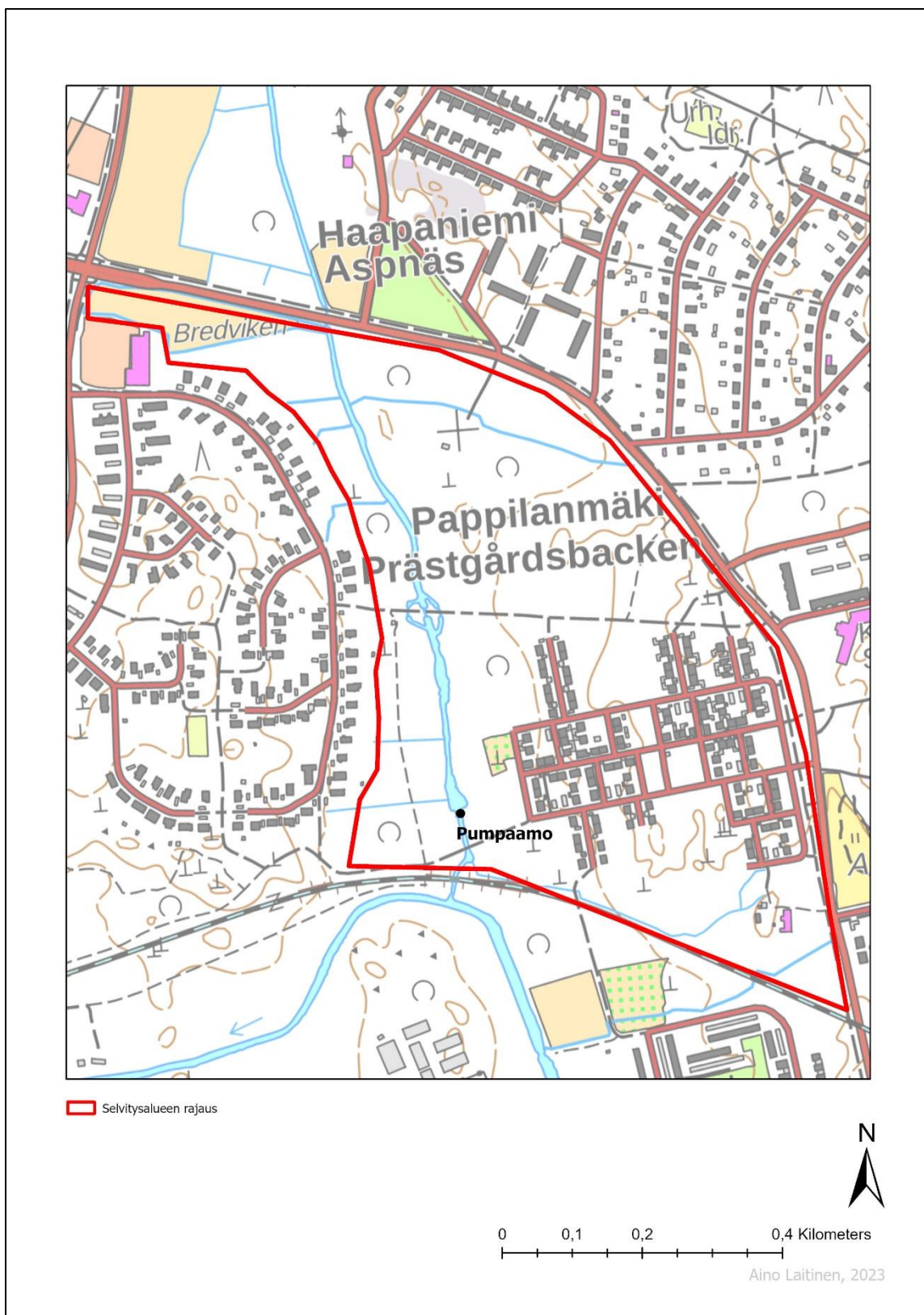


Kartta 1. Selvitysalueen sijainti.



Kartta 2. Selvitysalueen rajaus ilmakuvalla esitettynä.





Kartta 3. Sijainti peruskartalla esitettyinä.

## 2.2 Yleistietoa alueesta

Alueen eteläosassa on tiiviisti rakennettu asuinalue, jonka pohjoispuolelle jää metsäalue. Selvitysalueen halkoo kahtia länsi-itä suunnasta soratie Melaniemen pientaloalueelta Kauppiaankadulle. Alueen halkoo kahtia pohjois-etelä suunnasta Matalaselänoja, joka toimii valtaojana. Selvitysalueella pohjois-itä suunnasta reunustaa vilkkaasti liikennöity Huutoniementie, joka muuntuu Kauppiaankaduksi.

Suunnitellun maankäytön muutokset selvitysalueella vaikuttavat pohjoisosassa sijaitseviin osavaluma-alueiden G, H, J ja K pintavaluntaan. Pinnanlaatujen suurin muutos kohdistuu valuma-alueille G ja H. Yhteenlasketut pinnalaadut ja muutosprosentit on esitetty taulukoissa 1 (G ja H) ja 2 (J ja K). Alueilla G ja H lisääntyy kattopinta-ala 917 %, asfaltti 166 %, puistomainen piha 279 % ja vähenee metsä 28 % sekä sora 26 % verrattuna nykytilaan.

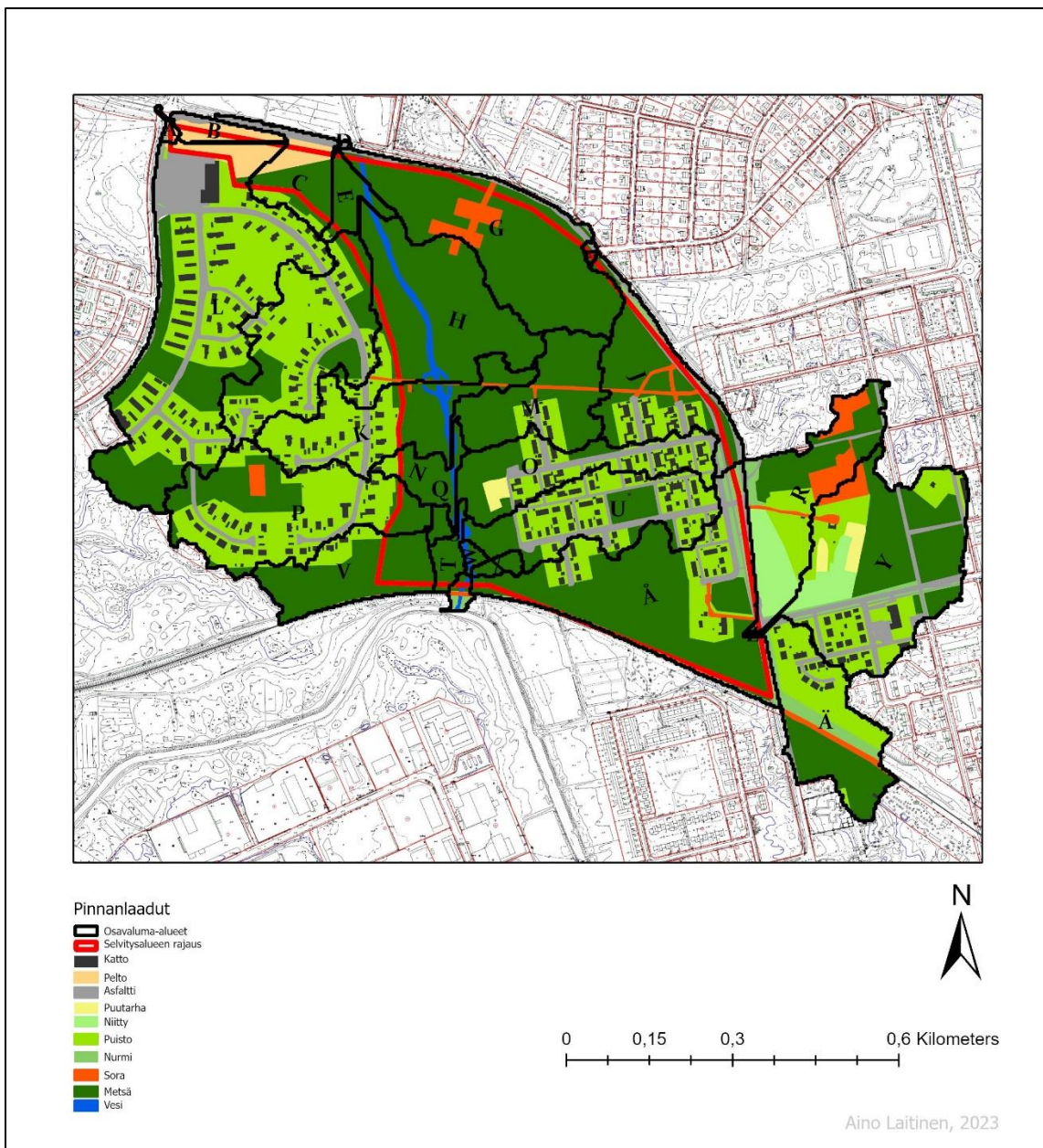
Ortoilmakuvatarkastelun perusteella sekä maastotietokantaa hyödyntäen selvitysalueen osavaluma-alueet ovat jaettu kymmeneen pinnanlaatutyyppiin. Suunnitellun maankäytön pinnanlaadut ovat arvioitu kaavaluonnoksen 30.3.2023 pohjalta. Selvitysalueen osavaluma-alueiden nykytilan pinnanlaadut ovat havainnollistettuna kartalla 4, 6 ja suunnitellun maankäytön pinnanlaadut ovat esitetty kartalla 5, 7.

*Taulukko 1. Osavaluma-alueiden G ja H yhteenlaskettu pinnanlaadut nykytilassa ja suunnitellussa maankäytössä.*

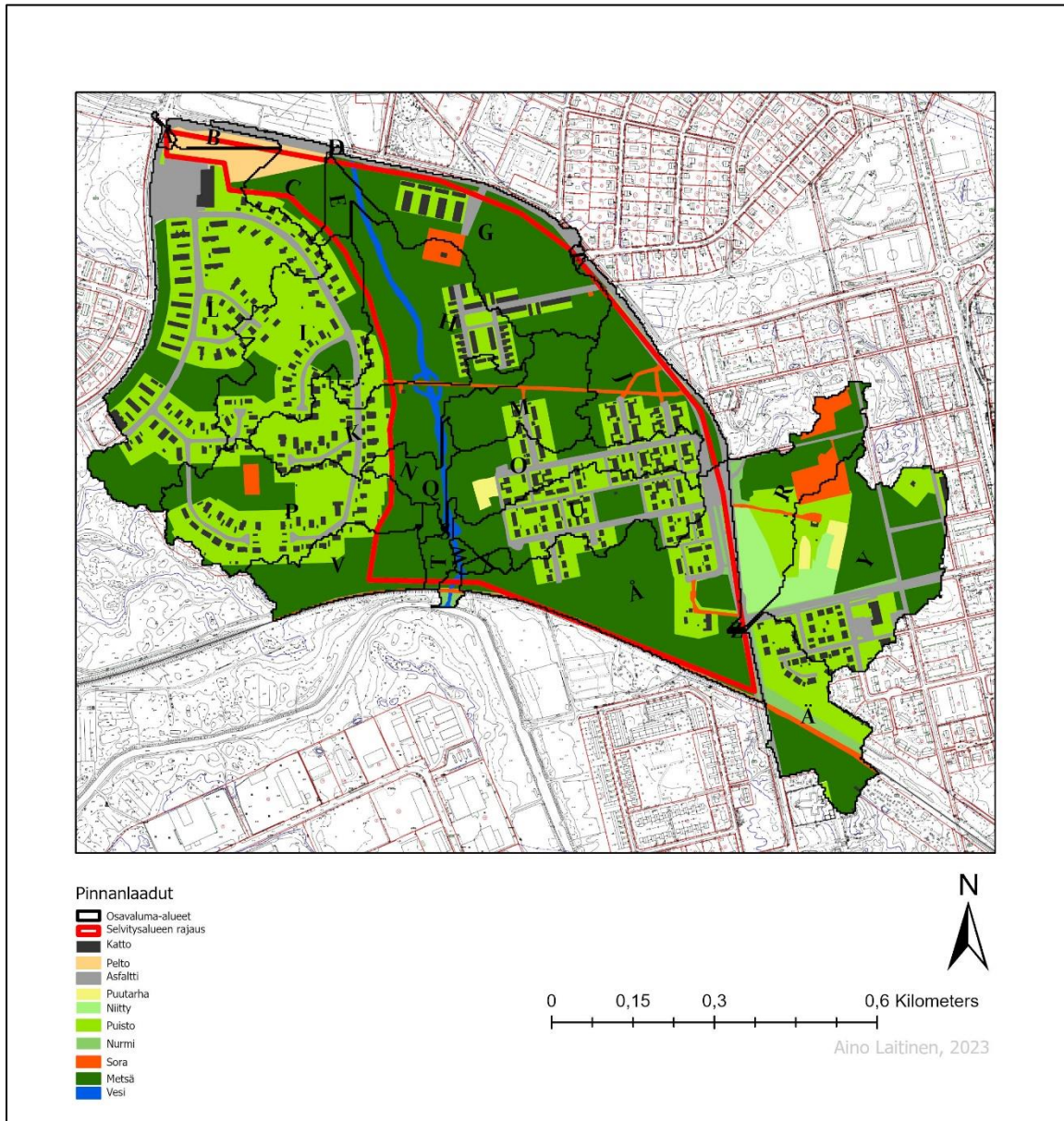
Pinnanlaatu	Nykytilan pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Suunnitellun maankäytön pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Muutos
Katto	761	7735	917 %
Asfaltti	4532	12033	166 %
Nurmetettu luiska	0	0	0 %
Sora	6175	4575	-26 %
Vesi	3394	3394	0 %
Metsä	132160	94578	-28 %
Puistomainen piha	5623	21323	279 %
Pelto	0	0	0 %
Niitty	0	0	0 %
Puutarha	0	0	0 %

Taulukko 2. Osavaluma-alueiden J ja K yhteenlasketut pinnalaadut nykytilassa sekä suunnitellussa maankäytössä.

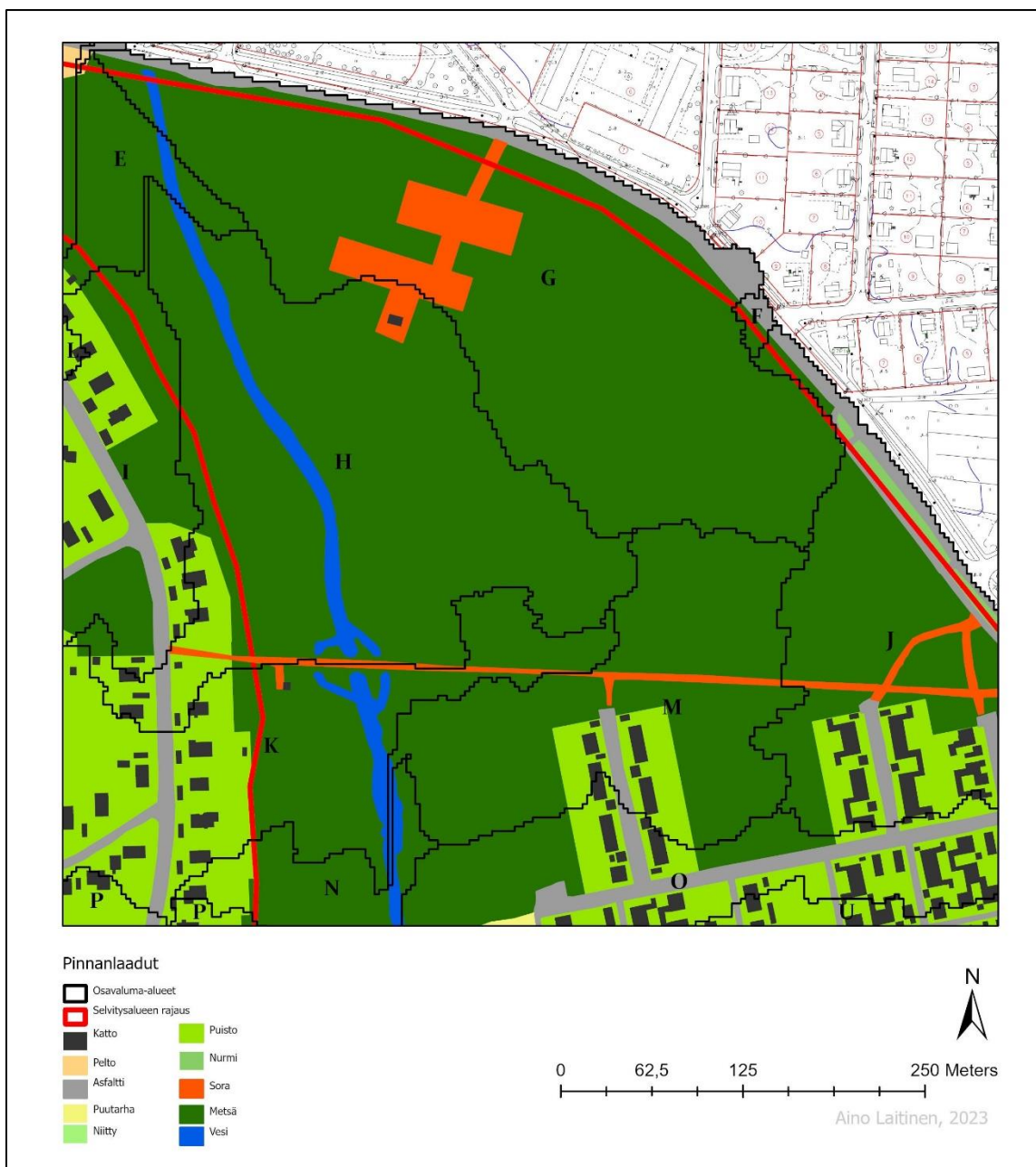
Pinnanlaatu	Nykytilan pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Suunnitellun maankäytön pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Muutos
Katto	6268	6463	3 %
Asfaltti	9009	9614	7 %
Nurmetettu luiska	2313	2313	0 %
Sora	2906	2906	0 %
Vesi	1438	1438	0 %
Metsä	44454	42584	-4 %
Puistomainen Piha	37533	38516	3 %
Pelto	0	0	0 %
Niitty	0	0	0 %
Puutarha	0	0	0 %



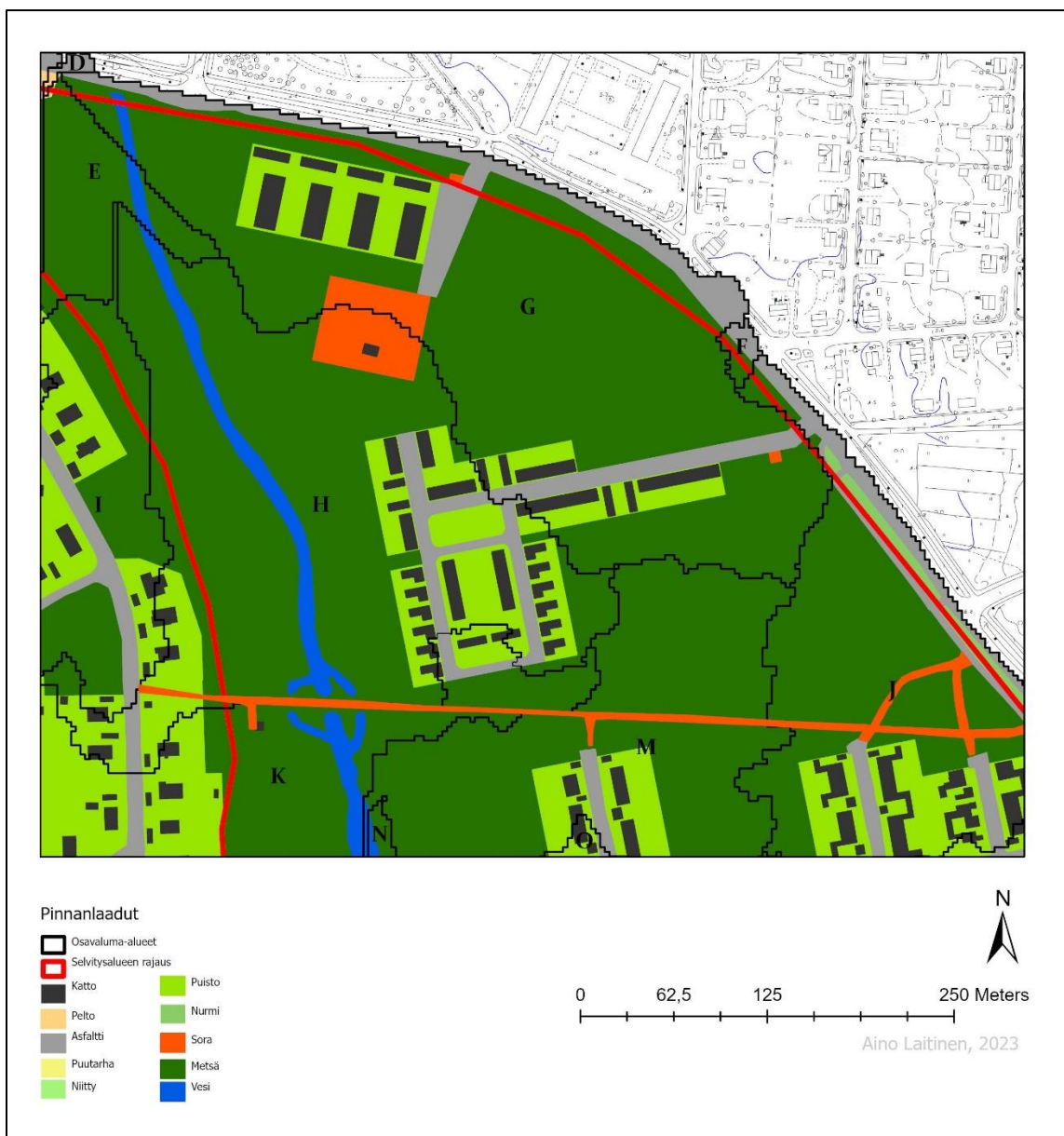
Kartta 4. Selvitysalueen pinnanlaadut nykytilassa.



Kartta 5. Selvitysalueen pinnanlaadut suunnitellussa maankäytössä.



Kartta 6. Pinnanlaadut nykytilassa kuvattuna lähempää muutoksia.

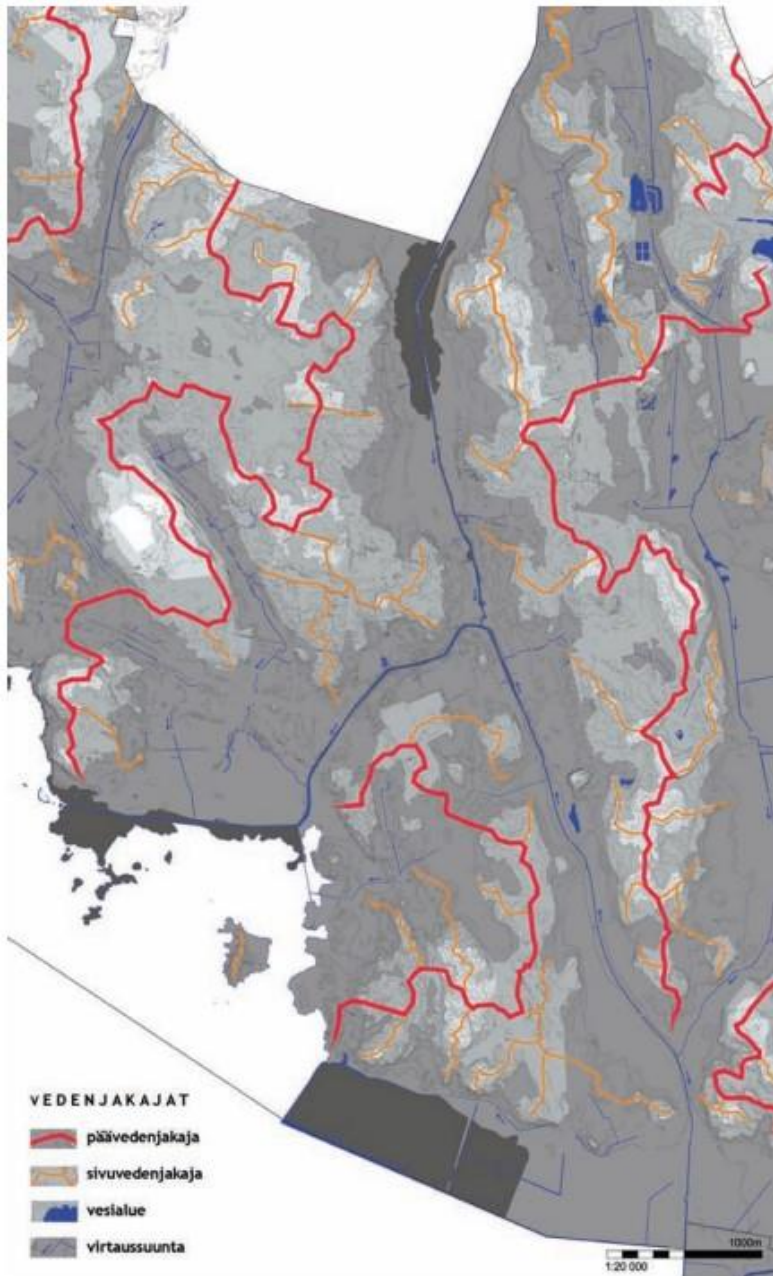


Kartta 7. Pinnanlaadut suunnitellussa maankäytössä kuvattuna lähempää muutoksia.

### 2.3 Selvitysalueen maaperä

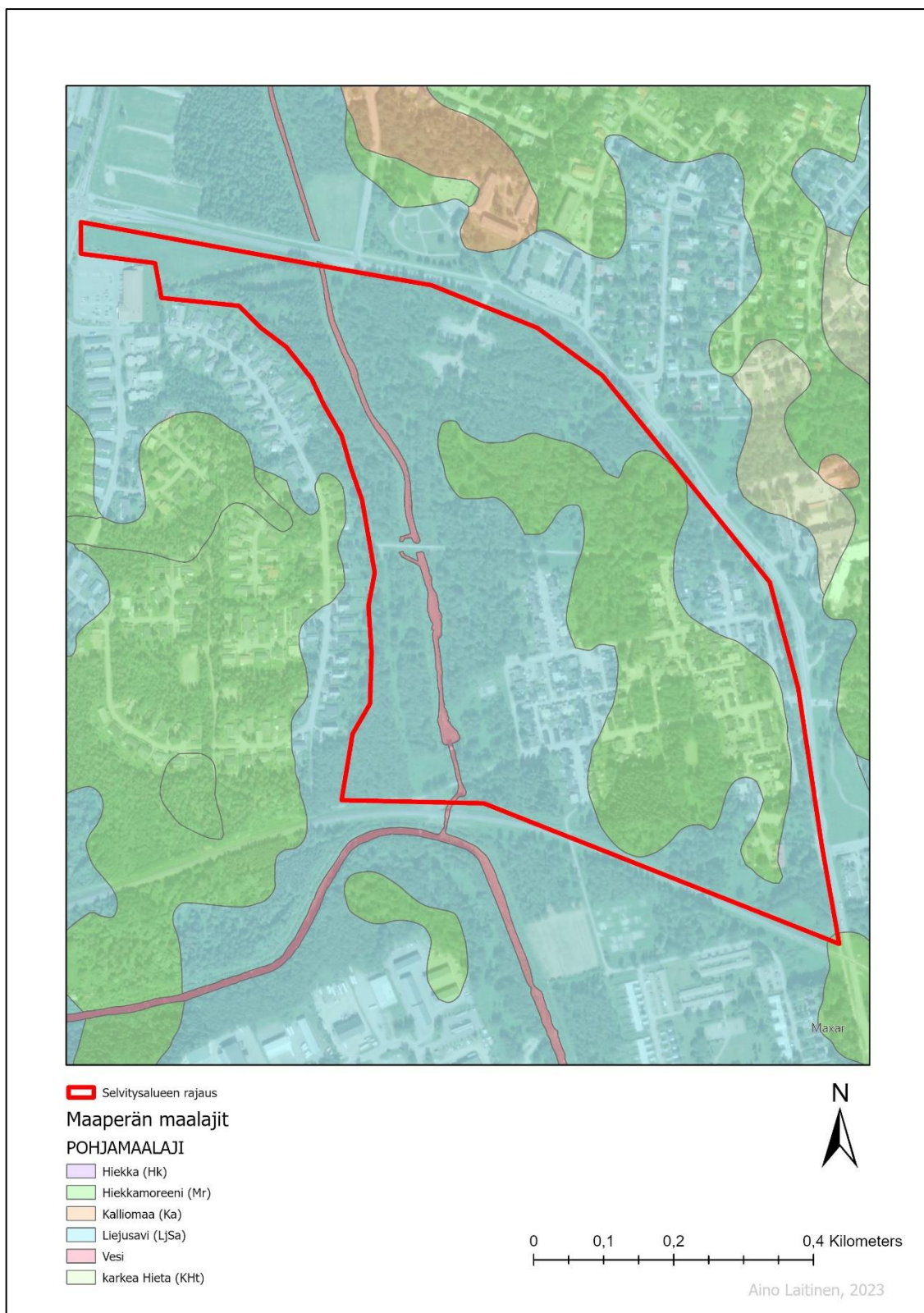
Selvitysalue kuuluu osaksi Pitkänselän- Vanhan Vaasan kanaalin laaksoa. Selvitysalueen maaperä on pääosin liejusavea ja hiekkamoreenia. Liejusavi on kantavuudeltaan huonoa ja huonosti vettäläpäisevä maalaji. Se on myös routiva maalaji. Liejusavisille alueille on tyypillistä hapan pohjavesi. Hiekkamoreeni on osittain vettäläpäisevää. Selvitysalueen maaperätiedot on esitetty kartalla 8. Korkein kohta alueella sijoittuu asuinalueen itäpuolelle, joka on osa sivuselännettä

(kuva 10). Rakennettu asuinalue on kohtalaisen jyrkkää kohti kanaalia. Matalaselänojan reunapenkereet ovat matalaa aluetta ja kuuluvatkin laakson pohja-alueisiin. Selvitysalueen korkeustiedot ovat esitetty kartalla 9. (Geologian tutkimuslaitos 2005, Jääskeläinen R. 2011)



Kuva 8. Vanhan Vaasan laakson vedenjakajat (Aalto A-K.).





Kartta 8. Selvitysalueen pohjamaalajit esitettynä kartalla.



Kartta 9. Selvitysalueen maanpinnan korkeus.

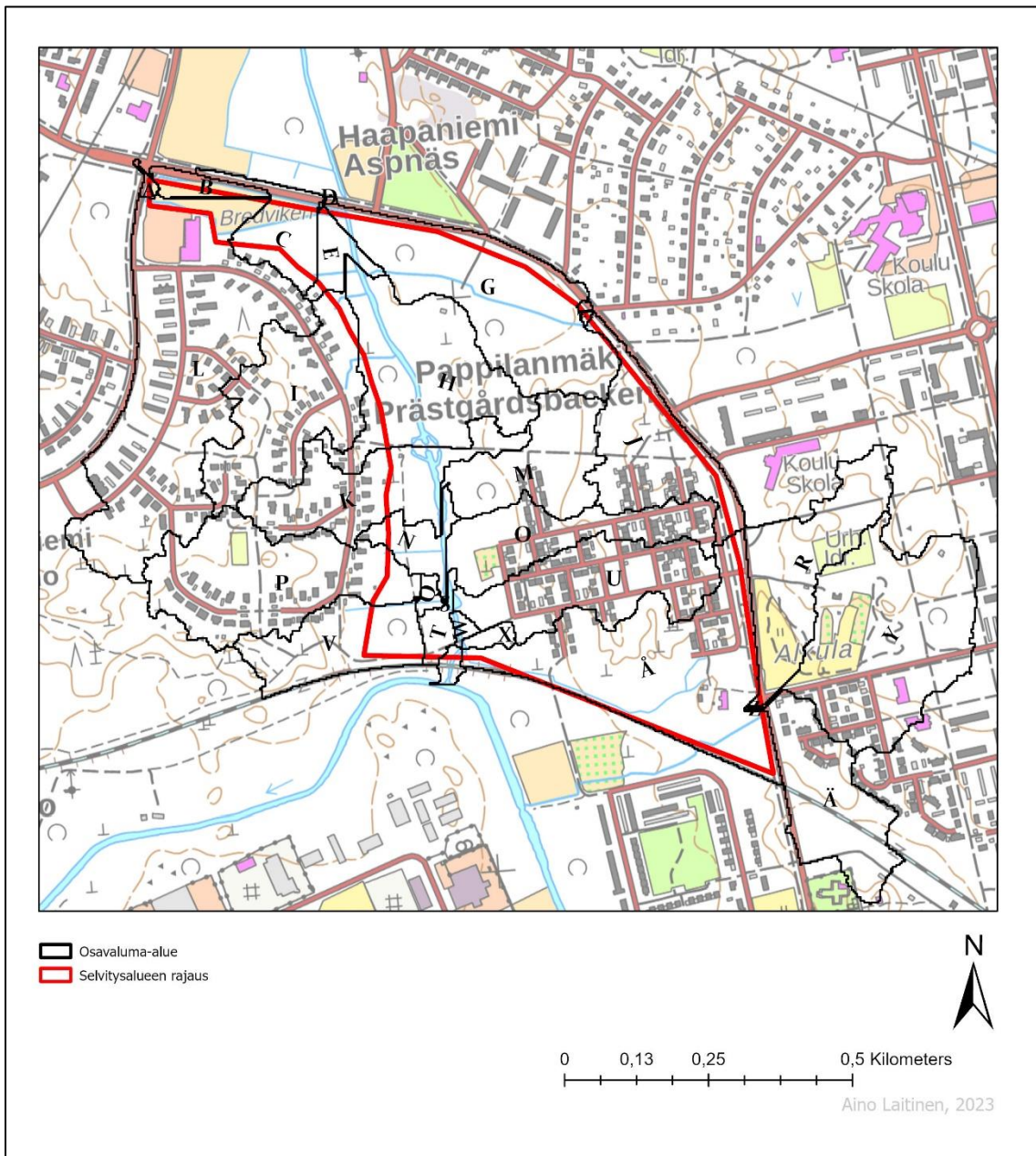
### 3 VALUNTA SELVITYSALUEELLA

Selvitysalueen hulevedet purkautuvat pääosin Matalaselänojaa pitkin Vanhan Vaasan kanaaliin. Matalaselänojaan selvitysalueen hulevedet valuvat avouomia ja sadevesiviemäreitä pitkin. Pintavaluntaa pidättää pohjoispuolella metsäalue ja rakennetulla asuinalueella piha-alueet. Pintavalunnan päävirtaussuunta on selvitysalueen pohjoispuolella luoteeseen ja aluetta halkovassa valtaojassa kohti etelää.

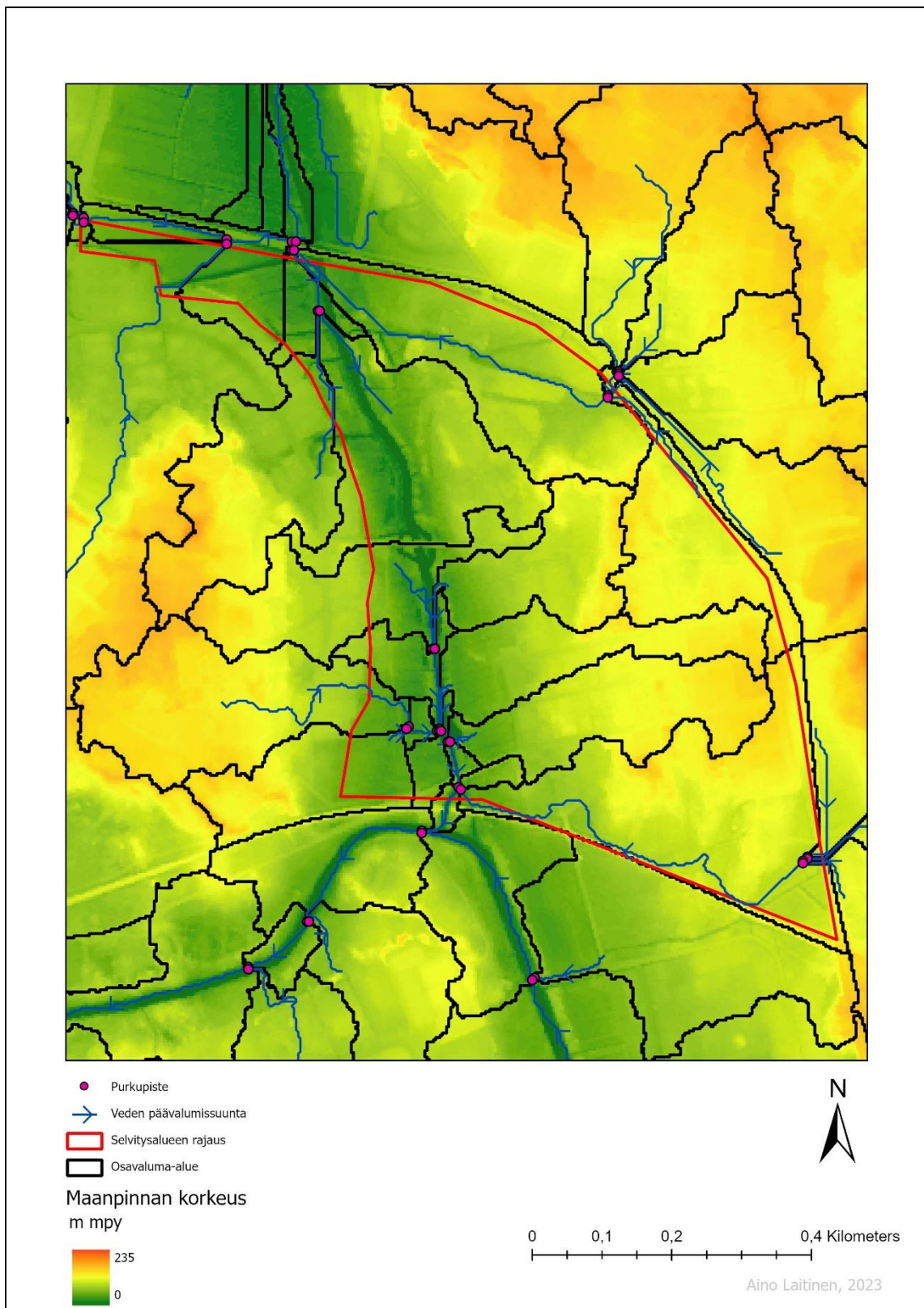
#### 3.1 Valuma-alue

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)

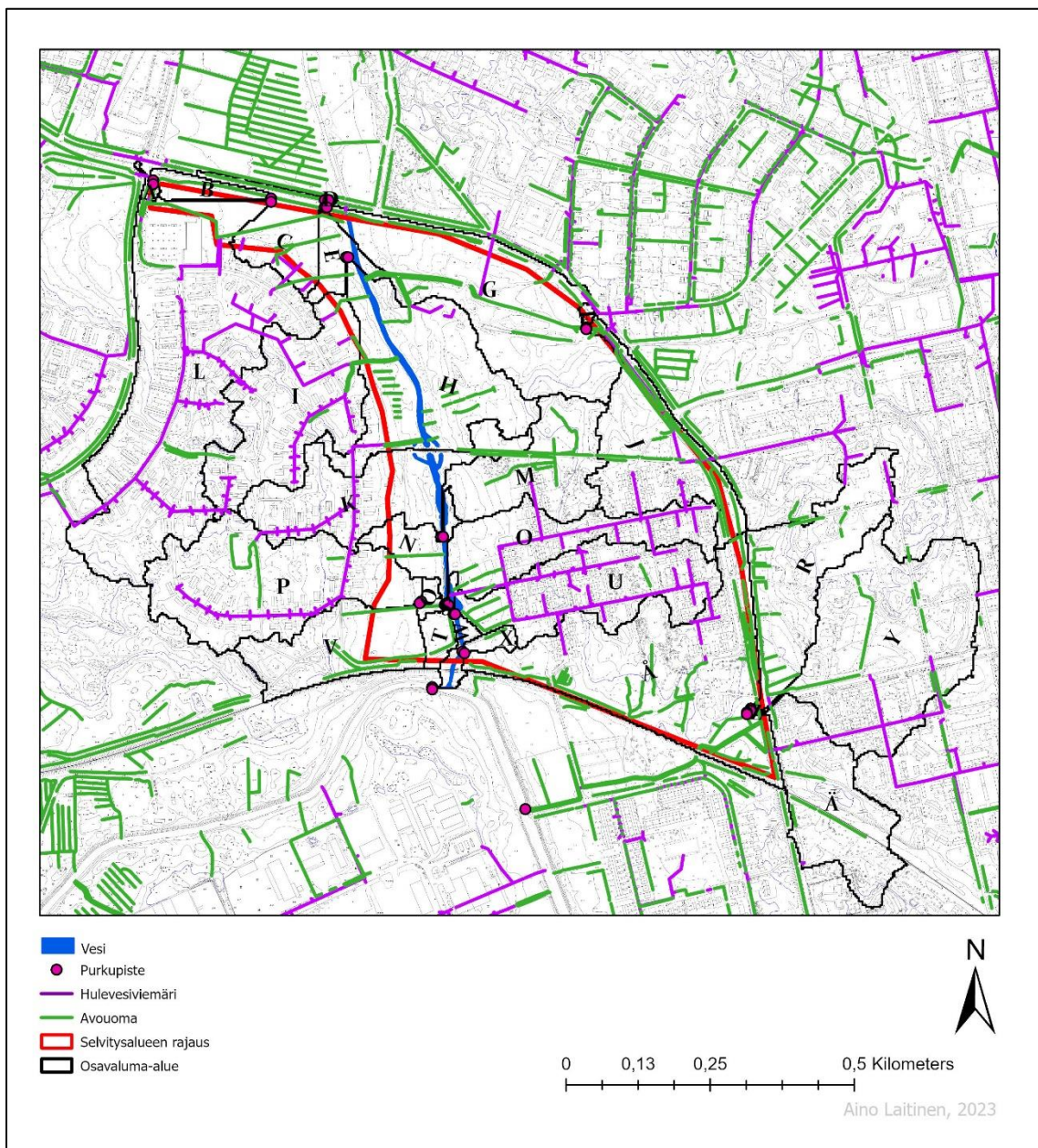
Työkalun avulla saatiin mallinnettua 28 osavaluma-aluetta, jotka ovat osittain selvitysalueella. Keskimääräiset valumakertoimet, vesimäärät ja virtaamat on laskettu osavaluma-alueille, joille kohdistuu asemakaavaluonnoksessa maankäytöllisiä muutoksia. Osavaluma-alueista laskentaan otettiin mukaan 4 osavaluma-aluetta, jotka ovat G, H, J ja K. Kartoilla 10–12 on esitetty selvitysalueen osavaluma-alueet, veden kulkusuunnat ja vesiolosuhteet.



Kartta 10. Selvitysalueen osavaluma-alueet A-Ä.



Kartta 11. Selvitysalueen osavaluma-alueet, päävirtaussuunta ja maanpinnankorkeus.



Kartta 12. Selvitysalueen vesiolosuhteet.

### 3.2 Valumakertoimien määrittäminen

Valumakertoimen määrittämiseen on käytetty kuvan 8 taulukkoa. Taulukon arvojen mukaisesti 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.

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

$\varphi$  =keskimääräinen valumakerroin

$\varphi_n$  =osa-alueen valumakerroin

$A_n$  = osa-alueen pinta-ala

$A$  =koko alueen pinta-ala

Taulukko 3. Taulukko valumakertoimien arvoista pinnanlaatuojen 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

Seuraavassa taulukossa on esitetty osavaluma-alueiden keskimääräiset valumakertoimet. Laskentaan otettiin mukaan valuma-alueet, joihin kohdistui maankäyttöön liittyviä muutoksia.

Taulukko 4. Osavaluma-alueiden keskimääräiset valumakertoimet.

Osavaluma-alue	Pinta-ala (ha)	Nykyisen maankäytön keskimääräinen valumakerroin	Suunnitellun maankäytön keskimääräinen valumakerroin	muutos
G	7,59	0,11	0,21	94,6 %
H	6,78	0,12	0,21	78,7 %
J	4,89	0,266	0,267	0,5 %
K	5,45	0,24	0,25	5,5 %

### 3.3 Muodostuvan pintavalunnan laskeminen

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

Valuma-alueen suuruus vaikuttaa mitoitussateen kestoajan valintaan. Yleensä suurin virtaama saavutetaan silloin, kun rankkasateen kesto valitaan valuma-alueen etäisimmästä reunasta sen purkupisteeseen kuluva 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 valumakerroimen perusteella seuraavalla kaavalla. (Hyöty 2007).

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

$V_{mit}$  = mitoitusvesimäärä (m<sup>3</sup>)

t = sateen kesto (s)

$\varphi$  = valumakerroin

A = valuma-alueen pinta-ala (ha)

i = sateen rankkuus (l/s\*ha)

Hulevesien mitoitusvesimäärät ovat esitelty seuraavissa taulukoissa:

Taulukko 5. Selvitysalueen osavaluma-alueiden (G,H,J,K) mitoitusvesimäärät (m<sup>3</sup>) nykytilassa.

Osavaluma- alue	Pinta-ala (ha)	Keskimääräinen valumakerroin	Vesimäärä (m <sup>3</sup> ) 15 min, 146 l/s*ha	Vesimäärä (m <sup>3</sup> ) 60 min, 64 l/s*ha	Vesimäärä (m <sup>3</sup> ) 60 min, 77 l/s*ha
G	7,59	0,11	113	198	238
H	6,78	0,12	115	201	242
J	4,89	0,266	171	300	361
K	5,45	0,24	171	300	361

Taulukko 6. Selvitysalueen osavaluma-alueiden (G,H,J,K) mitoitusvesimäärät (m<sup>3</sup>) suunnitellussa maankäytössä.

Osavaluma- alue	Pinta-ala (ha)	Keskimääräinen valumakerroin	Vesimäärä (m <sup>3</sup> ) 15 min, 146 l/s*ha	Vesimäärä (m <sup>3</sup> ) 60 min, 64 l/s*ha	Vesimäärä (m <sup>3</sup> ) 60 min, 77 l/s*ha
G	7,59	0,21	209	367	441
H	6,78	0,21	190	332	400
J	4,89	0,267	172	302	363
K	5,45	0,25	180	316	380

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

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

$Q_{mit}$  = mitoitusvirtaama (l/s)

$\varphi$  = valumakerroin

A = valuma-alueen pinta-ala (ha)

i = sateen rankkuus (l/s\*ha)

Taulukko 7. Selvitysalueen osavaluma-alueiden (G,H,J,K) mitoitusvirtaamat (l/s) nykytilassa.

Osavaluma- alue	Pinta-ala (ha)	Keskimääräinen valumakerroin	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
G	7,59	0,11	119	52	63
H	6,78	0,12	118	52	62
J	4,89	0,266	190	83	100
K	5,45	0,24	188	83	99

Taulukko 8. Selvitysalueen osavaluma-alueiden (G,H,J,K) mitoitusvirtaamat (l/s) suunnitellussa maankäytössä.

Osavaluma- alue	Pinta-ala (ha)	Keskimääräinen valumakerroin	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
G	7,59	0,21	233	102	123
H	6,78	0,21	211	92	111
J	4,89	0,267	191	84	101
K	5,45	0,25	199	87	105

Laskelmien perusteella suunniteltu maankäyttö tulee lisäämään pintavaluntaa osavaluma-alueella **G** 94,6 %, osavaluma-alueella **H** 78,7 %, osavaluma-alueella **J** 0,5% ja osavaluma-alueella **K** 5,5 %. Prosenttiosuudet on laskettu käyttäen virtaamaa sateen rankkuuden oltaessa 15 min 146 l/s\*ha.

### 3.4 Hulevesien käsittely selvitysalueella

Hulevesiviemärit ja avouomat ohjaavat selvitysalueen hulevedet alueetta halkovaan Matalaselänojaan. Vesiolosuhteet huomioidaan parhaiten, kun suunnittelun lähtökohtana on maasto ja maisemarakenne. Alueen maasto on läpäisevää ja osittain läpäisevää maastoa, mutta pohjamaa on pääosin huonosti vettäläpäisevää liejusavea. Tällöin korostuu hulevesien ehkäiseminen sekä viivytyskeinot. Hulevesien ehkäisyyn sopivia keinoja on läpäisemättömien pintojen eli asfatin minimointi, puoliläpäisevien ja läpäisevien pintojen käyttö esimerkiksi kiveyksien ja soran käyttö sekä viherkatot. Hulevesien viivytys- ja käsittelykeinoina voidaan käyttää avouomia ja ojia, rakennettavia kosteikkoja, altaita, lammikoita ja painanteita sekä muita vastaavia keinoja. Viherpainanteiden ja erilaisten kourujen avulla pintavaluntaa voidaan ohjata istutuksille, lammikoille, altaille ja kosteikoille. Kosteikot, altaat, lammikot ja vastaavien on suositeltavaa sisältää vesiä puhdistavaa ja kiintoainesta pidättävää kasvillisuutta. Kasvillisuuden käyttö hulevesien hallintaan käytettävissä viheralueissa lisää alueen viihtyvyyttä ja luonnon monimuotoisuutta. Lisäksi tarvittaessa voidaan käyttää erilaisia vettä varastoivia salaojakaivoja ja hulevesisäiliöratkaisuja. Selvitysalueella halkova kevyen liikenteen väylä Melaniemen pientaloalueelta Kauppiankadulle tulee ottaa suunnittelussa huomioon. Kevyen liikenteen väylän siltarakenne Matalaselänojan kohdalla vaikuttaa valtaojan rajoittaen veden virtaamaa ja vesimäärää. Tämä voi aiheuttaa veden pakkautumisen ja täten aiheuttaa veden pinnan nousua rankkasateella. (Suomen kuntaliitto 2012, Ilmastokestävä kaupunki, Jääskeläinen R. 2011)

Tarkempi suunnittelu, mitoitus ja tarkka sijoittuminen on yleensä tarkoituksenmukaista jättää myöhempiin suunnitteluvaiheisiin. Asemakaavavaiheessa voidaan esittää käsittelyvaihtoehtoja yleisperiaatteita ja suosituksia. Toteutustapa voidaan jättää rakennuttajien ratkaistavaksi. Rakennusvalvonnan rooli on valvoa rakentamisen suunnittelun ja toteutumisen tapahtuvan voimassa olevien kaavojen ja rakentamisen säännösten mukaisesti. Hulevesien sallituista hallintaperiaatteista on hyvä olla kunnan rakennusjärjestyksessä. (Suomen kuntaliitto 2012)

Asemakaava-alueella tulee MRL 103 c § mukaan ensisijaisesti imeyttää ja viivyttää hulevesiä niiden synty paikalla, ehkäistä hulevesistä aiheutuvia haittoja ympäristölle ja kiinteistölle sekä

edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin. Asemakaavan toteutettavassa teknisen suunnittelun vaiheessa voidaan ratkaista viivytysratkaisut ja niiden mitoitus sekä sijainti.

### **3.5 Tulviminen selvitysalueella**

Vaasassa on tehty kahdesti alustavia hulevesitulvariski arviointeja. Ensimmäinen on tehty vuonna 2011 ja toisen kerran vuonna 2018. Arviointityössä todettiin, ettei Vaasassa ole tulvalain mukaisia merkittäviä hulevesitulvariskialueita Suomen ympäristökeskus (Syke) ohjaa hulevesitulvariskien arviointia kunnissa. Harvinainen kerran 100 vuodessa toistuvan meritulvan vaikutus selvitysalueella on kuvattu kartalla 13. Data on saatu SYKE lastauspalvelu Lapiosta. Meritulvan vaikutusalue on Matalaselänojan pengeralueilla. Vaikutus on voimakkaampaa länsipuolella kohti Melaniemeä ja pohjoisosassa selvitysalueen ulkopuolella.



hulevesien hallintaratkaisuja ja esiteltiin muutamia happamien vesien neutralointiratkaisuja. Näillä voidaan ehkäistä ympäristö- ja tulvahaittoja.

Mitoitussateena laskennassa käytettiin kerran viidessä vuodessa toistuvaa 15 minuuttia kestävää sadetta rankkuudeltaan 146 l/s\*ha, kerran kymmenessä vuodessa toistuvaa 60 minuuttia kestävää sadetta rankkuudeltaan 64 l/s\*ha ja kerran kymmenessä vuodessa toistuvaa 60 minuuttia kestävää sadetta rankkuudeltaan 77 l/s\*ha.

Suunniteltu maankäyttö lisäsi osavaluma-alueilla G ja H asfalttia 166 %, kattopinta-alaa 917 % ja puistomaista pihaa 279 %. Muutos maankäytössä vähensi soraa 26 % ja metsää 28 %. Osavaluma-alueilla J ja K muutos oli pienempää. Suunnitellussa maankäytössä lisääntyi kattopinta-ala 3 %, asfalttia 7 % ja puistomainen piha 3 %. J ja K osavaluma-alueilla vähentyi ainoastaan metsä 4 %. Suunniteltu maankäytön muutos lisää valuntaa osavaluma-alueella G 94,6 %, osavaluma-alueella H 78,7 %, osavaluma-alueella J 0,5 % ja osavaluma-alueella K 5,5 %.

Selvityksessä käydään läpi mahdollisia hulevesien hallintakeinoja kappaleessa 3.4. Näitä ovat muun muassa avouomat, ojat, lammikot ja kosteikot sekä vastaavat. Näiden lisäksi myös mahdollisia hallintakeinoja voivat olla vettä varastoivat ratkaisut, kuten hulevesisäiliöt ja kaivot. Aluetta halkoo kevyen liikenteen väylä Melaniemen pientaloalueelta jalankuluntie Kauppiaankadulle, joka osittain patoaa valtaojana olevan Matalaselänojan, joka tulee myöhemmässä suunnitellussa ottaa huomioon.

## LÄHTEET

Aalto, A-K. 2007. Vaasan laaksojen maisemaselvitykset ja ulkoilualuesuunnitelmat. Diplomityö. TKK. Arkkitehtiosasto. Maisema-arkkitehtuurin koulutusohjelma.

ESRI 2011. Arc Hydro -liitännäisen käyttöopas. Saatavilla www-muodossa:  
<http://downloads.esri.com/archydro>

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.

Maanmittauslaitos. Maastotietokanta. Avoimien aineistojen tiedostopalvelu.

Pihlajamaa, K. A., 2010, Selvitys hulevesien luonnonmukaisesta käsittelystä Suomessa. Esimerkki-kohteena Gerbyn asuinalue. Vaasan ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja liikenne 2010.

Saatavilla www-muodossa: <https://publications.theseus.fi/handle/10024/14827>

Suomen geologian tutkimuskeskus. 2015. Maaperä 1/20 000.

Suomen kuntaliitto 2012. Hulevesiopas. Helsinki 2012.

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

Suomen ympäristökeskus. Lapiro latauspalvelu. <http://paikkatieto.ymparisto.fi/lapio/latauspalvelu.html>

Vaasan kaupunki 2019. Vaasan kaupungin hulevesiohjelma.

Ympäristöministeriö 2022. Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin, opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022:3. Helsinki.