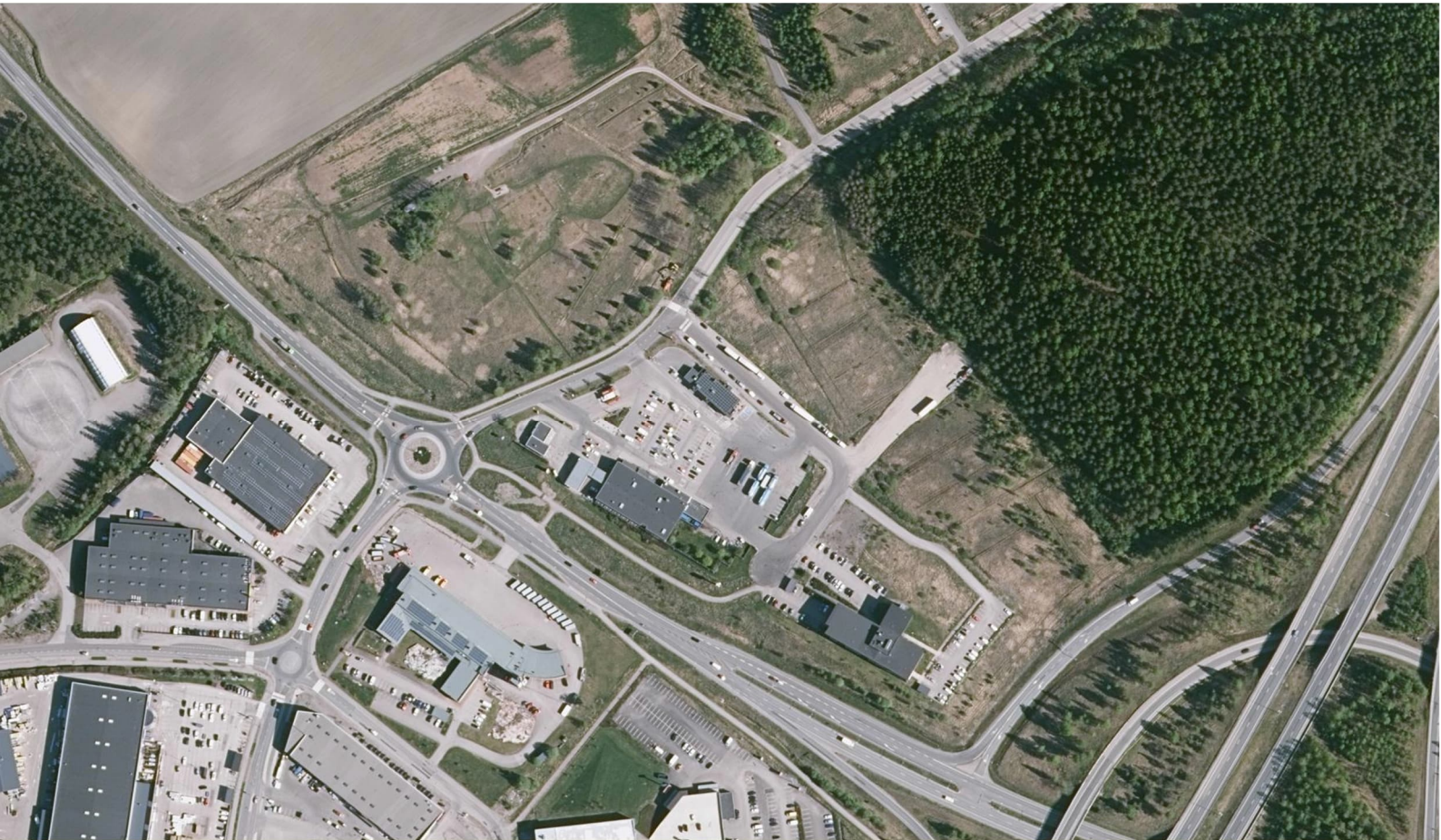


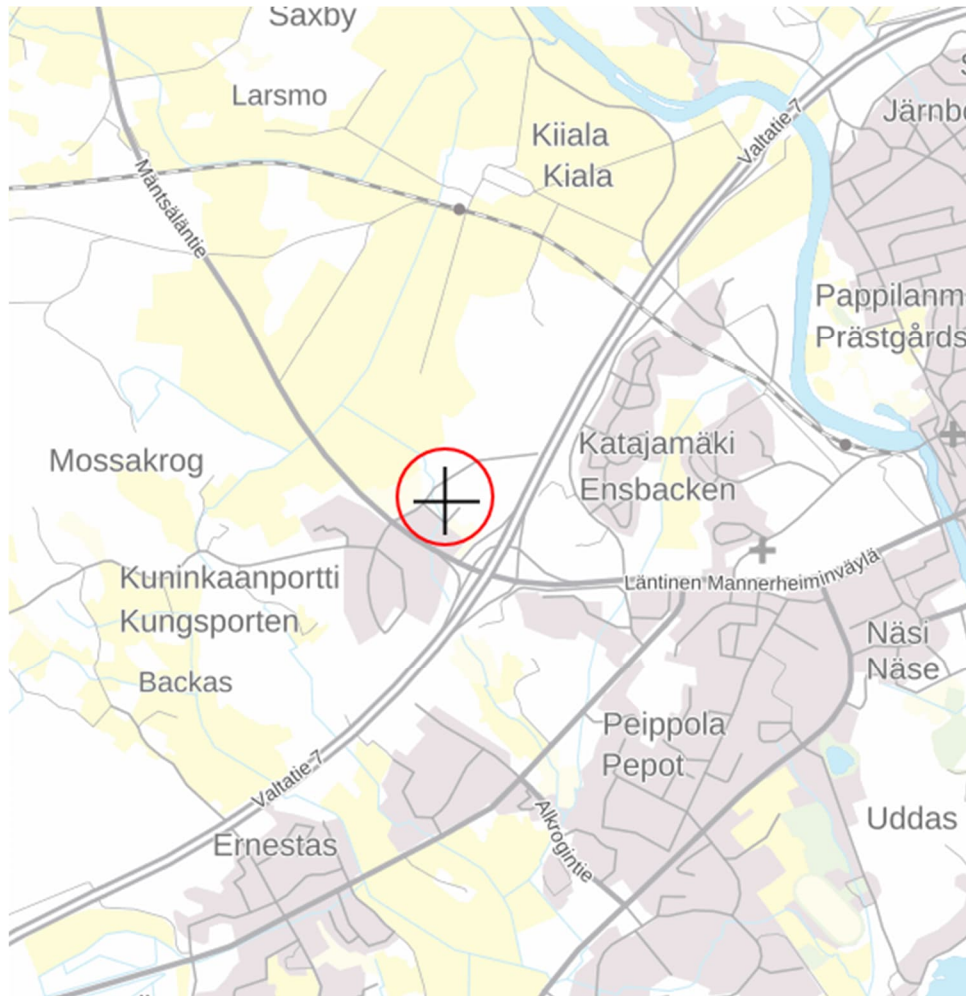
Kuninkaanportin AK 562 hulevesiselvitys

Porvoon kaupunki



1. Suunnittelukohde ja nykytilanne

Suunnittelukohde sijaitsee Porvoossa valtatie 7:n ja Mäntsäläntien eritasoliittymän länsipuolella. Alue on pääosin 2000-luvun alussa vaiheittain rakennettua kaupunkia ja teollisuuden aluetta, kun paloittain eteenpäin viedyt asemakaavat ovat valmistuneet. Suunnittelukohde on rakennettu aikana, jolloin hulevesien hallinnalle ei ole ollut vaatimuksia.



Kuva 1. Kohteen sijainti.

Suunnittelualueelle laaditaan osittainen asemakaavan päivitys, jonka yhteydessä hulevesien kokonaisvaltainen hallinta huomioidaan alueelle suunniteltavilla hulevesien viivytys- ja johtamisrakenteilla. Osana hanketta suunnitellaan myös uudelleen kaavoitettavan alueen tonttien ja katualueiden alustavia tasauksia ja viemärointiä.

2. Suunnittelualueen hulevedet nykytilassa

Nykytilassa suunnittelualue sijaitsee alueen pintavaluntareittien näkökulmasta purkureitin keskiosassa. Suunnittelualueelle ohjautuu hulevesiä etelästä, idästä ja pohjoisesta pintavaluntana ja hulevesiviemärien kautta. Suunnittelualue ohjaa hulevesiä länteen Mäntsäläntien reunaan pitkin viemäroitynä ja läntisen peltoalueen salaojia ja ojia pitkin. Suunnittelualueen nykytilaa on kuvattu laajemmin alueelta vuonna 2016 tehdyssä hulevesiselvityksessä ”Kuninkaanportin ja Eestinmäen alueen hulevesiselvitys”.

Kuvassa 2 on esitetty hulevesien nykytila suunnittelualueella. Kaavoitettavan alueen raja on esitetty kuvassa punaisella. Hulevesiviemärit on esitetty mustalla katkoviivalla. Keskeisimmät avouomat sinisillä nuolilla ja pintavaluntareitit vihreällä. Keskeisimmät hulevesien hallinnan ongelmakohdat on esitetty kolmena keltaisella numeroituna kohtana.



Kuva 2: Nykytilan hulevesien hallinnan ongelmakohdat suunnittelualueella.

Mäntsäläntien viereinen viemäroity purkureitti suunnittelualueen luoteisnurkassa on nykytilassa kuormittunut ja osittain tukkeutunut. Mäntsäläntien ongelmakohta on esitetty kuvassa 2 numerolla 1. Lisäksi suunnittelualueen eteläosassa Mäntsäläntien alittava nykyinen hulevesiviemäri on padottanut ajoittain hulevesiä tien sivuojaan. Kuvassa 2 ongelmakohta on esitetty numerolla 3. Hulevesisuunnittelun tavoitteena on vähentää purkupisteille kohdistuvia hulevesimääriä ja tasata kuormituspiikkejä. Toisaalta katualueen hulevesiä ohjautuu nykyisin yksityisen peltoalueen salaojiin ja ojiin, mikä halutaan jatkossa välttää. Kuvassa 2 ongelmakohta on esitetty numerolla 2. Hulevesisuunnittelun tavoitteisiin kuuluu myös pintavaluntareittien muuttaminen siten, että katualueen hulevedet pysyvät niille varatuilla alueilla.

3. Suunnittelualueen hulevedet rakentamisen jälkeen

Kaavapäivityksen myötä vettä läpäisemättömien ja heikosti vettä läpäisevien pintojen määrä suunnittelualueella lisääntyy täydennysrakentamisen vuoksi. Kaavaan on kuitenkin tehty puisto-/viheraluevaraus hulevesien viivytys- ja suodatusrakenteita varten, joiden tehtävä on käsitellä sekä kaavapäivityksen myötä lisääntyvä pintavalunta että nykytilan kaavoitetun alueen hulevedet, joiden hallintaan ei alkuperäisen kaavan laadinta-aikana ollut vaatimuksia. Lisäksi uudelleenkaavoitettaville tonteille laaditaan tonttiviivytystä ohjaavat kaavamääräykset.

Pohjoinen hulevesien viivytysjärjestelmä

Hulevesien viivyttämiseksi alueelle on suunniteltu matala hulevesipainanne 1 Harabackankadun ja Tekniikankaaren väliin. Painanteeseen laskee mutkiteleva oja pohjoispuoleiselta mäeltä, jonka rinteisiin on suunniteltu pienet, tonteille maastosta ohjautuvaa pintavaluntaa katkaisevat ojat. Toinen ojista myös vähentää Mäntsäläntien suuntaan johdettavia ojavesiä. Ojan mutkittolevan osuuden jälkeen hulevesipainanteeseen voidaan toteuttaa vaahtolasista tai murskeesta tehty hulevesien suodatusalue. Hulevesipainanteen 1 arvioitu viivytyskapasiteetti on noin 170 m³. Hulevesipainanteen syvyys on noin 0,6–0,7 m ja se on muodoltaan laakea ja loivaluiskainen. Painanteen alapuolelle jäävät nykyinen hulevesiviemäri, vesijohto ja jätevesiviemäri. Hulevesipainanteen 1 rakentaminen vähentää kunnallistekniikan peitesyvyyttä, joten hulevesiviemäriin yläpintaan kaivetaan eristelevy hulevesipainanteen laajuudelta. Hulevesipainanteen päähän voidaan toteuttaa matala suotopato. Hulevesipainanteen maksimivesisyvyys on noin 0,5 m ja ylivuodon purkukorko noin +12.38.

Hulevesipainanteen 1 jälkeen viivytettävät hulevedet johdetaan rummulla Harabackankadun ali pohjoispuoleisen hulevesiallas 1:n alueelle. Purkurummun asentamisen vuoksi nykyinen Harabackankadun hulevesiviemäri katkaistaan rummun kohdasta, katkaistu pää käännetään pohjoiseen ja jatketaan uutena hulevesiviemäriin. Uusi hulevesiviemäri rakennetaan lähelle nykyistä huoltotietä, todennäköisesti tuettuna kaivantona. Hulevesialtaaseen voidaan toteuttaa vaahtolasista tai murskeesta tehty hulevesien suodatusalue. Hulevesialtaan 1 arvioitu viivytyskapasiteetti on noin 200 m³. Hulevesialtaan 1 syvyys on noin 1 m ja se on profiililtaan loivaluiskainen. Hulevesialtaan päähän toteutetaan matala patorakenne karkeasta kiviaineksesta ja padon pohjalle asennetaan pienihalkaisijainen rumpu alivirtaaman johtamiseksi. Hulevesialtaan 1 maksimivesisyvyys on noin 0,9 m ja ylivuodon purkukorko noin +11,62.

Hulevesialtaan 1 jälkeen hulevedet ohjataan likimain nykyisenä säilytettävään ojaomaan, johon puretaan myös Harabackankadun hulevesiviemärit pohjoisesta ja etelästä. Etelästä purkava viemäri on nykyinen sisähalkaisijaltaan 800 mm hulevesiviemäri. Pohjoisesta purkava viemäri on uusi sisähalkaisijaltaan 1000 mm hulevesiviemäri. Noin 40 m nykyistä ojauomaa pitkin ohjatut hulevedet johdetaan länteen uudelle kaivettavalle ojalinjalle ja pohjoiseen jatkuva nykyinen ojalinja täytetään siten, että ojan virtaussuunta käännetään pohjoisesta kohti etelää. Muutos estää hulevesien ohjautumisen jatkossa peltoalueen ojiin ja salaojaan.

Uuden ojalinjauksen jälkeen hulevedet ohjataan viivytykseen hulevesialtaaseen 2. Hulevesiallas 2 on ensimmäinen kolmiosisesta välipadoilla ja alivirtaamarummuilla erotelluista altaista, joiden tehtävä on hoitaa valtaosa suunnittelualueen hulevesien viivyttämisestä. Hulevesialtaiden 2–4 matkalta nykyinen peltoalueen vieressä / rajalla sijaitseva oja siirretään itään kaupungin maalle ja ojan länsireunaa nostetaan noin 1,0–1,5 m, jolloin viivyttävät hulevedet saadaan pidätettyä altaisiin. Hulevesialtaan 2 arvioitu viivytytkapasiteetti on noin 520 m ja altaan syvyys on enimmillään noin 1 m. Altaan maksimivesisyvyys on noin 0,9 m ja ylivuodon purkukorko noin +9,43.

Hulevesialtaan 2 jälkeen hulevedet / ylivuoto altaasta 2 johdetaan hulevesialtaaseen 3, jonka syvyys on enimmillään noin 1,5 m ja maksimivesisyvyys 0,9 m ennen ylivuotoa hulevesialtaaseen 4. Myös altaassa 3 on välipato ja alivirtaamaputki viivytyksen tehostamiseksi. Hulevesialtaan 3 arvioitu viivytytkapasiteetti on noin 420 m³ ja ylivuodon purkukorko noin +9,00.

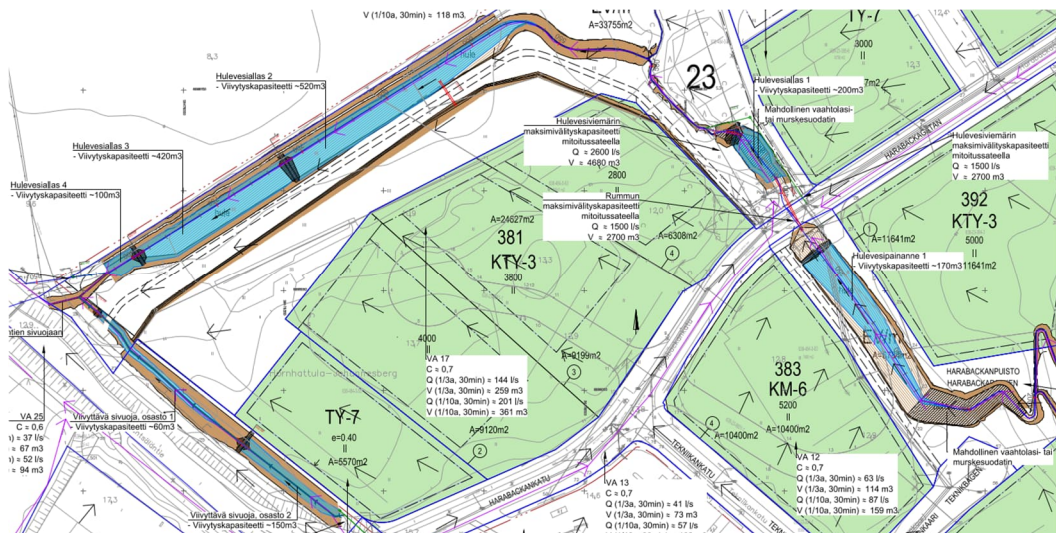
Hulevesialtaassa 4 aiemmista altaista johdetut/ylivuotona päätyvät hulevedet viivytetään, mikäli Mäntsäläntien viereinen purkuviemäri ei pysty johtamaan hulevesivirtaamaan. Mäntsäläntien viereisen purkuviemäriin imupäätä jatketaan kaivolla ja uudella imupäällä, koska nykyistä ojaa siirretään itään. Hulevesialtaan 4 arvioitu viivytytkapasiteetti on noin 100 m³, mutta ylivuototaso johtaa myös altaan 3 kasvaneeseen viivytytkapasiteettiin, arviolta noin +150 m³. Mikäli hulevesialtaan 4 viivytytkapasiteetti ylittyy, ylivuoto ohjataan uutta ojauomaa pitkin Mäntsäläntien viereiseen sivuojaan. Ylivuodon purkukorko sivuojaan on noin +9,47.

Eteläinen hulevesien viivytysjärjestelmä

Suunnittelualueen luoteisnurkassa Mäntäsäläntien reunassa hulevesien purkupisteen kuormituspiikkien vähentämiseksi myös suunnittelualueen eteläpuolelta johdettaville hulevesille on suunniteltu viivytystä. Nykytilassa Mäntäsäläntien viereiseen pohjoispuoleiseen ojaan puretaan Ratsumestarinkadun kautta Mäntäsäläntien eteläpuoleinen Kuninkaanportin kaupan- ja teollisuuden alueen hulevesiä sisähalkaisijaltaan 700 mm viemäriä pitkin. Viemäriin vedet puretaan laajennettuun Mäntäsäläntien viereiseen viivyttävän sivuojan osastoon 1. Osastoon johdetaan myös hulevesiä Mäntäsäläntien sivuojasta lännessä Tekniikankaaren kohdalta uuden tulvaviemäriin avulla silloin, kun nykyisen Tekniikankaaren hulevesiviemäriin välityskapasiteetti ylittyy. Tulvaviemäriin alkupäähän on tehtävä jkpp:n tasauksenostoa noin 0,3 m minimipeitesyvyyden saavuttamiseksi. Lisäksi täyttöä tarvitaan Mäntäsäläntien sivuojaan noin 0,3–0,4 m. Tulvaviemäri on sisähalkaisijaltaan 500 mm ja tilarajoitusten vuoksi se on tehtävä tuettuun kaivantoon. Purkupäässä tulvaviemäriin asennussyvyys on noin 2,8–3,0 m tarkastelukohdan mukaan.

Viivyttävän sivuojan osasto 1:n arvioitu viivytyskapasiteetti on noin 150 m³ ja syvyys noin 1,5–1,7 m. Osaston 1 maksimivesisyvyys on noin 0,9 m ja ylivuodon purkukorkeus noin +12,31.

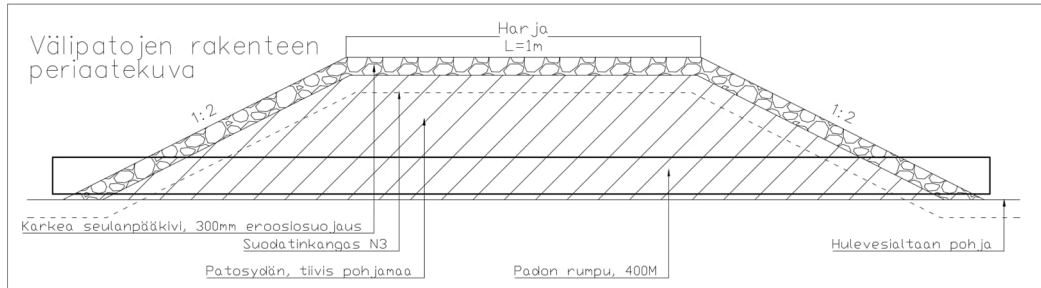
Viivyttävän sivuojan osasto 1:n viivytyskapasiteetin ylittyessä hulevedet ohjataan osastoon 2, jonka arvioitu viivytyskapasiteetti on noin 60 m³ ja syvyys noin 1,0–1,7 m. Osaston 2 maksimivesisyvyys on noin 0,9 m ja ylivuodon purkukorkeus noin +10,68. Viivyttävän sivuojan molempien osastojen täytyttyä ylivuoto ohjataan Mäntäsäläntien viereiseen sivuojaan, kuten pohjoisessa viivytysjärjestelmässä.



Kuva 3: Suunnittelualueen hulevesien hallintarakenteiden sijainnit. Aitaiden sijainnit on esitetty liitteessä 2.

Hulevesialtaiden ja viivyttävän sivuojan osastojen purkupäähän rakennettavat välipatorakenteet voidaan tehdä karkearakeisesta eroosiota kestävästä kiviaineksesta. Vaihtoehtoisesti välipadot voidaan rakentaa tiiviistä vettä läpäisemättömästä patosydäimestä, joka verhoillaan suodatinkankaalla ja padon pintaan asennetaan eroosiota kestävä kiviainesverhoilu. Patorakenteiden pohjalle

asennettavat alivirtaamaputket ovat 400 mm rumpuja, paitsi viivyttävän sivuojan osasto 2 pato, jossa alivirtaamaputki on 315 mm. Hulevesipainanne 1 on tehtävä karkearakeisena suotopatona ilman alivirtaamaputkea, sillä uomasyvyys ei riitä alivirtaamaputken tarvitsemalle peitesyvyydelle.



Kuva 4: Periaatekuva tiivissydämisestä patorakenteesta. Karkeasta kiviaineksesta tehtynä suodatinkangas voidaan jättää pois.

4. Asemakaavan 562 läntiset tontit ja hulevesiuoman huoltotiet / puistoraitit

Harabackankadun pohjoispuolelle asemakaava 562:n mukaisesti kaavoitettavien tonttien pintavalunta johdetaan tonttien pohjoispuolta reunustavaan avo-ojaan, josta pintavalunta johdetaan viivyttävään hulevesiuomaan.

Hulevesiuomaa varten on suunniteltu huoltotiet 1 ja 2, jotka toimivat sekä uoman ajoittaisen huollon mahdollistajana, että puiston kulkuyhteytenä tonttien välillä. Huoltotie 1 on suunniteltu hulevesipainanne 1:n viereen ja huoltotie yhdistää Tekniikankaaren ja Harabackankadun. Huoltotie 2 yhdistää Harabackankadun ja Mäntsäläntien jalankulku- ja pyöräilyväylän suunnittelualueen pohjoisreunan viheralueen kautta. Huoltotiet on suunniteltu 3 m leveiksi noin 0,2–0,3 m nykyisen maanpinnan tasauksen yläpuolelle, mutta huoltotien 2 nousu Mäntsäläntien jalankulku- ja pyöräilyväylälle kasvattaa pengerrystä.

5. Geotekniikka

Tehdyt pohjatutkimukset

Kuninkaanportin alueella tehtiin touko-kesäkuussa 2023 yhteensä 35 puristinheijarikairausta ja 5 siipikairausta. Lisäksi 8 pisteestä otettiin häiriintyneitä maanäytteitä, joista osasta tehtiin rakeisuusmääritykset. Lisäksi 2 pisteeseen asennettiin pohjaveden havaintoputki. Tutkimukset on esitetty piirustuksessa 23001/330 Pohjatutkimuskartta sekä kairausdiagrammit piirustuksessa 23001/331 Kairausdiagrammit.

Maaperäkuvaus paaluväleittäin

Seuraavassa on esitetty maaperäkuvaukset tutkituilta osuuksilta hulevesiuomaa sekä Kadulta 1.

Hulevesiuoma plv 250...350

Osuus on pinnanmuodoiltaan tasainen, paalulla 250 maanpinnan korko on noin +12,9 ja paalulla 350 noin +12,6. Päällimmäisenä maakerroksena on havaittu noin 1,5 m paksuinen kuivakuorikerros, joka koostuu savesta ja on vesipitoisuudeltaan 33 %. Kuivakuoren alla on savikerros, jonka paksuus vaihtelee välillä 2,0...4,5 m ja vesipitoisuus on maksimissaan 83 %. Savikerros muuttuu syvemällä siltiksi, jonka alla on kitkamaakerros. Kairauspituus vaihtelee välillä 4,2...8,2 m.

Hulevesiuoma plv 350...450 Harabackankadun kohta

Maanpinta laskee loivasti kasvavan paaluluvun suuntaan, ollen paalulla 350 tasolla +12,6 ja paalulla 450 tasolla +11,5. Maaperän kerrosjärjestys on sama kuin edellä, savikerroksen paksuus on noin 2,0...5,0 m ja siipikairalla mitattu redusoimaton leikkauslujuus on 15,6 kPa ja vesipitoisuus 54 % (piste 7, paalulla 380). Pisteestä 15 (pl 445) tehdyssä siipikairauksessa leikkauslujuus oli alhaisimmillaan vain 4,9 kPa ja näytteen vesipitoisuus 78 %. Harabackankadun tuntumaan asennetusta pohjavesiputkesta havainnoitiin touko-kesäkuussa 2023 pohjaveden painetason olleen välillä +9,95...+10,55 eli korkeimmillaan noin 2,0 m syvyydellä maanpinnasta.

Hulevesiuoma plv 450...600

Maanpinta laskee kasvavan paaluluvun suuntaan, ollen paalulla 450 tasolla +11,5 ja paalulla 600 tasolla +9,5. Savikerros ohenee paalun 450 jälkeen, ja paalulla 550 ei enää ole havaittu savikerrosta, vaan maaperä koostuu ohuen kuivakuorikerroksen alapuolisesta siltti- tai moreenikerroksesta. Kairauspituus lyhenee siten, että paalun 550 tienoilla kairauspituus on noin 1,5 metriä. Pisteestä 18 (pl 530) otetuissa maanäytteissä on havaittu kuivakuorikerroksen alapuolella ohut silttikerros, ja sen alla moreeni. Paalulta 550 eteenpäin savikerros alkaa jälleen ja paalulla 600 savikerroksen paksuus on noin 1,0...2,5 m.

Hulevesiuoma plv 600...850

Maanpinta on osuudella tasainen, vaihdellen välillä +9,0...+9,7. Savikerros paksunee paalulta 600 eteenpäin, ja se on paksuimmillaan paalun 720 tienoilla, noin 6,0 m. Savikerroksen alapuolella on silttikerros, ja sen alla moreeni. Kairauspituus vaihtelee välillä 3,4...10,0 m. Savikerroksen vesipitoisuus vaihtelee välillä 72...92 % ja siipikairalla mitattu redusoimaton leikkauslujuus välillä 4,7...7,1 kPa. Paaluluvun 660 tuntumaan asennetusta pohjavesiputkesta havainnoitiin touko-kesäkuussa 2023 pohjaveden painetason olleen välillä +8,01...+8,81 eli korkeimmillaan noin 0,2 m syvyydellä maanpinnasta.

Vesihuoltokaivantojen toteutusperiaatteet

Lähtökohtaisesti kaivannot toteutetaan käyttäen tuentaelementtejä. Vaativammissa kohdissa tulee käyttää teräsponsittiseinää.

Vaativia kaivanto-osuuksia ovat esimerkiksi hulevesiuoman ja Harabackankadun risteyskohdan läheisyydessä toteutettavat syvemmät kaivannot, joissa kaivantosyvyys ylittää 2,0 m. Myös muualla rakennetussa ympäristössä ja liikennöidyn väylän vierustoilla toteutettavat kaivannot on tarvittaessa toteutettava teräsponsittiseinällä, vaikka syvyys olisi alle 2,0 m.

Yli 2,0 m syvissä kaivannoissa sekä rakennetussa ympäristössä toteutetuissa kaivannoissa on olemassa leikkausjännityksistä johtuva kaivannon pohjannousun riski, johtuen pehmeästä savikerroksesta. Myös hydraulinen murtumariski on otettava huomioon, jos kaivanto ulottuu pohjaveden painetason alapuolelle, ja etenkin silloin, kun kaivannon pohjan ja vettä johtavan kitkamaan väliin jää vain ohut (< 3,0 m) vettä pidättävä kerros koheesiomaata.

Teräsponsittiseinällä tuettavat kaivannot on suunniteltava erikseen. Pontittaminen voi tulla kysymykseen vapaasti seisovalla teräsponsittiseinällä, mikäli seinä voidaan asentaa tarpeeksi syvälle kitkamaakerrokseen. Myös kaivannon sisäpuolista tuentaa voidaan hyödyntää, mikäli seinää ei saada asennettua tarpeeksi syvälle.

Hulevesiuomaan liittyvät rakenteet

Hulevesiuoman yhteyteen on suunniteltu useita maapatoja ja -valleja (ks. kohta 3). Maarakenteiden toteutuksessa on huomioitava alueen maaperäolosuhteet, etenkin kuivakuorikerroksen alapuolinen pehmeä savikerros. Alustavien vakavuuslaskelmien perusteella maaperä kestää 1,0 m suuruisen korkeuseron maavallin ja altaan pohjan välillä, kun luiskakaltevuus on 1:3. Tarkemmat laskelmat ja työsuunnitelmat on laadittava rakennussuunnitelmavaiheessa.

Vaikka alueellinen vakavuus olisi riittävällä tasolla, aiheutuu pengerryksestä painumia ja muodonmuutoksia pohjamaahan. Tämä on otettava huomioon rakentamisessa, ja se saattaa johtaa pohjanvahvistustarpeeseen, mikäli rakennusalueen läheisyydessä on painumille herkkiä rakenteita. Painumien vähentämiseksi ja stabiliteetin parantamiseksi penkereiden ja vallien kohdalla voidaan käyttää pohjanvahvistuksena syvästabilointia, joko pilareilla tai ohuemman savikerroksen kohdalla myös massastabilointi voi tulla kyseeseen. Myös geolujitteen asentaminen penkereen alle parantaa vakavuustasoa.

Lisätutkimustarpeet

Rakennussuunnitelmavaiheessa voidaan tutkia tarkemmin saven painumaominaisuuksia ottamalla häiriintymättömiä näytteitä ja tekemällä niistä kokoonpuristuvuus- eli ödometrikokeita. Näiden tarpeellisuus määräytyy myös valittavien pohjanvahvistusmenetelmien mukaan. Kokoonpuristuvuuskokeita on tarpeen tehdä etenkin, mikäli päädytään käyttämään esikuormitusta pohjanvahvistuksena, tai mikäli halutaan selvittää, voidaanko joillakin (esim. ohuen savikerroksen) alueilla selvittää ilman pohjanvahvistuksia.

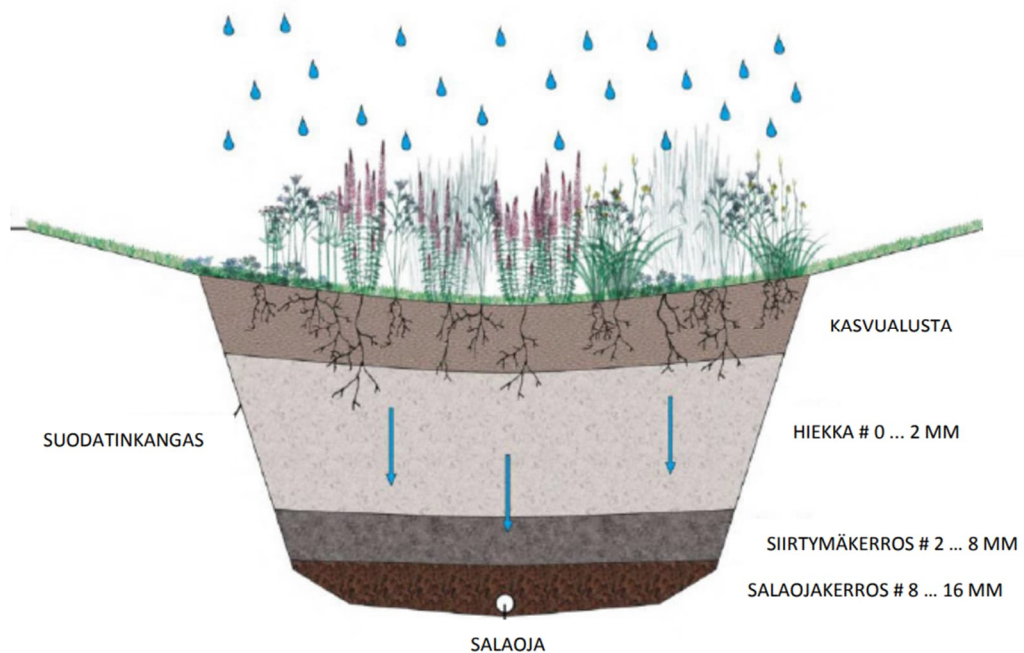
Yhdessä näytepisteessä (piste 15) havaittiin mahdollista sulfidimaata syvyyksillä 2...4 m. Sulfidimaan esiintyminen tulee vielä varmistaa jatkotutkimuksissa.

6. Hulevesien laadulliset hallintarakenteet

Hulevesien laadullisen hallinnan rakenteina suunnittelualueella voidaan käyttää biosuodattimia tai kosteikkoja. Käytettävän kasvillisuuden valintaan vaikuttavat mm. istutusalueen kosteustilan vaihtelu, pohjamateriaali ja rakenteen kasvillisuuden vaatima kunnossapito. Laadullisissa hallintarakenteissa rakenteen täyttyminen vedellä on tavanomaisempaa kuin esimerkiksi tulvatilanteen hallintaan käytettävissä viivytyksrakenteissa, joten myös kasvillisuuden on kestävä paremmin säännöllistä ”tulvimista”. Vastaavasti tulvamitoitettujen viivytyksrakenteiden reunakasvillisuudeksi valitaan yleensä paremmin ajoittaista kuivuutta kestäviä kasvilajeja.[3]

Hulevesiuomaan suunnitelluilla välipatorakenteilla on hulevesien virtausta hidastava toiminnallisuus, joten välipadot pidättävät viivytyksen lisäksi myös kiintoaineista uomassa virtaavista hulevesistä.

Biosuodattimen rakentamisen periaatteena voidaan käyttää kuvan mukaista rakennetta ja käyttökohteeksi suunnittelualueella soveltuu esimerkiksi hulevesiallas 1.



Kuva 5: Biosuodatusrakenteen periaate. [1]

Rakenteessa kasvialusta tekee karkeimman hulevesien kiintoaineksen suodatuksen, jonka jälkeen imeytyvä hulevesi päätyy hienojakoisempaan suodatuksen alempaan kerrokseen. Salaojakerros tehostaa suodatetun huleveden keräämistä takaisin hulevesiä johtavaan järjestelmään ja rakenne voidaan toteuttaa myös ilman salaojaputkea. Suodatinrakenne tukkeutuu vuosien kuluessa ja suodatuksen ja imeytymisen teho heikkenee, joten rakenteen käyttöä valittaessa on varauduttava tulevaisuudessa rakenteen materiaalien korvaamiseen.

Hulevesiuoman välipatorakenteet toimivat osittain kosteikkojen tapaan, mutta kosteikkoalueita voidaan laajentaa erillisillä pohjapadoilla, jotka porrastavat

hulevesien viivyttämistä varsinaisten uomaosastojen välillä. Kosteikkojen toteuttaminen voidaan tehdä esimerkiksi alla olevan kuvan mukaisesti. Suunnittelualueella kosteikoiksi soveltuvia alueita ovat esimerkiksi hulevesipainanne 1 ja hulevesialtaan 2 alkuosa.



Kuva 6: Esimerkki kosteikkorakenteesta [1].

Kosteikkojen pohjapadot voidaan toteuttaa esimerkiksi osittain haudatuilla ja ”väärinpäin” asennetuilla t-muotoisilla betonielementeillä. Toisaalta toteutuksessa voidaan käyttää myös raekooltaan soveltuvaa sepeliä tai seulanpääkiveä, ja materiaalivalinta perustuu pääasiassa rakenteelta haluttuun ulkonäköön.

7. Työmaavesien hallinta

Tavoitteena on, että hulevesiuoman viivytyrakenteet saadaan toteutettua ennen muuta kaavoitettavan alueen rakentamista. Tällöin hulevesiuomaa voidaan hyödyntää rakentamisen aikana muodostuvien hulevesien puhdistamiseen. Mikäli näin toimitaan, tulee hulevesien viivytyrakenteiden ja laadullisten hallintarakenteiden toimivuuteen ja kuntoon kiinnittää erityistä huomioita rakentamisen aikana. Tyypillisesti hulevesien puhdistustarve esimerkiksi kiintoaineksen osalta on suurempi rakentamisen aikana kuin sen jälkeen.

Rakentamisen aikana työmaavesiä voidaan hallita myös tilapäisillä hallintarakenteilla, kuten siirrettävillä laskeutuskonteilla, öljynerottimilla, suotopatioilla, geotubeilla, märkäsykloneilla ja pumpuilla.[2] Työmaavesien hallintamenetelmien valintaan vaikuttavasti työmaan sisäiset aluejärjestelyt, jotka selviävät työmaan aluesuunnitelmasta. Näin ollen rakentamisaikaisen hulevesien hallintasuunnitelman pohjaksi tarvitaan työmaan aluesuunnitelma tai muu suunnitelma, jossa eri työmaatoimintojen sijoittuminen työmaalla on määritelty.[2]

Suodatinrakenteina voidaan myös hyödyntää työmaan läheisyydessä olevaa nykyistä kunnallistekniikan verkostoa asentamalla rakentamisaikaiset kiintoainesta keräävät suodatinpussit työmaan alueella olevien ritiläkaivojen kansiin. Suodatinpussit tehostavat kiintoaineksen pidättämistä verrattuna tavalliseen sakkapesälliseen pussittomaan kaivoon ja niiden huoltaminen on sakkapesän tyhjentämistä helpompaa. Näin toimittaessa on kuitenkin varmistettava, että kaivoihin johdettavien hulevesien laatuongelma on vain kiintoaineksen määrässä, eikä hulevesi sisällä esimerkiksi öljyä tai haitallisia liukenevia aineita.

8. Ehdotukset kaava-alueen hulevesimääräyksistä

Yleismääräys

Tontilla tai yleisellä alueella rakennettaessa laaditaan rakentamisaikainen hulevesien hallintasuunnitelma. Viivytyjärjestelmät on mahdollisuuksien mukaan rakennettava ennen muuta rakentamista ja rakentamisaikaista hulevesien laatua ja viivytysrakenteiden toimintaa ja kuntoa on seurattava.

Öljyjen ja kemikaalien varastointi sallitaan vain katoksellisissa ja suojarakentein varustetuissa tiloissa. Tonteilla, joilla käsitellään tai varastoidaan öljyä, polttonesteitä tai kemikaaleja, pilaantumiselle alttiit hulevedet on johdettava öljynerotuskaivojen kautta ja varauduttava siihen, että öljynerotuskaivot ja viemärit voidaan onnettomuuden sattuessa sulkea.

KM-, KTY- ja TY-alueet

Tontilla muodostuvia hulevesiä tulee viivyttää yksi kuutiometri jokaista sataa vettä läpäisemätöntä pintaneliometriä kohden (1 m³ / 100 m²). Viivytyspainanteiden tai -altaiden tulee tyhjentyä 12 tunnin kuluessa täyttymisestään ja niissä tulee olla suunniteltu ylivuoto.

Tonttien pysäköintialueiden hulevedet tulee johtaa hiekan- ja öljynerotuskaivoihin ennen kaupungin hulevesijärjestelmään laskemista.

Suojaviheralue EV/m, lähivirkistysalue VL

Suojaviheralueelle voi rakentaa hulevesien viivytysrakenteita. Viivytyspainanteiden tai -altaiden tulee tyhjentyä 12 tunnin kuluessa täyttymisestään ja niissä tulee olla suunniteltu ylivuoto.

9. Lähteet

- [1] Suomen ympäristökeskus, Kosteikkojen ja biosuodatusalueiden toimivuus hulevesien käsittelyssä, 2016, s. 16–19, <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/e0f35aba-964d-41ad-bb1a-57f1cd04fceb/content>
- [2] Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, Pääkaupunkiseudun työmaavesiohje, 2023, <https://julkaisu.hsy.fi/paakaupunkiseudun-tyomaavesiohje.pdf>
- [3] Helsingin kaupunki, Kaupunkitilaohje: Hulevesi- ja kosteikkokasvillisuus, viitattu 22.4.2024, <https://kaupunkitilaohje.hel.fi/kortti/hulevesiaiheiden-kasvillisuus/>

10. Liitteet

Liite 1: Hulevesien viivytysrakenteiden mitoitus

Liite 2: Virtaama- ja virtaussuuntakartta, rakennettu tila

Kuninkaanportin hulevesien viivytyksrakenteiden suunnittelu

Liite 1: Viivytyksrakenteiden mitoitus

Mitoitustarkastelun lähtötilanne

Suunnittelualueen viivytyksrakenteiksi on suunniteltu hulevesiä viivyttävä painanne (Hulevesipainanne 1), välipadoilla eroteltuja hulevesialtaita (Hulevesialtaat 1–4) ja osastoitu viivyttävä sivuoja Mäntsäläntien viereen (Viivyttävä sivuoja, osastot 1 ja 2). Viivytyksrakenteiden lisäksi alueelle on suunniteltu vettä johtavia matalia niskaojia, mutta niiden mahdollista viivytyksvaikutusta ei ole huomioitu. Suunnittelualueen luoteiskulmaan hulevesien purkupisteeseen on suunniteltu viivytyksen/hulevesien ylivuotoreitti, joka johtaa hulevedet alueelta Mäntsäläntien sivuojaan purkuviemäriin kapasiteetin ylittyessä. Lisäksi alueelle on suunniteltu uusi tulvavesien viemäri, joka johtaa padotustilanteessa hulevesiä viivyttävään sivuojaan. Nykyisestä maastosta on viivytyksessä huomioitu kaksi merkittävää sivuojaa Mäntsäläntien reunoilla Scalgo Live ohjelman maanpinta-aineiston perusteella. Muita nykyisiä maanpinnan painanteita ei ole huomioitu tarkastelussa. Suunnittelualueen nykyisillä tonteilla ei ole oletettu olevan tonttikohtaista viivytyks, koska tontit on rakennettu aikana, jolloin viivytyksvaatimuksia ei ole ollut. Suunnittelun yhteydessä ja tulevaisuudessa rakennettaville tonteille on arvioitu tonttikohtainen viivytyks 1 m³ viivytyks / 100 m² läpäisemätöntä pintaa.

Mitoitussateet

Käytetyt sadetapahtumat on ilmoitettu muodossa sateen esiintymistodennäköisyys, kesto ja intensiteetti. Esimerkiksi kerran vuodessa esiintyvä 10 minuutin kestoisen sade ilmoitetaan 1/1a, 10min, 96 l/s/ha. Mitoituksessa tarkastellut sadetapahtumat on esitetty taulukossa 1

Taulukko 1: Mitoituksessa käytetyt mitoitussateet.

1/1a, 10min, 96 l/s/ha	1/1a, 15min, 94 l/s/ha	1/1a, 30min, 60 l/s/ha	1/1a, 60min, 40 l/s/ha
1/3a, 10min, 156 l/s/ha	1/3a, 15min, 133 l/s/ha	1/3a, 30min, 86 l/s/ha	1/3a, 60min, 56,4 l/s/ha
1/5a, 10min, 180 l/s/ha	1/5a, 15min, 146 l/s/ha	1/5a, 30min, 100 l/s/ha	1/5a, 60min, 64 l/s/ha
1/10a, 10min, 216 l/s/ha	1/10a, 15min, 187 l/s/ha	1/10a, 30min, 120 l/s/ha	1/10a, 60min, 77 l/s/ha
1/80a, 30min, 167 l/s/ha			

Mitoitussateiden avulla haarukoitiin rajapisteitä, joissa viivytyksrakenteiden viivytykskapasiteetit saavuttavat ääriarajat. Vertailun vuoksi tarkasteluun otettiin myös erittäin harvinaisen tulvasade, jolla arvioituu viivytyksrakenteiden suorituskykyä tulvatilanteissa.

Mitoitustulokset ja havainnot

Mitoituslaskelmien jälkeen saatiin viivytysrakenteiden täyttöasteeksi eri sadetapahtumilla taulukon 2 mukaiset tulokset:

Taulukko 2: Viivytysrakenteiden täyttöaste eri mitoitusasteilla.

Viivytysrakenteiden täyttöasteet mitoitusasteen esiintymistodennäköisyyden mukaan jaoteltuna																	
Viivytysrakenne	Sadetapahtuma																
	1/1a				1/3a				1/5a				1/10a				1/80a (tulva)
	10min	15min	30min	60min	10min	15min	30min	60min	10min	15min	30min	60min	10min	15min	30min	60min	30min
Hulevesipainanne 1	0 %	0 %	100 %	100 %	0 %	10 %	100 %	100 %	0 %	96 %	100 %	100 %	82 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Hulevesiallas 1	0 %	0 %	66 %	100 %	80 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Hulevesiallas 2	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	69 %	100 %	100 %	23 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Hulevesiallas 3	0 %	0 %	0 %	17 %	0 %	0 %	100 %	100 %	0 %	37 %	100 %	100 %	37 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Hulevesiallas 4	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	100 %	100 %	0 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Viivyttävä sivuoja, osasto 1	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Viivyttävä sivuoja, osasto 2	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Taulukon 2 mukaisesti:

- Tavanomaisilla (esiintymistodennäköisyys 1/1a tai 1/3a) sateilla hulevesipainanne 1 viivyttää hulevesiä keskipitkillä ja pitkällä (30min ja 60min) sadetapahtumilla. Harvinaisemmilla (esiintymistodennäköisyys 1/5a tai 1/10a) sadetapahtumilla viivytystä tapahtuu myös lyhytkestoisilla sateilla. Lyhytkestoisilla tavanomaisilla sateilla hulevesipainanteen 1 täyttöaste on vähäinen.
- Hulevesialtaan 1 täyttöaste on korkea tavanomaisilla (esiintymistodennäköisyys 1/3a) lyhytkestoisilla sadetapahtumilla ja viivytyksen kapasiteetti on täysin käytössä pitkäkestoisilla tavanomaisilla sateilla ja kaikilla harvinaisemmilla sadetapahtumilla (esiintymistodennäköisyys 1/5a tai 1/10a).
- Hulevesialtaan 2 täyttöaste on vähäinen tavanomaisilla (esiintymistodennäköisyys 1/1a) lyhytkestoisilla sadetapahtumilla, mutta alkaa kasvaa 1/3a 15min kestoisella sadetapahtumalla. Viivytyksen kapasiteetti on pääosin täysin käytössä pitkäkestoisilla tavanomaisilla sateilla ja harvinaisemmilla sadetapahtumilla (esiintymistodennäköisyys 1/5a tai 1/10a).
- Hulevesialtaan 3 täyttöaste on vähäinen tavanomaisilla (esiintymistodennäköisyys 1/1a tai 1/3a) lyhytkestoisilla sadetapahtumilla, mutta alkaa kasvaa sateen keston kasvaessa. Viivytyksen kapasiteetti on osittain käytössä pitkäkestoisilla tavanomaisilla sateilla ja täysin käytössä harvinaisemmilla sadetapahtumilla (esiintymistodennäköisyys 1/5a tai 1/10a).
- Hulevesialtaan 4 täyttöaste on vähäinen tavanomaisilla (esiintymistodennäköisyys 1/1a tai 1/3a) lyhytkestoisilla ja keskipitkillä sadetapahtumilla. Viivytyksen kapasiteetti on täysin käytössä pitkäkestoisilla tavanomaisilla sateilla ja harvinaisemmilla keskipitkillä ja pitkällä sadetapahtumilla (esiintymistodennäköisyys 1/5a tai 1/10a).
- Viivyttävän sivuojan molemmat osastot ovat viivytyksessä kaikilla tarkastelluilla sadetapahtumilla.
- Ylivuotoa Mäntsäläntien sivuojaan tapahtuu keskipitkillä 1/5a ja 1/10a sateilla ja pitkällä tavanomaisilla sateilla. Ylivuotoa tapahtuu myös 1/10a ja sitä harvinaisemmilla sateilla.
- Viivytysrakenteista hulevesipainanne 1 on merkitykseltään vähäisin kaikilla sadetapahtumilla. Vastaavasti viivyttävän sivuojan molemmat osastot ovat merkittäviä kaikilla sadetapahtumilla.
- Mikäli hulevesipainanteeseen 1 tai hulevesialtaaseen 1 toteutetaan vaahtolasi- tai murskesuodatinrakenne, pienentää rakenne viivytystilavuutta noin 20–30 % käytetyn materiaalin mukaan.

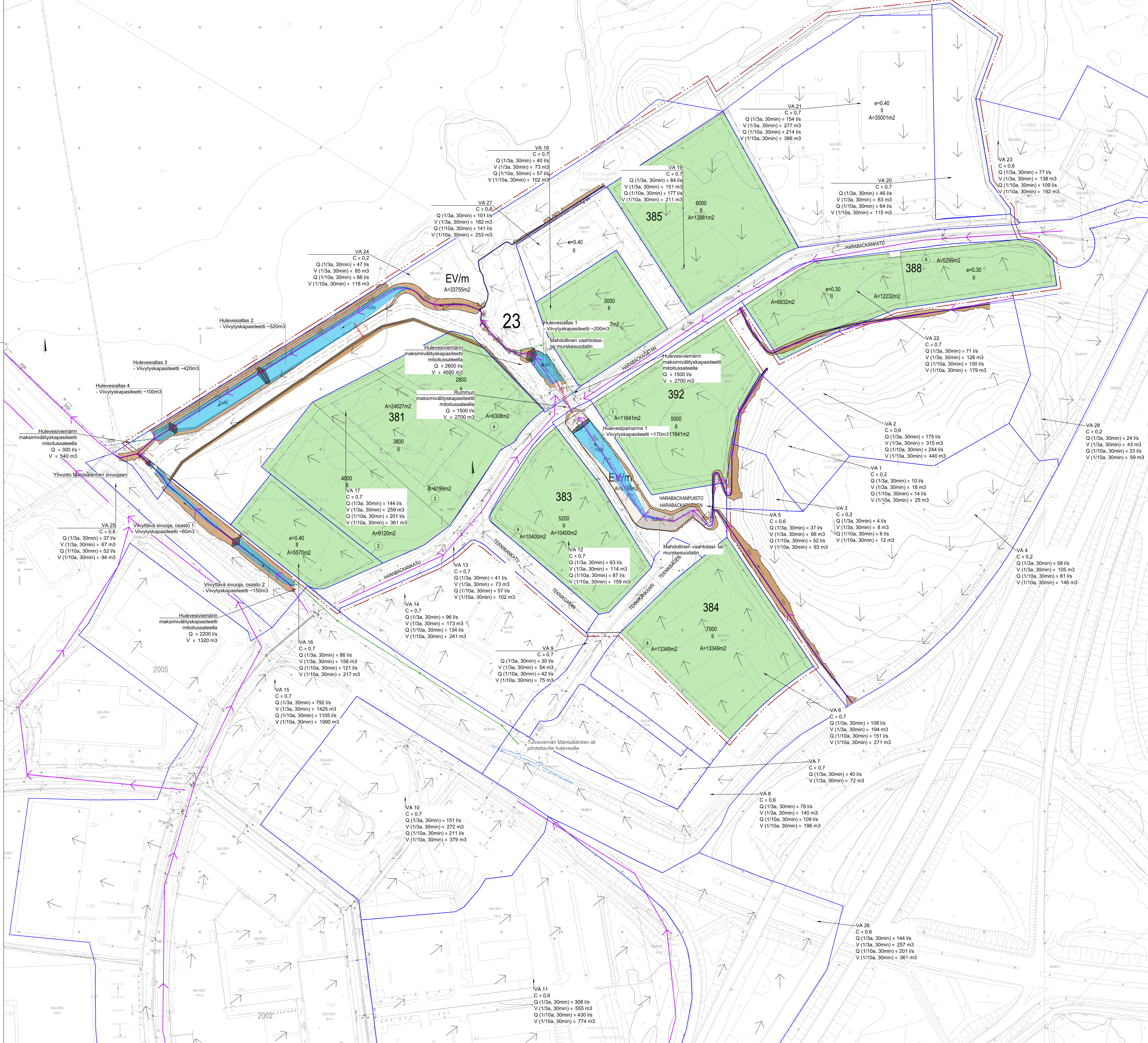
Johtopäätökset

Viivytyksrakenteiksi on suunniteltu taulukon 3 mukaiset rakenteet:

Taulukko 3: Yhteenvedo suunnitelluista viivytyksrakenteista.

Viivytyksrakenne	Viivytykskapasiteetti [m3]	Rakenteen pinta-ala [m2]	Rakenteen syvyys [m]	Veden enimmäissyvyys [m]
Hulevesipainanne 1	-170	-2950	-0,6-0,7	-0,5
Hulevesiallas 1	-200	-570	-1,0	-0,9
Hulevesiallas 2	-520	-2170	-1,0	-0,9
Hulevesiallas 3	-420	-1560	-1,5	-0,9
Hulevesiallas 4	-100	-200	-1,5	-0,9
Viivyttävä sivuoja, osasto 1	-150	-800	-1,5-1,7	-0,9
Viivyttävä sivuoja, osasto 2	-60	-1070	-1,0-1,7	-0,9

- *Excel-pohjaisella laskentamitoituksella hulevesialtalle varatut viivytystilavuudet riittävät viivyttämään valtaosan tavanomaisista kerran vuodessa ja kerran kolmessa vuodessa esiintyvistä sadetapahtumista sekä osan harvinaisemmista kerran viidessä ja kerran kymmenessä vuodessa esiintyvistä sadetapahtumista. Altaiden ylivuototilanteissa suunniteltu tulvareitti avo-ojajhteytenä Mäntsäläntien sivuojaan toimii vapaana tulvareittinä tulvasateen intensiteetistä riippumatta.*
- Todellisuudessa viivytyksrakenteet todennäköisesti pystyvät viivyttämään harvinaisempiakin sadetapahtumia, sillä:
 - o Mitoituksessa luonnollisista painaumista ja niiden viivytykskapasiteetista huomioitiin vain Mäntsäläntien merkittävät sivuojat.
 - o Eri pintojen valuntakertoimina on käytetty niiden vaihteluvälin yläarvoja riittävän varmuuden saavuttamiseksi ja pintojen määrittystarkkuus on tehty kaavoitus-tarkkuudella.
 - o Imeytymisen on oletettu sisältyvän valuntakertoimien häviöihin.
 - o Nykyisen viemäriverkon viivytykskapasiteetin vaikutusta ei ole huomioitu.
 - o Virtausajan arviointi perustuu haarukointiin.
- Viivytyksrakenteiden toimivuutta arvioitiin lopuksi Scalgo-live hulevesimallinnusohjelmistolla. Scalgo:n tulosten perusteella viivytyksrakenteet pystyvät viivyttämään noin kerran kymmenessä vuodessa esiintyvät sadetapahtumat, kun ilmastomuutoksen vaikutus on huomioitu. Mikäli käytetään nykyiseen tilastotietoon perustuvaa sadetapahtumien esiintymistodennäköisyyttä, pystyvät viivytyksrakenteet viivyttämään noin kerran kahdessa kymmenessä vuodessa esiintyvät sadetapahtumat. Näin ollen Scalgon mallinnukseen perustuvan arvion mukaan viivytyksrakenteiden kyky viivyttää hulevesiä olisi välillä 1/10a – 1/20a, mikä ylittää teollisuusalueille tyypillisesti suunniteltujen viivytyksrakenteiden kapasiteetin. Erot eri mitoitusmenetelmien välillä selittyvät esim. sillä, että Scalgossa on huomioitu nykyinen viemäriverkosto, imeytyminen ja maaston pienet painanteet. Viivytyksrakenteet saattavat pystyä kuitenkin viivyttämään harvinaisempiakin sadetapahtumia, sillä:
 - o Scalgon mallinnus on staattinen, eli se ei huomioi virtausajan vaikutusta viivytykseen.
 - o Nykyisen viemäriverkon viivytykskapasiteetin vaikutus on arvioitu vakiona, eikä todellisiin putkimääriin ja tilavuuksiin perustuvana.



- Avo-oja
- Vahvistusalueen raja
- Valuma-alueen raja
- Virtausuuntuoli
- Tulvareitti
- Valuma-alueen numero, valuntakerron, virtaama ja muodostuvan huleveden määrä mitoituksateella
- Hulevesiviemäri, -runkokaivo, -ritiläkaivo
- Huleveden runkokaivo ja imuputki
- Uusi rumpu
- Mahdollinen vaahdotus- tai murskesuodatin
- Hulevesiallas/-paineen tai viivytävä sivuoja
- Oja / Hulevesiuoma
- Patorakenne
- Täydennysrakennettava kaupan- tai teollisuuden alue

- Huuesien johtamis-, viivytys- ja huoltorakenteiden kustannukset:
- Hulevesiallas 1 - 21 000 €
 - Hulevesiallas 2 - 26 000 €
 - Hulevesiallas 3 - 19 000 €
 - Hulevesiallas 4 - 8 000 €
 - Hulevesipainanteen 1 rakentaminen (kunnallistekniikan muutokset Harabackankadulla huomioituna) - 77 000 €
 - Huoltoite hulevesipainanteen 1 viereen - 10 000 €
 - Huoltoite Harabackankadulta Mäntsäläntielle - 28 000 €
 - Tulviammari Mäntsäläntien viereen - 66 000 €
 - Uusien ojalinjien rakentaminen yhteensä - 22 000 €
 - Viivytävä sivuoja, osasto 1 - 8000 €
 - Viivytävä sivuoja, osasto 2 - 8000 €

Hulevesipainanteen ja alaiden huoltamiseen tarvittavat huoltotiet yhteensä ~ 255 000 €

Hulevesipainanteen ja alaiden huoltamiseen tarvittavat huoltotiet yhteensä ~ 38 000 €

Huuesien johtamis-, viivytys- ja huoltorakenteiden kustannukset yhteensä ~ 293 000 €

Kustannusarviossa ei ole huomioitu työmaa- ja tilaajatehtävien kustannuksia. Hulevesipainanteen ja hulevesialtaiden pintamateriaaleiksi on arvioitu laadultaan ja pelohintakustannuksiltaan minimitaso, esim. niittyerho. Painanteen tai alaiden ulkonäön parantaminen kasvillisuudella nostaa alaiden kustannuksia.

Muutos	Käsittelemättä	Kaavuriosasto
Kartateknikkapöytäkirja nro.	ETRS-GK26 / N2000	Kaavuriosasto
Nähtävyys		23 / Hornhättula
Konsenssin		Suunnittaja
Kuninkaanportin ak562 hulevesiselvitys		Mitakaava
Liite 2: Virtaama- ja virtausuuntakartta		1:1000
Suunnittelija		Suunnittaja
Asemapiirros		Suunnittaja
PORVOON KAUPUNKI, KUNTA-TEKNIikka		Lisäyksi
Suunnitelman päiväys: 11.3.2024		Piirustuksen nro.