

KUOPION KAUPUNKI

Tahkon keskustan hulevesien hallinnan yleissuunnitelman päivitys

Loppuraportti

2.3.2023

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
1.1	Selvityksen lähtökohdat ja projektin organisaatio	1
1.2	Käsitteitä	1
2	Suunnittelualan nykytila	2
2.1	Sijainti ja rajaus	2
2.2	Maaperä, topografia ja pohjavedet	3
2.3	Vesistön tila	5
2.4	Maankäyttö	6
2.5	Valuma-alueet ja -reitit	7
2.6	Hulevesiin liittyvät luontoarvot	9
2.7	Hulevesijärjestelmät	10
3	Suunnittelun maankäytön muutoksen hydrologiset vaikutukset	11
3.1	Maankäytön muutos	11
3.2	Vaikutukset valuma-alueisiin ja virtausreitteihin	11
3.3	Vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun	13
3.4	Hulevesien vaikutukset ympäröivään luontoon	17
3.5	Hulevesien hallinnan tarve ja tavoitteet	18
4	Suosittelut ratkaisuvaihtoehdot	18
4.1	Hulevesien hallinnan periaatteet	18
4.2	Tonttikohtainen hulevesien hallinta	19
4.3	Yleisillä alueilla tehtävä hulevesien hallinta	21
4.4	Hulevesien johtamissuunnat ja tulvareitit	22
4.5	Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta	23
4.5.1	Suodatus	23
4.5.2	Eroosiosuojaus	26
4.5.3	Viivytytys/laskeutus	29
5	Mitoitus- ja toimivuustarkastelut	30
5.1	Hulevesimallinnus	30
5.1.1	Mallin rakentaminen	30
5.1.2	Mallin kalibrointi	32
5.1.3	Vesistön reunaehto	32
5.1.4	Mallinnuksessa käytetyt rankkasadetapahtumat	32
5.2	Järjestelmien mitoitus	33

2.3.2023

5.2.1	Hulevesiverkoston runkolinjat.....	33
5.2.2	Hulevesien laadullinen hallinta.....	40
6	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	42

Liitteet

- Liite 1:** Nykytilanneselvityskartta
- Liite 2:** Hulevesien hallinnan yleissuunnitelmakartta
- Liite 3:** Tulvareittikartta, hulevesiverkoston ylivuototulvatilanne
- Liite 4:** Tulvareittikartta, maksimoitu hulevesitulva

2.3.2023

Tahkon keskustan hulevesien hallinnan yleissuunnitelman päivitys

1 Johdanto

1.1 Selvityksen lähtökohdat ja projektin organisaatio

Tässä työssä on laadittu hulevesien hallinnan yleissuunnitelman päivitys ja tarkennus Kuopion Tahkon matkailukeskuksen keskustan alueelle. Alueelle oli laadittu hulevesien hallinnan yleissuunnitelma jo vuonna 2019, mutta maankäytön muutosten takia, oli tarpeen laatia päivitys yleissuunnitelmasta.

Hulevesien yleissuunnitelma on laadittu konsulttityönä FCG Finnish Consulting Group Oy:ssä. Projektipäällikkönä on toiminut DI Päivi Määttä, pääsuunnittelijana ja hulevesimallintajana DI Eric Wehner ja laadunvarmistajana DI Ella Havulinna.

1.2 Käsitteitä

<i>Hydrologia</i>	Veden esiintymistä, ominaisuuksia ja kiertokulkua, veteen liittyviä ilmiöitä ja vuorovaikutusta muun ympäristön kanssa tutkiva tieteenala
<i>Valunta [mm]</i>	Sadannan osuus, joka valuu kohti uomaa maan pinnalla tai sisällä
<i>Valumakerroin</i>	Suhdeluku, joka kuvaa pintavalunnan osuutta sataneesta kokonaisvesimäärästä häviöiden kuten haihtumisen, pintavarastoitumisen, imeytymisen ja pidättymisen jälkeen
<i>Valuma-alue</i>	Vedenjakajien eli maaston korkeimpien kohtien rajaama alue, jolta vesi virtaa samaan suuntaan
<i>Hulevesi</i>	Maan pinnalta, rakennusten katoilta tai muilta rakennetuilta pinnoilta pois johdettavaa sade- tai sulamisvettä
<i>Huleveden hallinta</i>	Hulevesien kertymisen, johtamisen ja käsittelyn toimenpiteet
<i>Läpäisemätön pinta</i>	Huleveden imeytymistä maaperään ehkäisevä tiivis pinta, joka lisää pintavaluntaa
<i>Mitoitussade [l/s/ha]</i>	Valuma-alueen kertymisajan, todennäköisyyden ja rankkuuden/ sademäärän avulla määritettävä sademäärä, jota suurempi sade aiheuttaa tulvimista
<i>Tulvareitti</i>	Huleveden virtausreitti, johon vesi johdetaan hallitusti, kun hulevesiviemäroinnin kapasiteetti ylittyy ¹

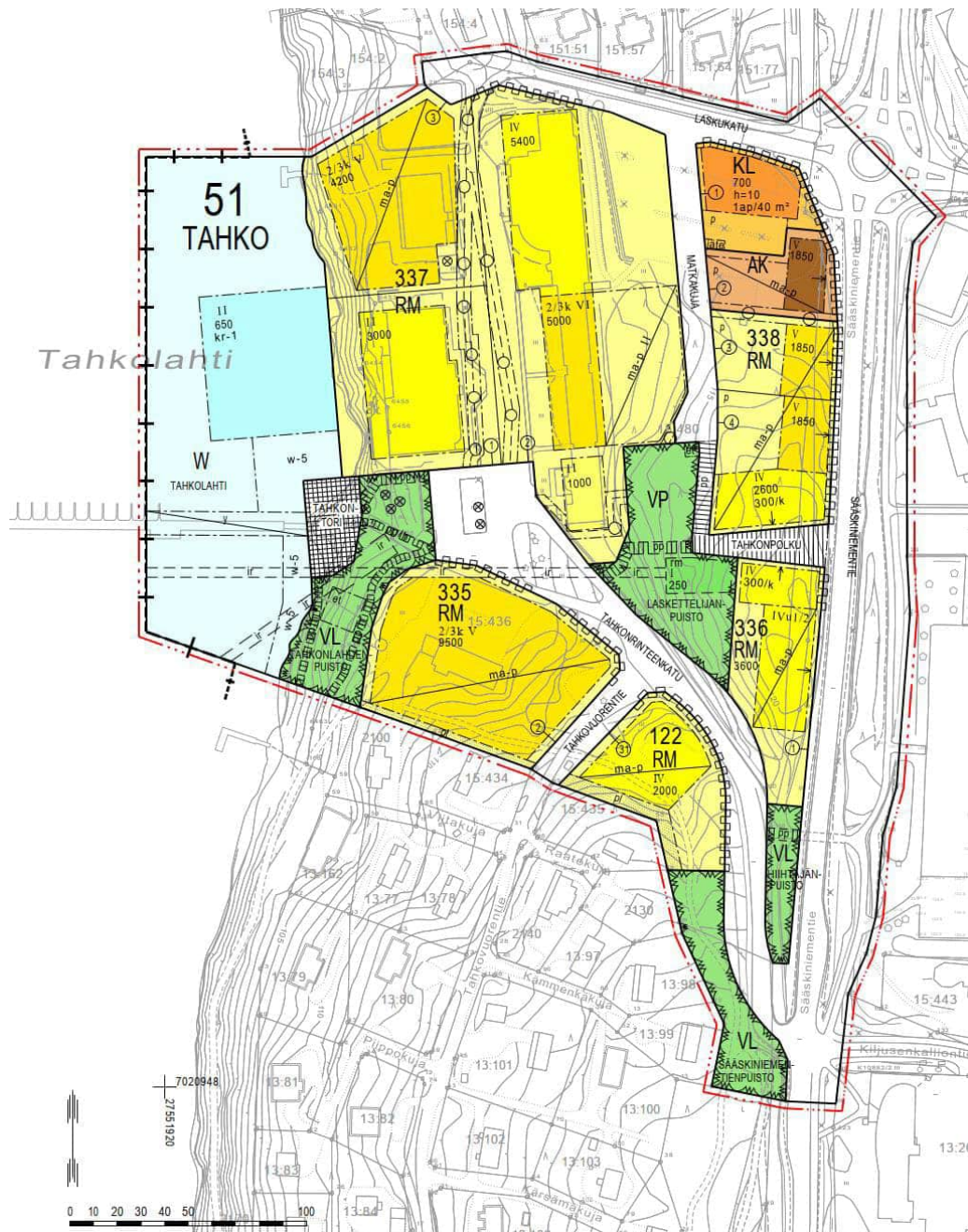
¹ Hulevesiopas 2012. Kuntaliitto, 294 s.

2.3.2023

2 Suunnittelualan nykytila

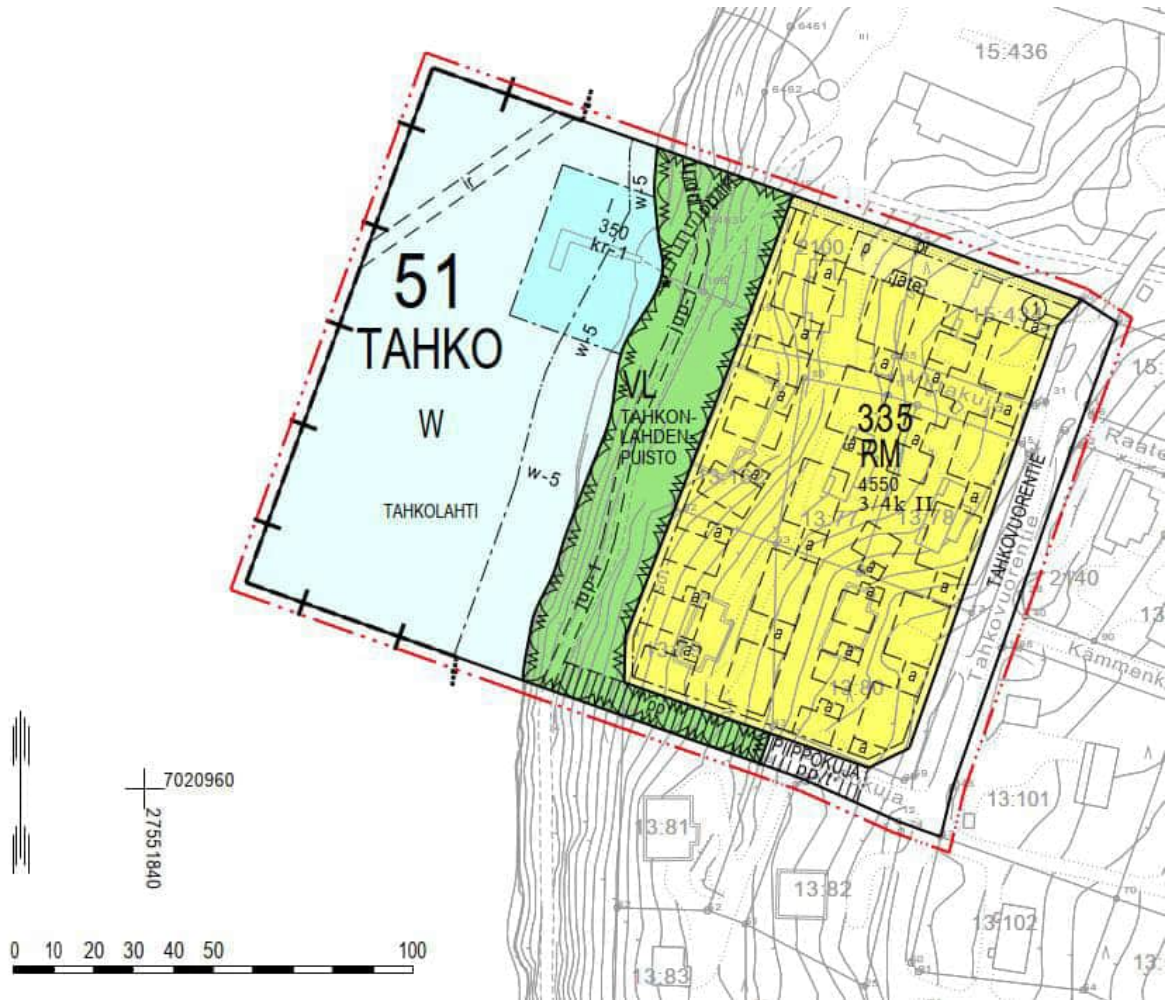
2.1 Sijainti ja rajaus

Tämän työn suunnitteluala sijoittuu kahteen eri asemakaavaan. Tahkon keskustan asemakaava (AK 879, *Kuva 1*), jossa tutkittiin työn alkuvaiheessa kaksi vaihtoehtoa (VE A ja VE B) ja josta valittiin varsinaiseen suunnitteluun VE A. Toisena tarkasteltavana kaavana oli Tahko-Bungalows (AK 877, *Kuva 2*). Koko suunnittelualan sekä molempien kaava-alueiden pinta-ala on yhteensä noin 12,1 ha, ilman vesialuetta noin 10,4 ha.



Kuva 1. Tahkon keskustan asemakaavaaluonnos (AK 879, VE A, 2/2023).

2.3.2023



Kuva 2. Tahko-Bungalows asemakaavaluonnos VE A (AK 879, 2/2023).

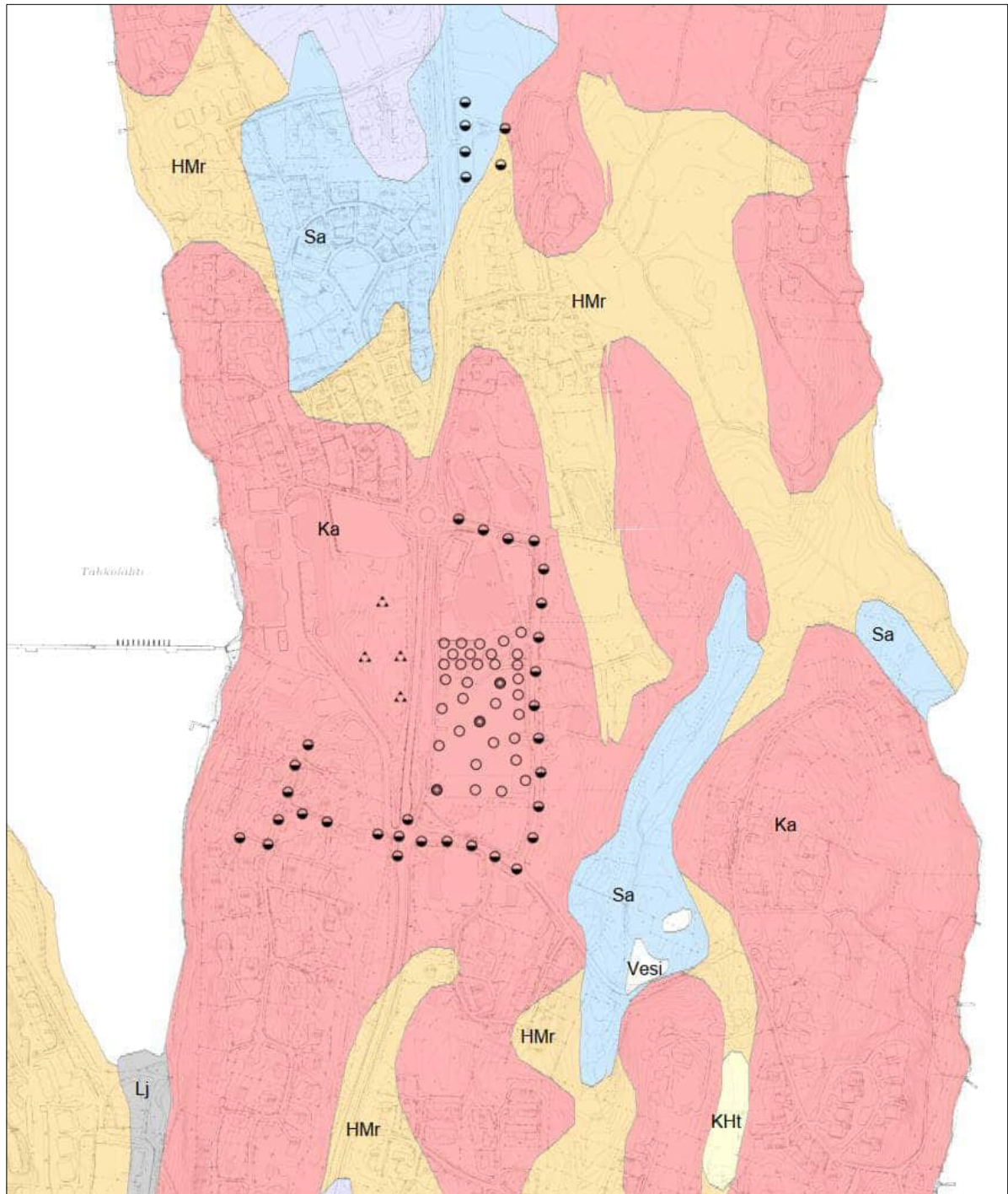
2.2 Maaperä, topografia ja pohjavedet

Suunnittelualueen maaperä on valtaosin kalliota siten, että päällä on noin 1 m maakerros (yleensä moreenia). *Kuvassa 3* on esitetty Tahkon alueen maaperäkarta.

Suunnittelualueen korkein kohta sijoittuu alueen etelä- ja itäosiin. Korkeimmissa kohdin maanpinta on tasolla + 124...126 m (Sääskiniementie, suunnittelualueen eteläreunalla). Suunnittelualueen suurimmassa osassa luiskat ovat hyvin jyrkät, erityisesti Sääskiniementien länsipuolella sekä rannan läheisyydessä. Jyrkimmät luiskat ovat noin 30 % - 50 %. Laserkeilausaineiston perusteella laaditut korkeuskäyrät on esitetty *kuvassa 4*.

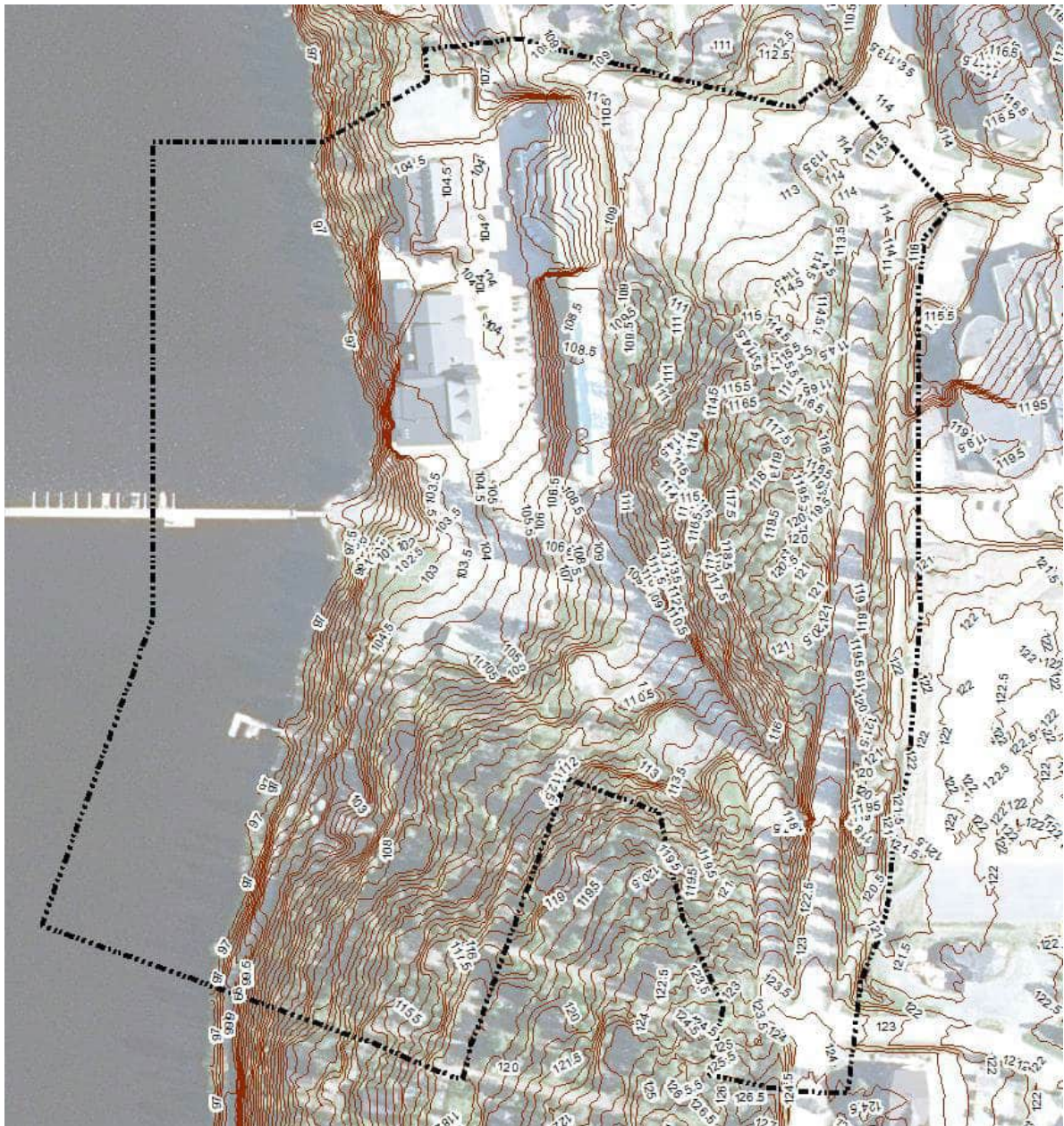
Pohjavesialueita ei sijaitse suunnittelualueen läheisyydessä.

2.3.2023



Kuva 3. Suunnittelualueen maaperäkarta.

2.3.2023



Kuva 4. Korkeuskäyrät laserkeilausaineiston mukaan (suunnittelualue sekä asemakaavarajaus merkitty mustalla rajauksella).

2.3 Vesistön tila

Suunnittelualueen hulevedet laskevat Tahkonlahteen, joka kuuluu Syvärin vesistöön (04.631.1.001). Syväri on iso järvi Vuoksi (04) -päävesistössä ja sijaitsee Pohjois-Savon maakunnassa sekä kuuluu Pohjois-Savon ELY:n ympäristövastuualueeseen.

Syväri on säännöstelty vesistö. Säännöstelylupa on Savon Voima Oyj:llä. Syväriä on säännöstelty vuodesta 1960. Nykyinen säännöstelylupa on vuodelta 1988 ja sen mukainen säännöstelyväli on 2,45 m. Yläraja on enimmillään NN+96,65 m (N2000 korko ~+97,18 m) ja alaraja alimmillaan NN+94,10 m

2.3.2023

(N2000 korko $\sim +94,63$ m).² SYKE:n Hertta -tietojärjestelmän kautta saatiin Syvärin mitatut vesipinnat (Latokasken yläpuolella, mittausasema 407200) nykyisen säännöstelyluvan aikana (1988 – 2022). Mittausaineiston perusteella laadittiin Gumbelin ääriarvojakauma, jonka mukaan saatiin seuraavat maksimivedenpinnat (taulukko 1):

Taulukko 1. Syvärin vesipintatilasto.

Toistuvuus T [a]	Vesipinta [m N2000]
2	96,63
5	96,76
10	96,85
20	96,93
50	97,04
100	97,13
250	97,23
500	97,31
1000	97,40

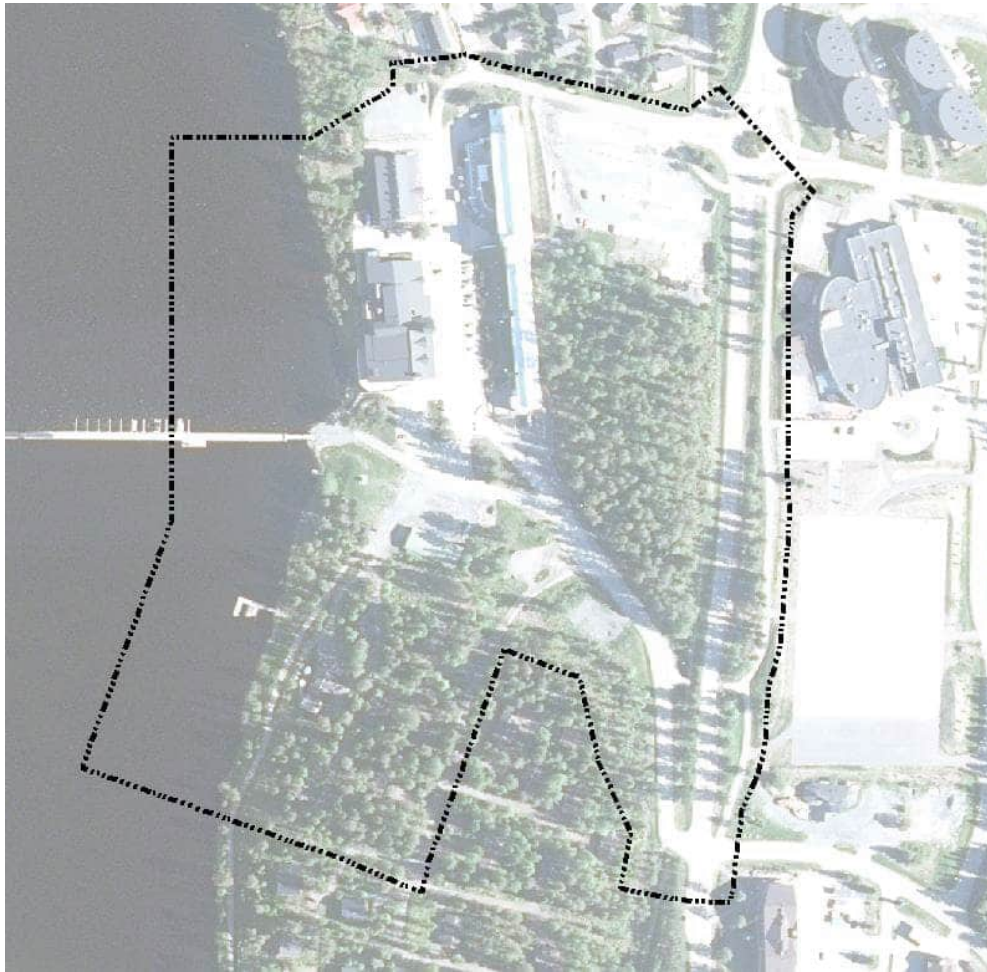
Tulvakarttaa ELY-keskus ei ole alueelle laatinut.

2.4 Maankäyttö

Suunnittelualueella ja sen valuma-alueella on nykyisellään matkailuun liittyvää toimintaa kuten loma-asutusta, hotelli, kylpylä, ravintola jne. Iso osa alueen maankäyttö on kallioista metsää. Kuvassa 5 on esitetty ote alueen ilmakuvasta.

² Järviwiki. Syvärin säännöstely.

2.3.2023



Kuva 5. Ilmakuvaote alueesta (suunnittelualue sekä asemakaavarajaus merkitty mustalla rajauksella).

2.5 Valuma-alueet ja -reitit

Tahkon alue sijaitsee Nilsiän reitin valuma-alueella (04.6), missä 2. jakovaiheen Syvärin alueella (04.63) ja edelleen 3. jakovaiheen Syvärin lähialueen valuma-alueella (04.631). Suunnittelualueella hulevedet laskevat pääosin länteen päin Syvärin Tahkolahteen ja pieneltä osin itään päin Syvärin Karsikkoselkään. Hulevedet laskevat nykyisellään pääasiassa ojia ja maanpintoja pitkin sekä osittain hulevesiviemäriissä. Rakennettua hulevesiviemäriä on nykyisellään Säaskiniementien itäreunassa, Sokos-hotellin yhteydessä sekä alueen itäosissa Keitaankadun läheisyydessä.

Tämän selvityksen mukaan laadittiin mittausohjelma koko Tahkon osayleiskaava-alueelle. Mittauksien perusteella päivitettiin ja tarkennettiin myös suunnittelualueen virtausreitit tilaajan 5.9.2022 toimittaman mittausohjelman perusteella päivitetyn verkostokartan perusteella. Muutamia kohtia jäi maastokatselmuksessa selvittämättä, sillä ne olisivat vaatineet putkien kuvaamista. Suunnittelualueella vielä jäänyt epäselvät kohdat on esitetty liitekartassa 1.

Nykyinen valuma-aluearajaus tehtiin seuraavien aineistojen perusteella:

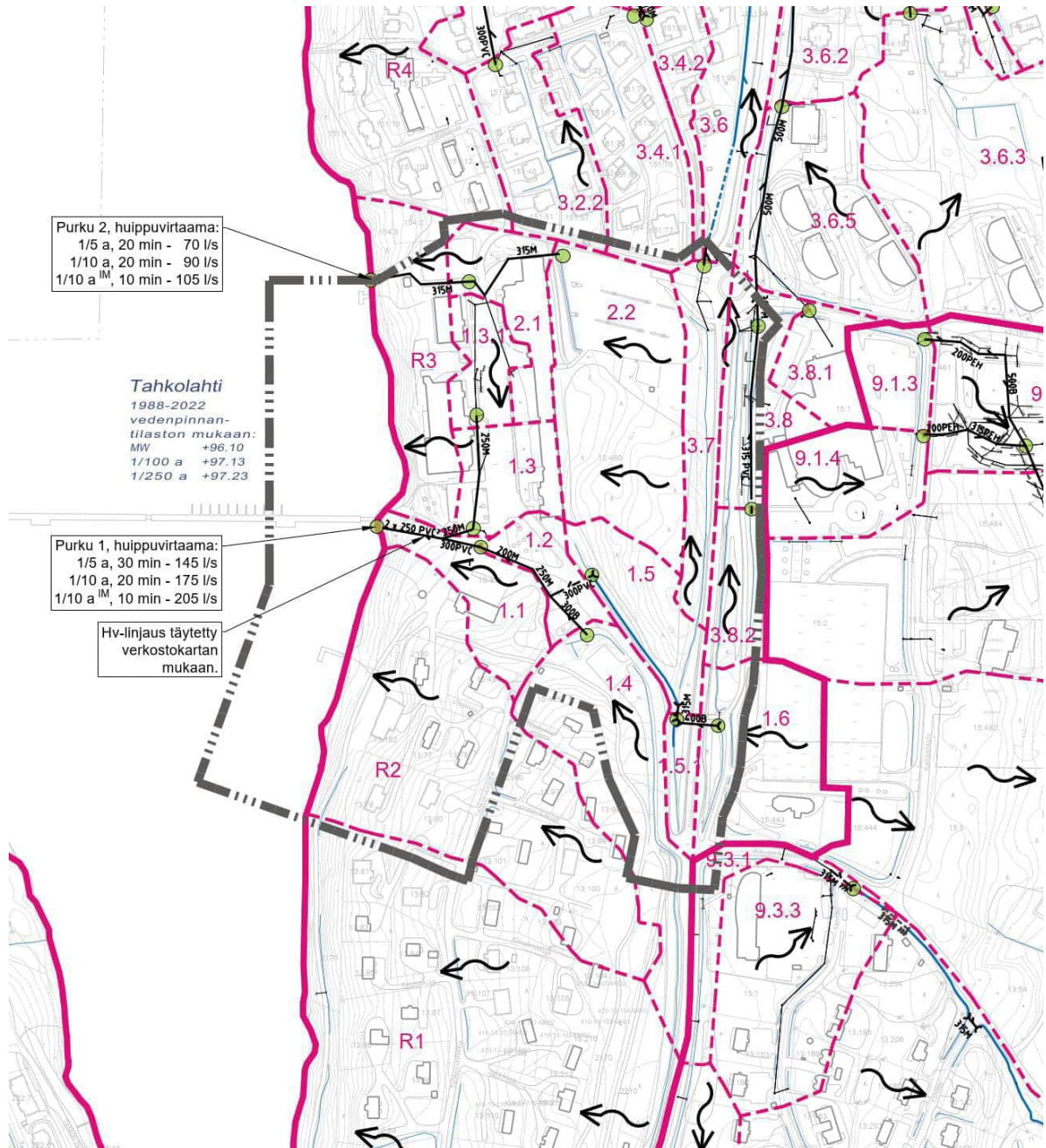
- Tahkon alueen laserkeilausaineiston perusteella laaditun maastomalli
- Pohjakartta

2.3.2023

- Hulevesiverkostokartta (päivitetty 5.9.2022)

Tahkonlahden suuntaan on vain kaksi kartoitettua hulevesiviemärin purkupistettä. Osavalue-alueita, joiden hulevedet laskevat hajanaisesti lahteen on selvityksessä merkitty ranta-alueeksi (Rx).

Kuvassa 6 on esitetty suunnittelualueen valuma-alueet. Nykyinen valuma-aluekartta on tarkemmin nähtävissä liitteenä 1.



Kuva 6. Nykyiset suunnittelualueen valuma-alueet sekä -reitit.

2.3.2023

2.6 Hulevesiin liittyvät luontoarvot

Tahkon alueelle on vuonna 2013 laadittu luontoselvitys³. Sen perusteella suunnittelualueelta tai sen läheisyydeltä löytyy kaksi kartoitettua luontoarvoa (kuva 7): Sokos hotellin itä- sekä kaakkoispuolella on jonkin verran arvokas tuoremännikköalue ja Tahkon kylpylän hotellin eteläpuolella on suurehko joutomaa-alue, jolla on vain heikkoa luontoarvoa.



Kuva 7. Luontoselvityksen mukaan kartoitettu luontoarvot suunnittelualueella (kuvioiden arvoluokitus, 0=heikko, 1=jonkin verran arvoa, 2=melko arvokas, 3=arvokas).

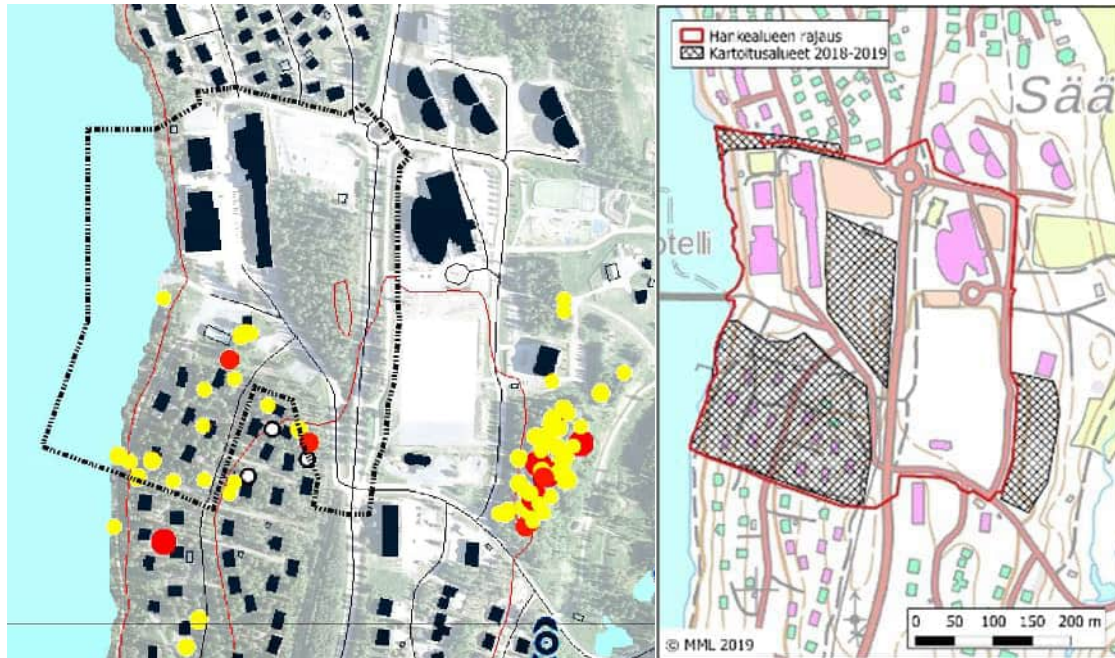
Vuonna 2013 on laadittu Tahkon osayleiskaavaan liittyen varsin laaja liito-oravaselvitys, joka päivitettiin 2019 (Tahkon keskustan ympäristössä Liito-oravaselvitys⁴, kuva 8). Sen mukaan ”suunnittelualueen läheisyydestä on löydetty lukuisia papanoin merkittäviä liito-oravien elinpiirejä. Lähin, tosin heikosti merkitty, elinpiiri ulottui vuonna 2013 suunnittelualueen eteläosaan. Lähialueen puustoa on käsitelty tuon jälkeen etelämpänä melko voimakkaasti, eivätkä puustoyhteydet alueelle ole enää yhtä ”houkuttelevia” kuin ennen, koska merkittävä määrä ruokapuiksi ja suojapuiksi sopineita runkoja on kaadettu. Tämä on heikentänyt yhteyksiä nimenomaan Tahkolahden ja laajan puuttoman pysäköintialueen länsipuolisilta metsäalueilta suunnittelualueelle. Suunnittelualueen elinpiiriltä ei ole aiempia tietoja eikä alue ollut papanoitu keväällä 2018. Yhteenvetona voidaan todeta, ettei

³ Tahko Luontoselvitys, Kuopion kaupunki / Alueelliset ympäristösuojelupalvelut, 2013

⁴ Liito-oravaselvitys, Tahkon matkailukeskuksen keskustan liikennejärjestelyien ja -ympäristön kehittäminen

2.3.2023

suunnittelualueella ole nyt eikä todennäköisesti lähitulevaisuudessaakaan suurta merkitystä koko Tahkon mittakaavassa alueen liito-oravapopulaatiolle. Puustomuutokset lähialueella ovat heikentäneet kulkuyhteyksiä ja liito-oravien elinmahdollisuuksia”.



Kuva 8. Tahkon keskustan alueen liito-oravaselvitys (vasemmalla 2013 kartoitetut arvot, oikealla 2018-19 kartoitusalueet Tahkon matkailukeskuksen keskustan liikennejärjestelyjen ja -ympäristön kehittämishankkeen mukaisesti).

Syväri on pintavesityypiltään runsashumuksinen järvi ja koko Syvärin vesistön ekologinen tila on vuoden 2013 luokituksen mukaan hyvä. Tahkolahden vesinäytteiden (kaksi pistettä) perusteella happitalanne Tahkolahdessa oli molemmilla paikoilla kesällä hyvä ja talvella tyydyttävä. Happea oli hyvin päällisvedessä, mutta alemmissa kerroksissa vain vähän. Tällä ei kuitenkaan ole vaikutusta virkistyskäyttöön. Ravinnepitoisuudet (typpi- ja fosforimäärät) olivat pintavedessä lievästi rehevän vesistön tasolla ja kasvoivat alemmissa vesikerroksissa. Klorofylli-a (levätuotantoa kuvaava) oli melko matalalla tasolla ja kuvasi hyvää vedentilaa.⁵

2.7 Hulevesijärjestelmät

Suunnittelualueen sekä siihen kuuluvan valuma-alueen hulevedet johdetaan nykytilanteessa avo-ojen ja hulevesiviemärien kautta vesistöihin. Suunnittelualueella sijaitsevia hulevesien käsittelyjärjestelmiä (kuten esim. viivytysaltaita) ei ole tiedossa.

⁵ Tahkolahden vedenlaadun koontiraportti. Kuopio. 2019.

2.3.2023

3 Suunnitellun maankäytön muutoksen hydrologiset vaikutukset

3.1 Maankäytön muutos

Alueelle on laadittu vuonna 2019 yleissuunnitelma (päivitetty 2/2022), missä alueelle on osoitettu lisää tiivistä loma-asutusta oheistoimintoihin. Suunnittelualan rakentaminen on tarkoitus tehdä hyvin tiiviisti siten, että tontit rajoittuvat suoraan katualueeseen eikä katualueille tule reunapainanteita vaan ne toteutetaan reunakivellisinä. Tontit tullaan rakentamaan hyvin tiiviisti katto- ja asfalttipintojen osalta. Suunnittelualueelle ei ole osoitettu mitään laajempia yleisiä viheralueita. Kaikki kovat pinnat on suunniteltu toteutettavan asfalttipäällysteisinä.

Maankäyttömuutos arvioitiin pääasiassa asemakaavojen (kuvissa 1 ja 2) ja osayleiskaavan (kuva 9, vasemmalla) mukaan. Lisäksi huomioitiin kaavaluonnoksen havainnekuva (kuva 9, oikealla), esimerkiksi säilytettävien rakennusten osalta. Koska melkein koko suunnitteluala on osayleiskaavassa osoitettu C-alueeksi, sovittiin tilaajan kanssa, että käytetään hulevesimallissa hydrologisina parametreina (esim. läpäisemättömyys) sellaisia arvoja, että rakennettujen sekä rakennettavien alueiden (puistoja lukuun ottamatta) automaattisesti laskettu valumakerroin mitoitussateella vastaa noin arvoa 0,9.



Kuva 9. Tahkon keskustan kaavamuutoksen liittyen yleissuunnitelman havainnekuva (Arkkitehtitoimisto Suunnitteluhuone Oy, 2/2022, vaihtoehto VE A).

Sääskiniementien itäpuolella sijaitsevan alueen maankäyttö on alustavasti arvioitu asemakaavojen (AK-5018, -5037 ja -5125). Osa ys-luonnoksen alueelta on viimeisen kaavaluonnoksen (2/2023) mukaan varattu katu- alueena.

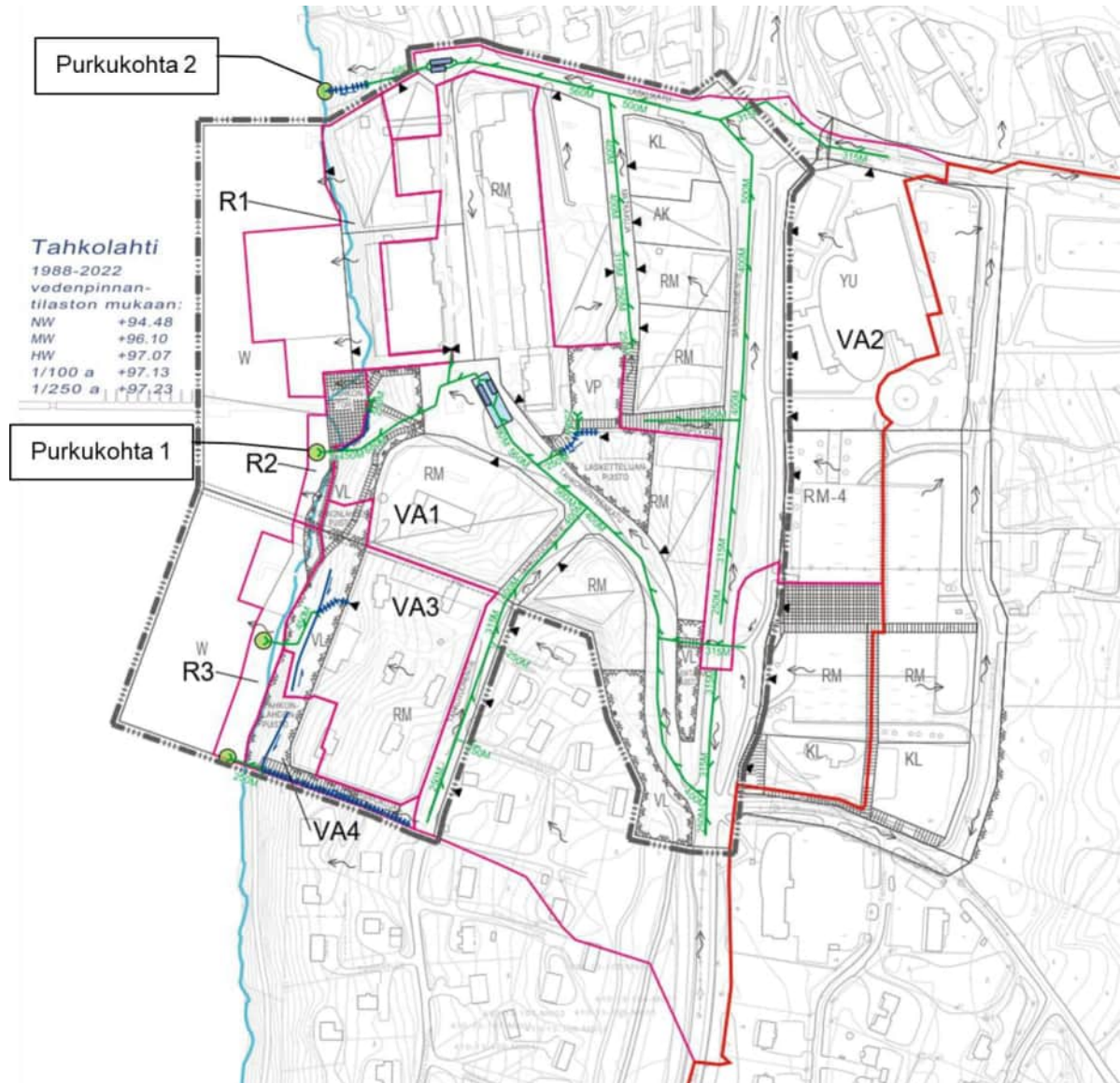
Sääskiniementien suunniteltuun hulevesiviemäriin liitetty osuus arvioitiin nykytilanteen, nykyisen maastomallin sekä suunnitellun katusuunnitelman perusteella.

3.2 Vaikutukset valuma-alueisiin ja virtausreitteihin

Suurin muutos tulee Sääskiniementien uudistamisen perusteella suunnitellun hulevesiviemärirunkolinjauksen mukaan: iso osuus Sääskiniementien katualueelta sekä sen itäpuolella sijaitsevalta alueelta

2.3.2023

johdetaan yleissuunnitelman mukaan tulevassa tilanteessa Laskukadun mukaisesti Tahkolahteen. Nykytilanteessa tämän alueen hulevedet on johdettu avo-ojien ja hulevesiviemärien kautta vielä noin 300 m Sääskenimenttiellä pohjoiseen päin, josta ne virtaavat 800 M hulevesiputkessa Syvärinkaarteella Tahkolahteen. *Kuvassa 10* on esitetty suunnittelualueen tulevan tilanteen valuma-alueet.



Kuva 10. Suunnittelualueen tulevat valuma-alueet.

Tahkon keskustan alueelle tulee kaksi pääpurkukohtaa:

Purkukohta 1 sijaitsee asemakaavassa merkityn torialueen ja olemassa olevan sillan etäpuolella. Siihen johdetaan suurin osuus nykyisestä alueesta Sokos hotellin ympäriltä, koko Tahkonrinteenkadun alue, osa Sääskenimentien katualueelta (noin alikulun etäpuolelta) ja siihen liitetty osa tien itäpuolella sijaitsevista RM- ja KL-korttelista, Tahkovuorentien katualue sekä niihin liitetyt korttelialueet. Koko purkukohtaan 1 liitetty valuma-alueen koko on noin 7,3 ha.

2.3.2023

Purkukohta 2 sijaitsee asemakaavan reunalla noin 55 m Laskukadun kääntöpaikalta länteen päin rannan lähellä. Siihen liitetään Sääskiniementien katualue noin alikulun pohjoispuolelta ja siihen liitetty osa tien itäpuolella sijaitsevista RM-4- ja YU-korttelista, Tahkonpolun katualue, Matkakujan katualue ja siihen liitetty RM- ja KL-korttelit, Laskukadun katualue ja sen kääntöpaikan länsipuolelle suunniteltu parkkipaikka. Lisäksi iso osa Sääskiniementien itäpuolelle alustavan maankäyttösuunnitelman mukaan suunniteltu alue on tässä yleissuunnitelman tarkistuksessa liitetty Sääskiniementien hulevesirunkolinjaan. Koko purkukohtaan 2 liitetty valuma-alueen koko on noin 4,6 ha.

Alueet, jotka sijaitsevat vesistöajan lähellä, määriteltiin ranta-alueiksi (R1 – R3). Ne sisältävät myös asemakaavoissa merkityt w-5 -alueet, joille saa sijoittaa täyttöjä, luiskia ja muita rakenteita, jotka liittyvät viereisten alueiden toimintoihin, sekä kr-1 -alueet, joille saa rakentaa kelluvia rakenteita ja rakennuksia. Ranta-alueiden hulevedet johdetaan suoraan Tahkolahteen.

3.3 Vaikutukset hulevesien määrään ja laatuun

Maankäytön muutosten hydrologisia vaikutuksia arvioitiin laskennallisesti vettä läpäisemättömien pintojen perusteella, koska niiltä muodostuu suurin osa hulevesistä. Läpäisemättömistä pinnoista merkittävimpiä ovat kattopinnat, sillä ne on usein kytketty suoraan tontin kuivatusjärjestelyihin. Myös pysäköintiin tarkoitettut asfaltoidut alueet on tyypillisesti kuivatettu tehokkaasti, joten myös niiltä muodostuva hulevesivalunta on nopeaa ja määrältään suurta.

Maankäyttöluonnosten perusteella arvioitiin vettä läpäisemättömien pintojen osuutta, jota on kuvattu kaupunkihydrologiassa yleisesti käytetyllä käsitteellä Total Impervious Area (TIA). Siinä vettä läpäisevienkin pintojen ajatellaan olevan osittain läpäisemättömiä eli esimerkiksi läpäiseviltä nurmipinnoilta muodostuu myös jonkin verran välitöntä hulevesivaluntaa. Tämä pätee etenkin rankkasadetilanteissa, joissa läpäisevät pinnat eivät kykene pidättämään tai imemään kaikkea niille satavaa vettä.

Taulukko 2. Tarkasteluissa käytetyt rankkasadetilanteissa pätevät pintojen TIA-arvot sekä painannesäilyntän ominaisarvot.

Pinta	TIA	Painannesäilyntä
katto	100 %	0,5 mm
asfaltti	90 %	1 mm
kiveykset, sora	40 %	3 mm
metsä	10 %	12 mm
viheralue, nurmi	15 %	7 mm

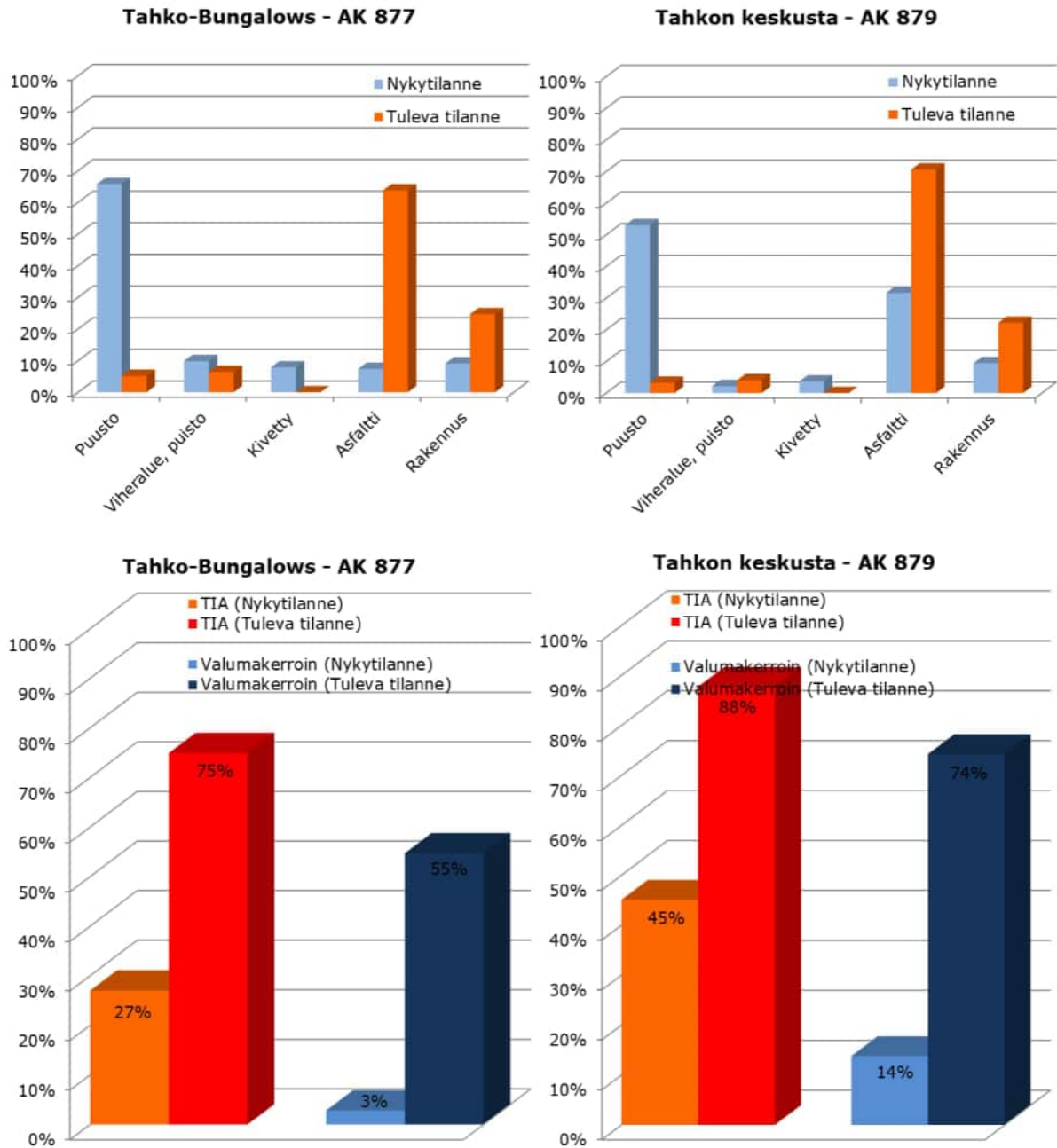
Tässä työssä liikennealueiden (kadut ja kevytliikenneväylät, pp-väylät, parkkipaikat) pintamateriaalina arvioitiin käytettävän asfalttia.

Suunnittelualueen arvioitu maankäyttömuutos sekä sen vaikutus alueen keskimääräiseen läpäisemättömyyteen ja valumakertoimeen on esitetty *kuvassa 11*. Tahkon keskustan alueella (AK 879) arvioitu läpäisemättömyyden määrä noin 2-kertaistuu arvosta 45 % arvoon 88 %, valumakerroin 10 mm sateella noin 5,5-kertaistuu arvosta 0,14 arvoon 0,74. Sen perusteella alueen keskimääräinen hulevesivirtaama kasvaa 150 l/s*ha sateella (~1/5 a 10 mm sade) noin arvosta 140 l/s arvoon 940 l/s.

Tahko-Bungalows-alueella (AK 879) arvioitu läpäisemättömyys noin 3-kertaistuu arvosta 27 % arvoon 75 %, valumakerroin 10 mm sateella noin 20-kertaistuu arvosta 0,03 arvoon 0,55. Sen perusteella

2.3.2023

alueen keskimääräinen hulevesivirtaama kasvaa 150 l/s*ha sateella (~1/5 a 10 mm sade) noin arvosta 10 l/s arvoon 175 l/s.



Kuva 11. Tahkon keskustan ja Tahko-Bungalow-alueen kaavamuutoksen liittyen arvioitu maankäyttömuutos (yläpuolella) ja sen vaikutus alueen läpäisemättömyyteen sekä valumakertoimeen (alapuolella, valumakerroin 10 mm sateella).

2.3.2023

Läpäisemättömän pinnan lisääntyminen kasvattaa vuodenajasta riippumatta haitta-ainekuormia.⁶ Hulevesistä yleisimmin löytyviä haitta-aineita ovat kiintoaine, ravinteet, kloridi, suolistoperäiset bakteerit, öljyt ja rasvat sekä muut orgaaniset aineet. Kiintoainetta pidetään yleisesti tärkeimpänä hulevesien laatuparametrinä. Kiintoaine kertyy verkostoihin ja varastorakenteisiin, sementtaa vettä ja siihen on sitoutuneena haitta-aineita kuten metalleja. Läpäisemätön pinta lisää hulevesien määrää ja valuntaa, mikä edistää kiintoaineen kulkeutumista. Hulevesien laatuun vaikuttavat maankäytön lisäksi vuodenaika, sademäärä, sateen intensiteetti, edeltävän kuivan kauden pituus sekä läpäisemättömien pintojen määrä.¹ *Taulukossa 3 on havainnollistettu eri haitta-aineiden lähteitä.*

Taulukko 3. Hulevesien sisältämien haitta-aineiden lähteet.⁷

	ilmakehä			kattora-	rakennus-	nurmi-
	liikenne	teollisuus	kentee	asutus	työmaat	alueet
Typpi	x	x	x		x	x
Fosfori	x	x	x		x	x
Sulfaatti	x	x				
Rikin oksidit	x	x				
Kloridi	x	x				
Metallit	x	x	x	x		
PAH-yhdisteet	x	x	x			
VOC-yhdisteet		x	x			
Öljyt ja hiilivedyt		x	x	x	x	
Pestisidit		x	x	x		x
Koliformit bakteerit				x		x
Kiintoaine	x	x	x	x	x	x

Taulukko 4. Arvoidut epäpuhtauksien kuormitukset.⁸

Alue	Epäpuhtauskuormitus (kg·km ⁻² ·a ⁻¹)									
	Kiintoaine	BOD ₅	COD _{Mn}	Kokonaisfosfori	Kokonaistyppi	Lyly	Kupari	Kadmium	Sinkki	Sulfaatti
Vaasan keskusta ¹⁾	50 000		5 000	42	520	3	7		50	
kaupungistuva alue ²⁾	60 500		4 750	57	570					
pientaloalue ²⁾	9 660		2 700	24	495					
kerrostalo-alue ²⁾	21 450		3 625	38	884					
esikaupunkialue ³⁾	21 230	1 770	14 000 *	44	283	16	3,7	0,22	40	2 070
keskusta-alue ³⁾	99 000	6 800	45 000 *	142	725	109	54,0	0,35	123	5 400
liikennealue ²⁾	37 000	2 800	26 000 *	41	300	29	5,7	0,18	38	3 200
teollisuusalue ²⁾	79 000	3 500	19 000 *	86	290	34	26,0	0,67	88	2 600

¹⁾ Kannala 2001

²⁾ Kotola & Numminen 2003b

³⁾ Melanen 1982 * COD_{Cr}

⁶ Valtanen, M., Sillanpää, N. & Setälä H. (2015). Key factors affecting urban runoff pollution under cold climatic conditions, Journal of Hydrology 529, pp. 1578-1589.

⁷ Valtanen, M., Sillanpää, N., Hättinen, N. & Setälä, H. (2010). Hulevesien imeyttäminen ja suodattaminen: haitta-aineet ja menetelmät, STORMWATER-hanke, 42 s.

⁸ Kuopion kaupunki

2.3.2023

Taulukko 5. Arviossa ominaiskuormitusarvot.⁹

	Kokonaisfosfori (kg P/km ² /a)	Kokonaistyyppi (kg N/km ² /a)	Kiintoaine (10 ³ kg / km ² /a)	CODCr ³⁾ (10 ³ kg O ₂ / km ² /a)	BOD ³⁾ (10 ³ kg O ₂ / km ² /a)
Kerrostaloalueet ¹⁾	38	884	21	17	2
Pientaloalueet ¹⁾	24	495	10	11	2
Keskusta-alueet ²⁾	142	725	45	45	7
Teollisuus- ja varastoalueet ²⁾	86	290	79	19	4
Liikennealueet ²⁾	41	300	37	28	3

¹⁾ Kerrostaloalueen ja pientaloalueen ominaiskuormitusarvo fosforille, typelle ja kiintoaineelle on peräisin Kotolan ja Nurmisen (2003b) tutkimuksesta. Kumpikin arvo on tutkimuksessa laskettujen vuosihuhtoumien keskiarvo. Kerrostaloalueen ominaiskuormitusarvo on peräisin Espoon Vallikallion tutkimusalueelta. Pientaloalueen ominaiskuormitusarvo on peräisin Espoon Laaksoalahden tutkimusalueelta. COD_{Cr}:n ja BOD:n ominaiskuormitusarvot ovat peräisin Melasen (1981) tutkimuksesta.

²⁾ Keskusta-alueiden, teollisuus- ja varastoalueiden sekä tieliikennealueiden ominaiskuormitusarvot ovat peräisin Melasen (1981) tutkimuksesta. Keskusta-alueita olivat tutkimuksessa Kajaani ja Tampereen Hämeenpuisto; tässä arviossa käytetään alueiden varsin erisuuruisten ominaiskuormitusarvojen keskiarvoa.

³⁾ Biologisen ja kemiallisen hapenkulutuksen ominaiskuormitusarvot ovat kokonaisuudessaan peräisin Melasen (1981) tutkimuksesta.

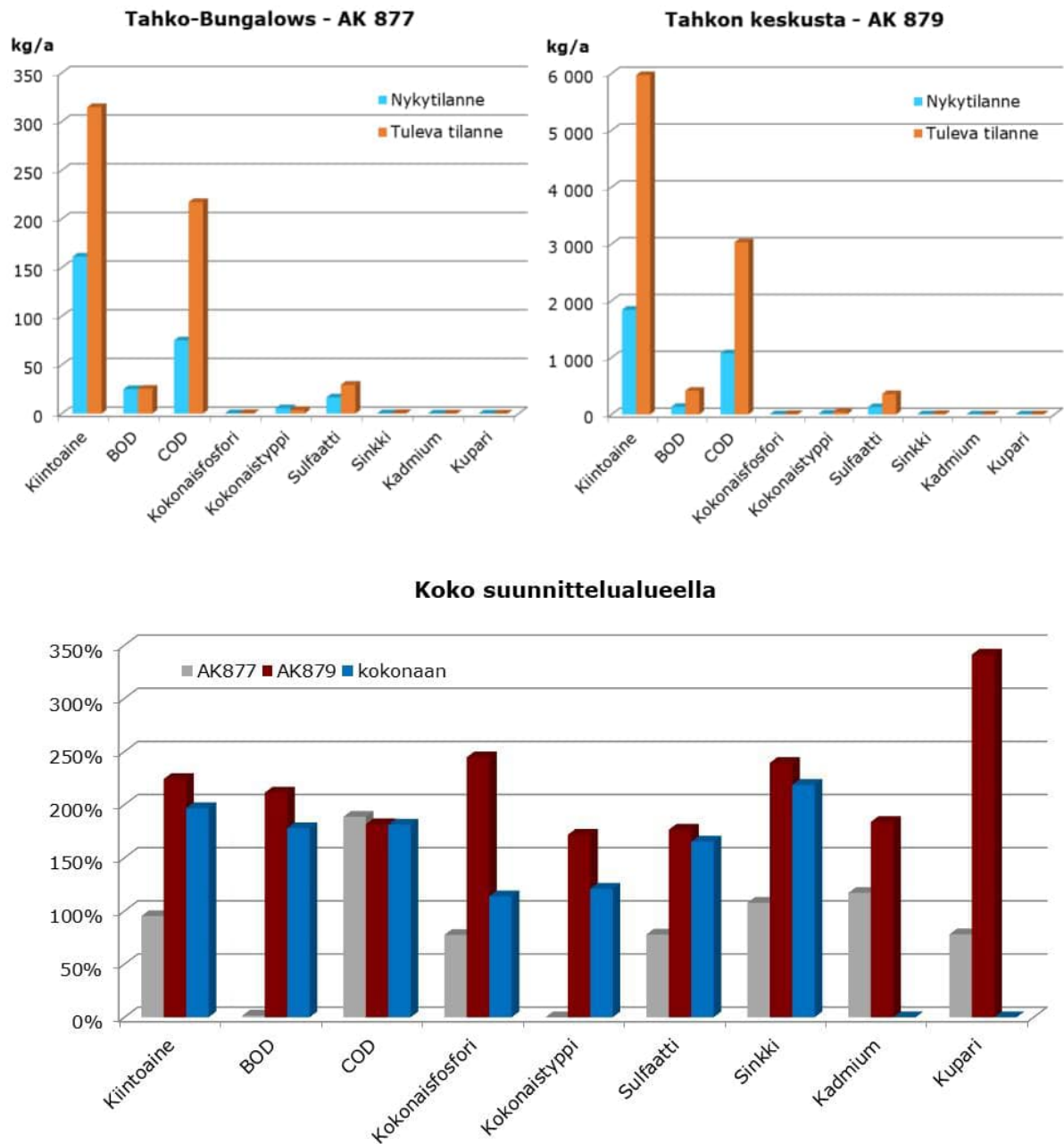
Suunnittelualueella maankäyttösuunnitelmien mukaan kasvavat varsinkin liikennealueen (katualue, korttelikohtainen tiealue sekä pysäköintialue kortteleissa) ja kattojen pinta-ala nykytilanteeseen verrattuna. Taulukkojen 4 ja 5 haitta-aineiden vuosittaisen kuormituksen mukaan arvioitiin suunnittelualueen kuormitukset (kuva 12). Suuremmat kasvut on arvioitu keskustan asemakaava-alueella (AK879), jolla myös metsäalueen muutos matkailupalveluun käyttöön on suurin. Bungalow-alueelle (AK877) tulee pien- sekä loma-asuntoalueen tiivistäminen, johon kuuluu myös korttelikohtainen ajo-tiealueen lisäys.

Arvion mukaan nykytilanteeseen verrattuna erityisesti kiintoaineen kuormitusmäärä kasvaa merkittävästi (vaikka suhteellisesti kasvu on alle 50 %) ja samoin kemiallinen hapenkulutus (COD). Kiintoaineen mukaan kasvavat myös metallien hiilivetyjen ja suolan kuormitukset.

Suhteellinen muutos on suurin ravinteiden kuormituksessa, erityisesti kokonaistypin on arvioitu yli kaksinkertaistuvan keskusta-alueella, vaikka muutos on edelleen noin lähes 60 % molemmilla kaava-alueilla yhteensä.

⁹ Rakennetun ympäristön aiheuttama vesistökuormitus, Johanna Peltola-Thies, Umweltbundesamt, Suomen ympäristö 776, 2005

2.3.2023



Kuva 12. Tahkon keskustan, Tahko-Bungalow-alueen sekä koko suunnittelualueen kaavamuutoksen liittyen arvioitu suhteellinen vaikutus vesilaatuun sekä arvioituun epäpuhtauskuormitukseen nykytilanteen verrattuna.

3.4 Hulevesien vaikutukset ympäröivään luontoon

Kuten yllä mainittu, haitta-aineiden kuormitus kasvaa merkittävästi. Ilman hulevesien käsittelyä, se vaikuttaa myös purkuvesistön eli Tahkonlahden veden laatuun, erityisesti suunnittelualueen ranta-alueella. Organisen aineen määrän kasvu vesistössä, vähentää veden happipitoisuutta ja ravinteiden kuormituksen kasvun mukana myös vesistön rehevöitymisen ja leväkukintojen riski kasvaa. Tämän

2.3.2023

suuruuteen vaikuttaa mm. puistoalueiden sekä loma-asuntoalueen nurmikkojen käyttö (esim. lannoituksen ja torjunnan määrä). Kiintoaineen kuormitus ja sen mukana metallien sekä öljyn ja rasvan päästöt liikennealueilta Tahkolahteen, voivat aiheuttaa haittaa myös kaloille ja muille eliöille.

Vaikutus on merkittävä ranta-alueilla purkupisteiden kohdissa ja vähenee kauemmaksi ja syvemmälle mentäessä.

Vaikka maankäyttömuutoksen sekä läpäisemättömän pinnan määrän kasvun mukaan myös Tahkonlahteen purkautuva hulevesimäärä kasvaa, suunnittelualueella muodostuva hulevesimäärä on Tahkonlahden vesimäärään verrattuna hyvin pieni. Tämän takia hulevesien laadullinen hallinta on alueella oleellisinta.

3.5 Hulevesien hallinnan tarve ja tavoitteet

Hulevesien hallinta - erityisesti viivyttäminen, jonka mitoitus yleensä perustuu harvinaisempiin ja isompiin sademäärään kuin laadullinen hallinta - on alueen maankäyttösuunnitelman (viivytykseen mahdollinen tila on hyvin rajattu, tonttikohtainen viivytyks ei toteutuskelpoista), jyrkän maanpinnan ja kallioisen maaperän takia haastavaa. Lisäksi hulevedet johdetaan lopuksi Tahkonlahteen, jonka vesipintaan suunnittelualueen tuleva hulevesimäärä ei merkittävästi vaikuta. Tilaaajan kanssa on sen takia sovittu, että suunnittelualueella hulevesien laadullinen hallinta on tärkein tavoite. Yleissuunnitelmassa esitettyjen laadullisten hallintajärjestelmien mukana tulee kuitenkin myös jonkin verran viivytystilavuutta, kun vähintään hulevesien puhdistamista varten mitoitettu vesimäärä on säilytettävä.

Suunnittelualueen katualueen yleissuunnitelman mukaan hulevedet pitää johtaa pois hulevesiviemäriverkoston kautta, koska katualueella ei ole varattu tilaa viherpainanteille. Sen takia myös hulevesien laadullinen hallinta ei ole katualueella toteutuskelpoinen.

Suunnittelualueen tuleva hulevesiverkosto ja laadullinen hallinta mitoitettiin hulevesimallin avulla (kts. *kappale 5*).

4 Suositellut ratkaisuvaihtoehdot

4.1 Hulevesien hallinnan periaatteet

Hulevesien hallinnan lähtökohtana on ehkäistä hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhaittaa sekä pyrkiä säilyttämään veden kiertokulku mahdollisimman luonnollisena. Näihin tavoitteisiin pyritään hallitsemalla hulevesiä seuraavan prioriteettijärjestyksen mukaisesti.

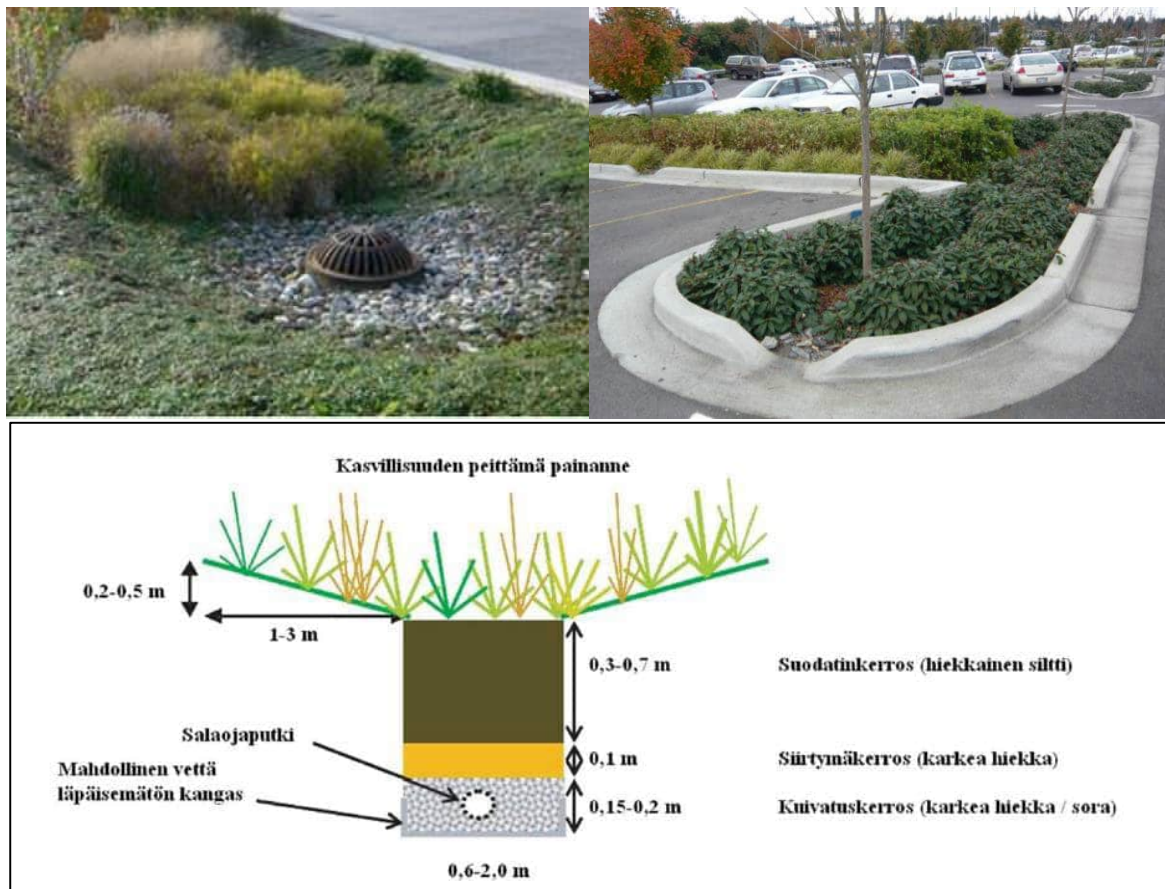
- I. Ehkäistään hulevesien muodostumista ja niihin kohdistuvaa laatuhaittaa
- II. Hulevedet käsitellään ja hyödynnetään syntypaikallaan (hulevesien käyttö ja maahan imeyttäminen)
- III. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan suodattavalla ja hidastavalla järjestelmällä (suodattaminen maassa ja maan pinnalla)
- IV. Hulevedet johdetaan pois syntypaikaltaan hulevesiviemärissä yleisillä alueilla sijaitseville hidastus- ja viivytyksalueille ennen vesistöön johtamista (viivyttäminen avouomissa)
- V. Hulevedet johdetaan hulevesiviemärissä suoraan vastaanottavaan vesistöön.¹

2.3.2023

Hulevesien hallinnan suunnittelussa voidaan ottaa huomioon erilaisia hydrologisia, toiminnallisia, teknisiä, taloudellisia, organisaatiollisia ja kulttuurillisia näkökohtia. Keskeisten valuma-alueominaisuuksien lisäksi voidaan huomioida myös esimerkiksi rakenteiden elinkaarikustannuksia, ylläpitotarvetta sekä eri päättäjien näkökulmia ja asenteita eri hallintaratkaisuja kohtaan.¹⁰

4.2 Tonttikohtainen hulevesien hallinta

Tahkon keskusta- sekä Bungalows-alueilla suurin osuus pysäköintitiloista on asemakaavoissa (AK 879, AK 877) merkitty ma-p -alueena, jolle saa rakentaa maanalaisia pysäköintitiloja. Jos parkkipaikkoja kuitenkin toteutetaan myös maanpäällisinä, suositellaan tontti- sekä korttelikohtaista hulevesien hallintaa, minkä päätavoite on hulevesien puhdistaminen ja tarvittavien keskitettyjen hallintajärjestelmien tilavuustarpeen pienentäminen.



Kuva 13. Esimerkkejä viivytyksestä, hulevesien johtamisesta ja eroosiosuojauksesta yleisellä alueella.¹¹ Alakuvana: Esimerkki biosuodatusrakenteesta.¹²

¹⁰ Holt, E., Koivusalo, H., Korkealaakso, J., Sillanpää, N. & Wendling, L. (2018). Filtration Systems for Stormwater Quantity and Quality Managements, Guideline for Finnish Implementation, 76 s.

¹¹ FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy.

¹² Komulainen, E. 2012. Hulevesien biosuodatuksen soveltuvuus Suomen ilmasto-oloihin.

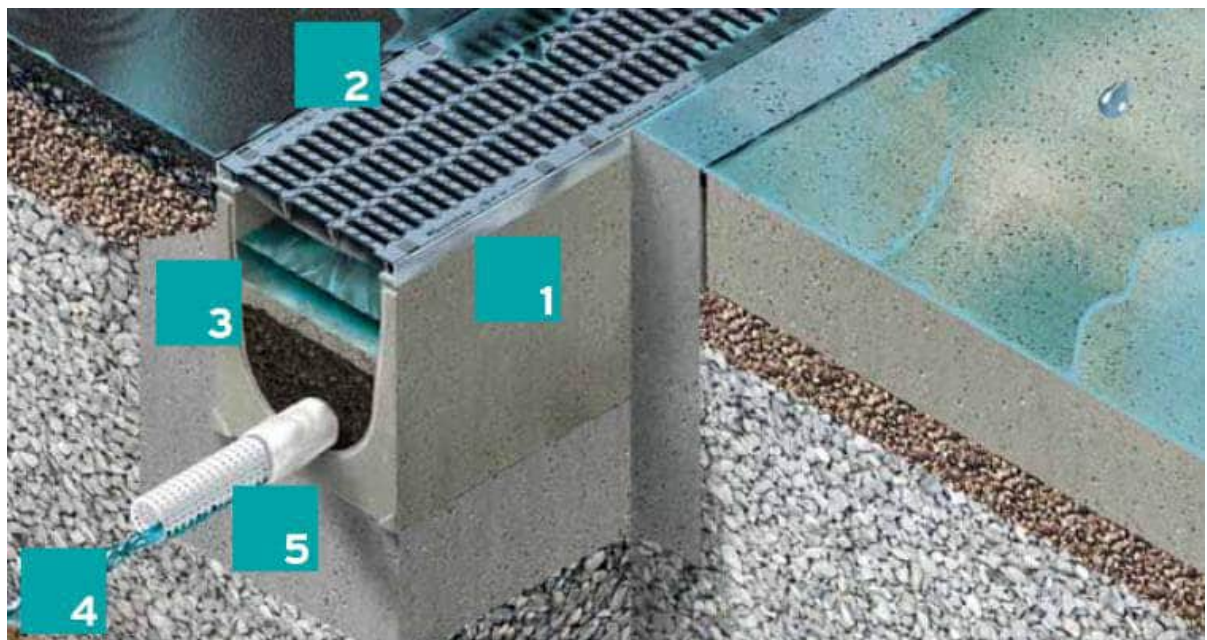
2.3.2023

Vaikka mitoituksessa puoliläpäiseviä pinnoitteita ei ole otettu huomioon liikennealueilla (niin kuin pysäköinti- tai korttelien tiealueilla), suositellaan siellä käytettävän esim. nurmi- tai saumattu betonikiiveystä sekä läpäisevää asfalttia, jotta osa likaisista hulevesistä puhdistuu maaperään imeytymisen kautta.

Mikäli tila mahdollistaa, ehdotetaan varattavan tilaa biosuodatuspainanteiden rakentamiselle (Kuva 13) esim. asfalttialueen reunoille ja suunnitella parkkipaikan tasaus niin, että pintavedet saadaan johdettua painanteisiin.

Koska suodatusrakenteilta pitää varata vähintään 6 - 10 m etäisyys rakennuksiin, toteuttaminen voi olla maankäyttösuunnitelman mukaan haastava. Sen takia suositellaan sen sijaan tilaa säästäviä vaihtoehtoja, kuten esimerkiksi puhdistuskouruja (Kuva 14) tai suodatuskaivoja (Kuva 15).

Suosittelut hallintamenetelmät sekä tarvittavat kapasiteetit on esitetty *kappaleessa 5.2.2.*



Kuva 14. Esimerkki hulevesipuhdistuskourusta.¹³ Esitetty kouru toimii viivytyksenä (400 mm leveä kourun korkeudesta riippuen 20 -75 l/m) sekä puhdistuksena (~150 mm karbonaattisuodatus).

¹³ Hauraton GmbH & Co.KG, Drainfix® Clean

2.3.2023

Uponor suodatinkaivo

Uponorin suodatinkaivossa on modulaarinen suodatin, jonka ansiosta se suodattaa pois liki 70% metalleja, öljyä ja hiukkasia.

Suodatinkaivoa käytetään paikoissa, joissa puhdistusvaatimukset ovat korkeita kuten esim. pysäköintialueilla, vilkkaasti liikennöidyillä tieosuuksilla, tehdasalueilla j.n.e.

Kaivoja valmistetaan jopa 15000 m² alueita varten.

Suodatinmateriaali Filtralite P



Kuva 15. Esimerkki hulevesisuodatuskaivosta.¹⁴

4.3 Yleisillä alueilla tehtävä hulevesien hallinta

Hajautettujen käsittelyjärjestelmien lisäksi tarvitaan vielä isompaa keskitettyä puhdistusjärjestelmää hulevesiverkoston purkupisteiden lähellä.

Suodatuskenttä voidaan toteuttaa viivytysosasta (esim. hulevesikasetit), jossa säilytetään tarvittava suodatettava hulevesimäärä, ja suodatusosta (vähintään 1 m paksu suodatuskerros, esim. hiekka-biohiili-sekoitus). Hulevesi johdetaan virtauksensäätökaivon kautta niin, että suodatettava virtaama on johdettu viivytysosaan, vaikka ylivuoto ohittaa kentän.

Vaihtoehtona ja tilaa säästävänä ratkaisuna suositellaan sen sijaan isoa suodatusputkea, kuten esim. Uponorin suodatinkammio (Kuva 16), joka on myös helpompi huoltaa.

Tahkon keskusta-alueelle suositellaan kahteen kohtaan puhdistusjärjestelmää: Yksi mahdollinen sijainti on Laskukadun länsireunalle suunniteltu käänköpaikka. Alueelle sopisi hyvin iso suodatusputki sekä -kammio. Toinen sopiva sijainti on Tahkorinteenkadun käänköpaikan itäosalla, mihin sopisi joko maanalainen suodatuskenttä tai iso suodatusputki sekä -kammio.

Tahkon Bungalows alueen VL-alueella (Tahkolahden puisto) ei ole mm. säilytettävien puiden takia tarpeeksi tilaa maanpäällistä järjestelmää kuten esim. suodatuspainannetta varten. Maanalaisen järjestelmän tarvittava asennussyvyys on iso, kun taas korkeusero on rannan läheisyyden takia pieni. Sen takia suositellaan keskitetyn järjestelmän sijasta asennettavan suodatuskaivo alueen koilliskulmassa määritetyllä pysäköintialueella.

Suosittelut hallintamenetelmät yleisillä alueilla on esitetty yleissuunnitelmakartalla (liite 2), tarvittavat kapasiteetit löytyvät *kappaleesta 5.2.2*.

¹⁴ Uponor

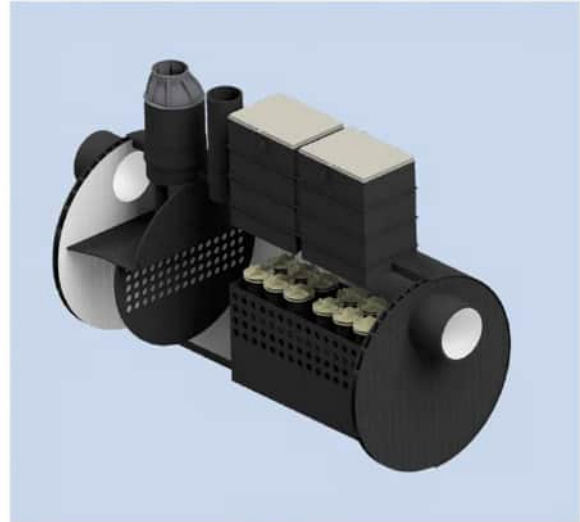
2.3.2023

Uponor Vault

Uponor Vault on suodatinkammio hulevesien käsittelyyn jopa 20 hehtaarin kokoisilta pinnoitetuilta alueilta.

Isoille virtaamille hulevesien poistoputki halkaisijaan jopa 1400 mm saakka

Uponor Vault on kompakti kokonaisuus, jonka voi sijoittaa myös ahtaisiin paikkoihin esim. liikennöityjen, pysäköinti-, tai viheralueiden alle.



Kuva 16. Esimerkki hulevesisuodatinkammioista ¹⁵.

Suosittelut hallintamenetelmät sekä tarvittavat kapasiteetit on esitetty yleissuunnitelmakartalla (liite 2).

4.4 Hulevesien johtamissuunnat ja tulvareitit

Tahkon keskusta-alueella hulevedet johdetaan katualueille asennettavilla hulevesiviemäreillä ja ne puretaan Tahkolahden vesistöön. Tulvareitit vastaavat suurin piirtein katualueiden reittejä.

Tahko-Bungalows-alueen hulevedet johdetaan katu- sekä korttelin tiealueelle asennettavaan hulevesiviemäriin sekä eroosiosuojatun virtausreitit kautta kuten esim. hulevesiportaiden Tahkolahteen. Mikäli tiealue on mahdotonta kallistaa vain pohjoiseen päin pysäköintialueen suuntaan, tarvitaan rakennuksien välillä pää- sekä tulvareittiä varten tehokkaasti eroosiosuojattuja hulevesipainateita tai portaita. Tahkonlahden puiston ulkoilureitin (jup-1) alle suunnitellut hulevesiviemärit toimivat myös tulvareitteinä.

Kaikki mitoitettut hulevesiverkoston runkolinjat on esitetty yleissuunnitelmakartalla (liite 2). Runkolinjojen purkukohdat (sijainnit ja purkuputkien loppuosien kapasiteetit) on tarkistettava jatko suunnittelussa, kun erityisesti w-5 alueiden mahdollinen täyttö ja tuleva tasaus määritellään tarkemmin.

Hulevesien hallinnan ja perinteisen johtamisen lisäksi on suunniteltava erityistilanteita varten hulevesien tulvareitit. Niillä turvataan hulevesien hallittu johtaminen ja rakenteiden kuivana pysyminen tilanteissa, joissa hulevesi- ja viemäriverkon ja mahdollisten hallintamenetelmien kapasiteetti ylittyy.

¹⁵ Uponor

2.3.2023

Pihojen kaltevuudet tulee suunnitella siten, että valumasuunnat ovat pois päin rakennuksista ja kaltevuudet riittävät hulevesien sujuvaan pintajohtamiseen.

Pidempikestoisten ja harvoin esiintyvien sateiden aikana hulevesiviemäreiden kapasiteetti ylittyy, jolloin hulevedet johtuvat tulvareittejä pitkin alavampiin maastonkohtiin kuten olemassa oleviin ojiin ja painanteisiin. Suunnittelualueen tulvareitteinä toimivat pääosin reunakivelliset katualueet, joiden korkojen mukaisesti hulevedet laskevat vesistöön.

Tässä työssä laadittiin tulvareittikartta kahdella eri tasolla:

- Hulevesiyliuototulva arvioitiin hulevesimallin avulla: Ensin mallinnettiin suunniteltu hulevesiverkosto 1/100 a 10 min sateella, sitten käytettiin mallinnustuloksena saatuja ylivuotoja syötteenä 2D mallinnuksessa. 2D mallinnus on tehty yhdistetyn maastomallin perusteella, johon tuotiin suunnittelualueen laserkeilausaineisto ja katualuesuunnittelun tasausmallit (10/2022). Kartalla esitetty on sadetapahtuman aikana laskettu maksimi vesisyvyys.
- "Maksimoitu" hulevesitulva laskettiin vain maastomallin avulla: perusteena arvioitiin, että hulevesiverkoston kapasiteetti on kokonaan käytetty ja valumakerroin on 1. Mallinnus on tehty yhdistetyn maastomallin perusteella, johon tuotiin suunnittelualueen laserkeilausaineisto ja katualuesuunnittelun tasausmallit (10/2022). 2D-mallinnus tehtiin 1/100 a 10 min sateella. Kartalla esitetty on sadetapahtuman aikana laskettu maksimi vesisyvyys.

Kartoilla esitetty vesistön tulva-alue perustuu SYKE:n mitattuun Syvärin vesipintatietoon vuodelta 1988 - 2022 (nykyisen säännöstelyluvun aikana). Esitetty on 1/250 a tilanne (ero esim. 1/100 a tai 1/1000 a tulva-alueen rajaan verrattuna on merkityksetön).

Tulvareittikartat on esitetty *liitteenä 3 ja 4*.

4.5 Rakentamisen aikainen hulevesien hallinta

Rakentamisen aikaiset hulevedet ovat poikkeuksetta laadultaan huonoja, koska hulevesiin huuhtoutuu mm. häiriintyneistä maakerroksista runsaasti kiintoainesta. Ilman hallintaa tästä aiheutuva tilapäinen kiintoaineskuormitus voi nousta haitallisemmaksi kuin valmiin alueen aiheuttama pitkäaikainen kuormitus. Kiintoaineskuormituksen lisäksi muita ympäristöä kuormittavia päästöjä ovat mm. työmaakoneiden öljy- ja polttoainepäästöt, roskat ja mahdolliset ympäristön kannalta haitalliset kemikaalit kuten maalit ja liuottimet.

Rakennusvaiheen hallintamenetelmät tulee suunnitella tapauskohtaisesti. Menetelmävaihtoehtoja ei ole useita, mutta niiden sijoittaminen ja mitoittaminen täytyy mieltä kuhunkin kohteeseen sopivaksi. Rakentamisen aikaisten hulevesien hallintamenetelmien tulisi olla rakenteeltaan ja toiminnaltaan yksinkertaisia, helposti toteutettavissa sekä kustannuksiltaan edullisia. Menetelmillä pyritään ensisijaisesti rakennusalueelta tulevan kiintoaineskuormituksen vähentämiseen rakennettavan alueen alapuolella ja toissijaisesti myös virtaamien hallintaan tulvahaittojen ja eroosion estämiseksi.

4.5.1 Suodatus

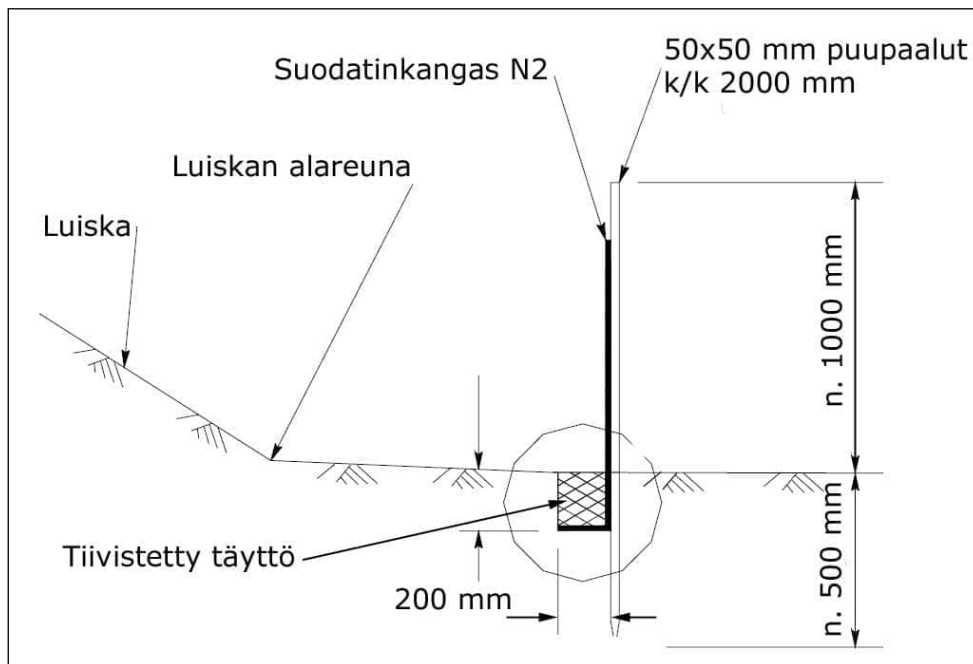
Suodatuksella pyritään poistamaan hulevedestä kiintoainesta johtamalla vesi epäpuhtauksia pidättävän materiaalin läpi. Materiaalista ja virtaamista riippuen hienoakin aineista saadaan pidätettyä. Suodatusta voidaan käyttää sekä tasovirtaaman että keskitetyn virtaaman käsittelyyn.

Tasovirtaaman suodattamiseen käytetään sedimenttiaitoja, jotka ovat suodatinkankaasta tehtyjä aitoja, joiden läpi yläpuolisilta alueilta tulevat hulevedet virtaavat, jolloin kiintoaines jää suodatinkankaaseen. Sedimenttiaidat tulee pystyttää huolellisesti ja suodatinkankaan alareuna tulee olla maan

2.3.2023

sisässä, jotta virtausta ei tapahdu aidan alitse. Sedimenttiaidat tulee sijoittaa kuten maavallitkin eli alueiden reunoille ja luiskien ylä- tai alapäähän. Aidoilla voidaan myös ympäröidä esimerkiksi tilapäisiä läjitysalueita.

Sedimenttiaidat soveltuvat lähinnä tasovirtauksen käsittelemiseen, eikä niitä tule sijoittaa ojien poikki tai muihin kohtiin joihin hulevesivirtaama keskittyy. Sedimenttiaidan toteuttamista on havainnollistettu *kuvassa 17*.



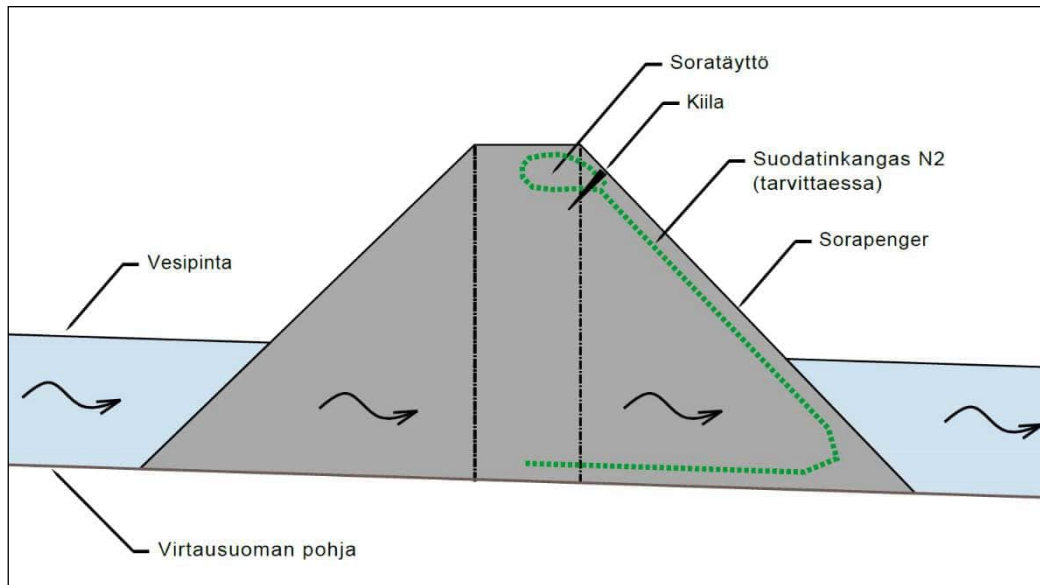
Kuva 17. Sedimenttiaita.

Keskitetyn virtauksen suodattamiseen esimerkiksi ojissa tai kuivatusjärjestelmien purkupisteissä soveltuvat lähinnä suotopadot. Suotopato rakennetaan vettä hyvin läpäisevästä kiviaineksesta, jossa ei ole paljoa hienoainesta, kuten seulotusta murskeesta tai sorasta.

Suotopadon toimintaperiaatteena on, että tuleva virtaama hidastuu merkittävästi virratessaan padon läpi, jolloin vedet kuljettama kiintoaines pidättyy suodattavaan materiaaliin. Suotopadon toimintaa voidaan tehostaa verhoilemalla murske- tai sorapatjan purkupää suodatinkankaalla, jolloin itse patomateriaalin läpäisevät ainekset pidättyvät kankaaseen.

Ojissa, joiden virtaus ja vedensyvyys on maltillinen ojan kokoon nähden, riittää usein, että suotopato rakennetaan täyttämällä oja luiskan yläreunan tasoon saakka. Mikäli on syytä olettaa virtaamien olevan ajoittain niin suuria, että suotopato padottaa vettä ojatöyrään yläpuolelle, tulee suotopadon kynnyksen rakentaa töyrään tason yli ja patoa jatkaa tiiviillä maavallilla ojan oikealle ja vasemmalle puolelle. Maavallilla estetään ojasta tulvivan veden virtaus suotopadon ohitse, jolloin patokohdan yläpuolelle muodostuu ylivirtaamien aikaan väliaikainen tulva-allas. Suotopadon rakennetta on havainnollistettu *kuvassa 18*.

2.3.2023



Kuva 18. Havainnepiirros suotopadon rakenteesta.

Patojen raekoko on seuraava:

- Hulevesiviemäreiden purkupisteiden yhteyteen rakennettavat suotopadot:
Sr 16/32
- Hulevesiuoman rannan ja purkputken olemassa olevan hulevesiviemärin välittömään läheisyyteen rakennettavat suotopadot:
Sr 8/16

Suotopadon toimintaa voidaan tehostaa suodatinkankaalla, jolloin itse patomateriaalin läpäisevät ainekset pidättyvät kankaaseen. Kuvassa 19 on havainnollistettu avo-ojan yhteyteen rakennettua seu- lotusta kiviaineksesta rakennettua suotopatoa.



Kuva 19. Avo-ojan eteen rakennettu väliaikainen suodattava murskepato. Turku, Haarlahti.¹⁶

¹⁶ FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy

2.3.2023

Mikäli tontilla tilanpuutteen vuoksi ei ole mahdollista rakentaa suotopatoja, voidaan suodatus toteuttaa esimerkiksi hiekka- tai kangassuodatuksella. Suodatus voidaan toteuttaa esimerkiksi vaihtolavan/-lavojen sisään rakennettavalla suodattimella. *Kuvassa 20* on havainnollistettu auton vaihtolavalle rakennettua ”konttiselkeytintä”.



Kuva 20. Esimerkkikuva konttiselkeyttimestä.¹⁷

Hulevesien laadullista heikkenemistä voidaan ehkäistä myös jaksottamalla maanrakennustöiden tekoa. Kasvillisuus ja pintamaat tulisi olla poistettuna mahdollisimman pieneltä alueelta kerrallaan, jolloin ehkäistään suurien kiintoaineshuuhtoumien syntyminen.

4.5.2 Eroosiosuojaus

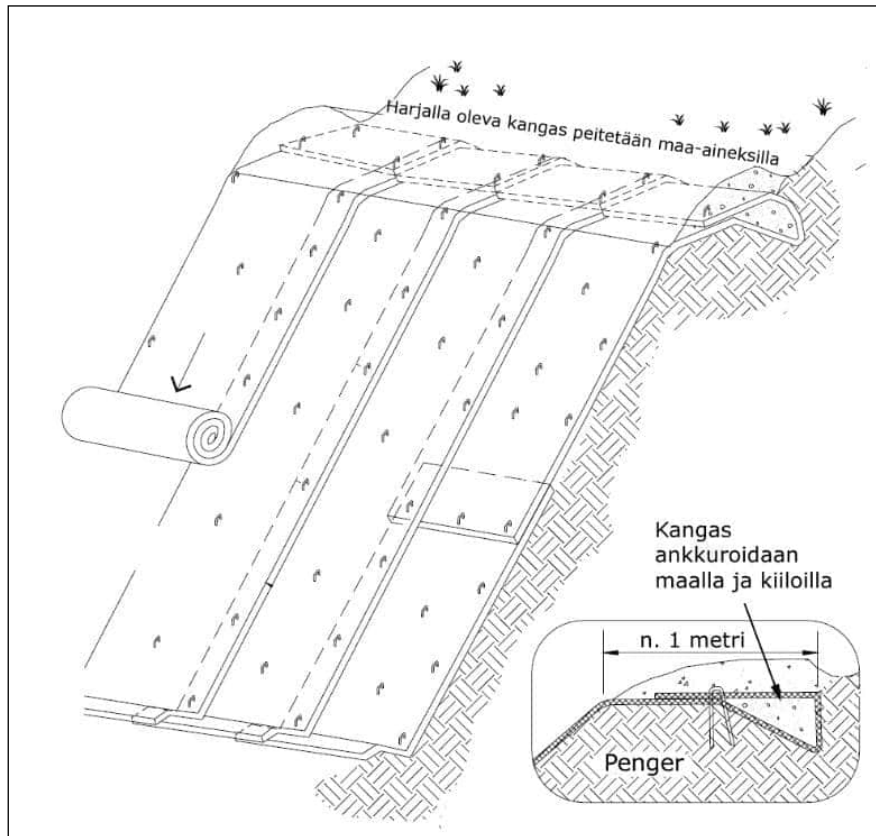
Alueellisen eroosiosuojauksen lähtökohtana on, että mahdollisimman pieni alue kerrallaan olisi peurrattuna ja siten alttiina eroosiolle ja kiintoaineksen kulkeutumiselle. Tähän voidaan vaikuttaa töiden suunnittelulla siten, että esimerkiksi herkimmissä ja eroosioalttiimmissa kohteissa laaja-alaisia maanrakennustöitä vältetään rankkojen sadejaksojen tai sulamiskausien aikana. Tarvittaessa tietyt työt voidaan suunnitella jopa sääennusteiden perusteella. Mikäli töiden ajallinen järjestely ei ole mahdollista esim. kustannusten tai aikataulun takia, tulisi eroosiolle alttiina olevaa pinta-alaa rajoittaa siten, että kasvillisuuden raivausta ja pintakerroksen poistoa ei tehtäisi ennen kuin muiden töiden aloittaminen sitä edellyttää.

Herkissä kohteissa, kuten vesistöjen välittömässä läheisyydessä tai paikoissa, joissa hulevesien hallinta kootusti ei ole mahdollista tai hulevesivirtaama on suuri, tulisi työvaiheen eroosiota vähentää suojaamalla paljaita pintoja esimerkiksi geotekstiileillä, eroosiosuojamatoilla ja joissain tapauksissa

¹⁷ Riipinen, M. 2013. Vesien käsittely työmailla – valvontaa ja ohjeistusta Helsingissä.

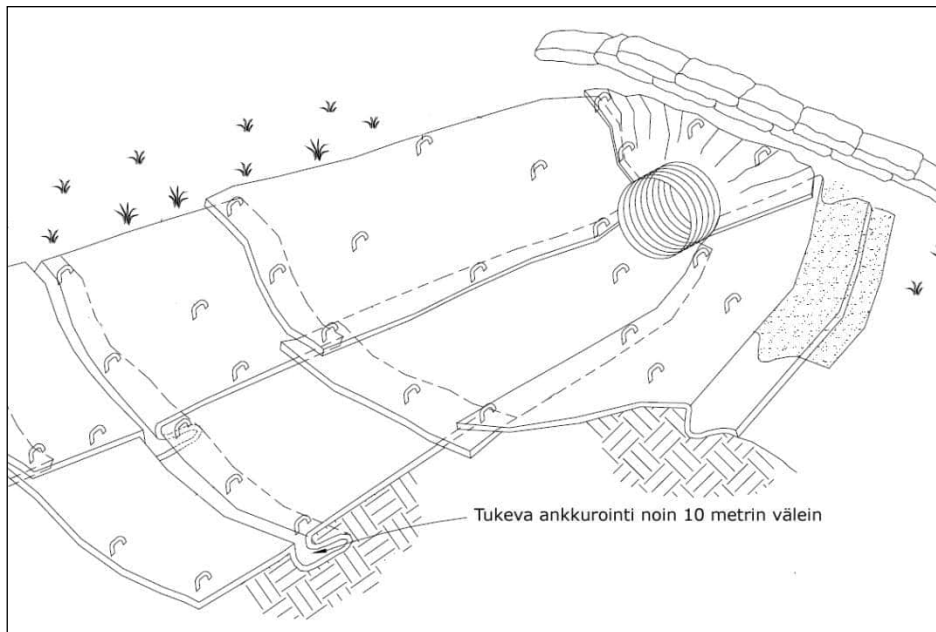
2.3.2023

hakkeella. Rakenteellista eroosiosuojausta tarvitaan etenkin isoissa tai jyrkissä luiskissa ja vastakaive-
tuissa ojissa, joissa on suuri virtaama. Tällaisissa kohteissa tulee käyttää geotekstiilejä tai eroosiosuo-
jamattoja, hakkeella suojaaminen soveltuu ainoastaan kohteisiin, jossa kaltevuudet ja hulevesivirtaa-
mat ovat pieniä. Geotekstiilien käyttöä luiskien eroosiosuojauksessa on havainnollistettu *kuvassa 21*
ja uomien eroosiosuojauksessa *kuvassa 22*.



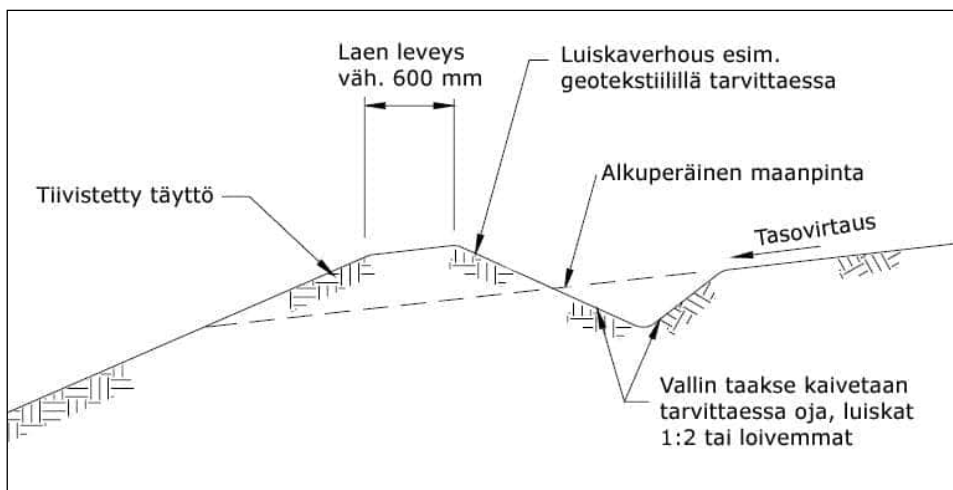
Kuva 21. Tekstiilien tai mattojen käyttö eroosiosuojauksessa.

2.3.2023



Kuva 22. Pääojan verhous geotekstiilillä tai eroosiomatolla.

Yhtenä eroosiosuojauksen tai ainakin eroosion hallinnan keinona voidaan pitää maavalleja ja reuna-
ojoja, joilla estetään hulevesien hallitsematonta purkautumista rakennettavilta alueilta. Valleilla ja
ojilla pysäytetään pintoja pitkin kulkeva hulevesien tasovirtaus, muutetaan se keskitetyksi virtaa-
maksi ja ohjataan haluttuun purku- tai käsittelypaikkaan. Maavallit ja ojat tehdään kohteena olevien
alueiden reunoille suunnilleen korkeuskäyrien suuntaisesti, kuitenkin siten että vallin taakse tai ojaan
saadaan muodostettua riittävä pituuskaltevuus vesien johtamiseksi haluttuun suuntaan. Vallit ja ojat
tulee sijoittaa luiskien ylä- tai alapuolelle, ei itse luiskaan. Pituuskaltevuuden vallin takana tai ojaassa
tulisi olla maltillinen, korkeintaan muutamia prosentteja virtaaman hidastamiseksi. Jyrkillä kaltevuuk-
silla vallin tausta tai oja tulee eroosiosuojata. Maavallia ja reunaojaa on havainnollistettu *kuvassa 23*.



Kuva 23. Poikkileikkaus maavallista ja reunaojasta.

Hulevesiviemäreiden purkupisteet tulee eroosiosuojata. *Kuvassa 24* on havainnollistettu eroosiosuo-
jattua hulevesiviemärin purkurakennetta.

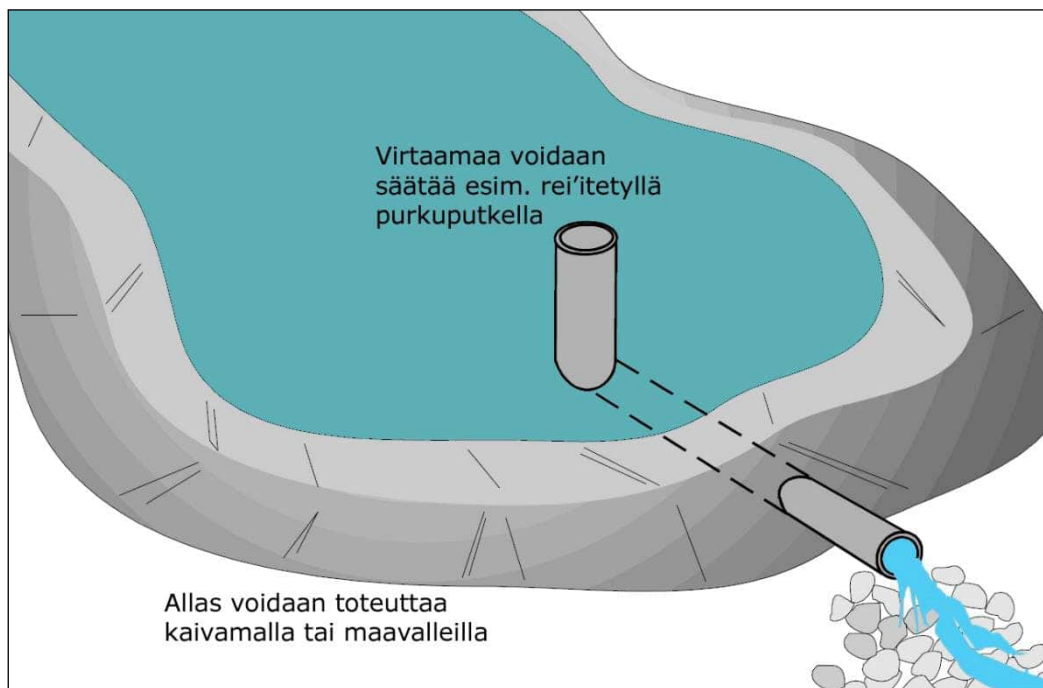
2.3.2023



Kuva 24. Eroosiosuojattu purkuoja ¹⁸

4.5.3 Viivytys/laskeutus

Rakentamisalueilta hulevesien mukana kulkeutuva kiintoaines laskeutetaan viivytys- tai laskeutuslaitailla tai -painanteilla, joiden toiminta perustuu siihen, että altaat joko pysäyttävät määrätyn vesimäärän joksikin aikaa kokonaan tai ainakin hidastavat virtausnopeutta niin paljon, että veden kuljetama kiintoaines ehtii laskeutua viivytysrakenteen pohjalle ennen kuin vesi on kulkenut sen läpi. Esimerkki laskeutusaltaasta on esitetty kuvassa 25.



Kuva 25. Havainnepiirros laskeutusaltaasta.

¹⁸ State of California. 2003. Construction Site Best Management Practices Manual. Caltrans Storm Water Quality Handbooks.

2.3.2023

Altaat/painanteet toteutetaan joko olemassa oleva maastopainanne patoamalla ja kaivamalla tai maapenkereillä, kuitenkin mahdollisimman yksinkertaisesti ja toimintavarmasti. Suurien altaiden ym. rakenteiden kaivamista hulevesien käsittelyä varten tulee välttää, koska tällöin on vaarana, että kaivetuista ojista ja altaista aiheutuu enemmän kiintoaineksen kulkeutumista kuin niiltä alueilta, joiden vesiä järjestelmien tulisi käsitellä.

Rakentamisvaiheen laskeutusaltaat on tarkoitettu nimenomaan kiintoaineksen vähentämiseen, jolloin niitä ei tarvitse mitoittaa pysäyttämään suuria vesimääriä pitkiksi ajoiksi. Riittää, että viipymä altaassa on riittävän suuri karkean siltin laskeuttamiseksi. Myös lopullisen vaiheen hulevesien hallintamenetelmiä, kuten kaivantoja ja viivytyksaltaita voidaan käyttää rakentamisen aikaisten hulevesien käsittelyyn, mutta tällöin rakentamisen aikana kertynyt kiintoaineksen tulee poistaa niistä ennen varsinaista käyttöönottoa, etenkin jos kyseessä on imeytämiseen käytettävä hallintamenetelmä.

5 Mitoitus- ja toimivuustarkastelut

5.1 Hulevesimallinnus

Suunniteltujen hulevesirakenteiden mitoitus ja kokonaisuuden toimivuus tarkastettiin hulevesimallinnuksen avulla. Mallinnus suoritettiin Fluidit Oy:n Storm -ohjelmalla, joka sisältää hulevesien muodostumista kuvaavan hydrologisen valuma-aluemallin sekä virtausreitit kuvaavan hydraulisen mallin.

Hydrologisella mallilla kuvataan erityisesti valuma-alueelta muodostuvan pintavalunnan määrää ajan suhteen. Hydrologinen malli perustuu syötteenä olevaan sadetapahtumaan ja valuma-alueiden ominaisuuksista johtuvien sadannan häviöiden laskemiseen. Malliin rakennettiin osavaluma-alueet ja valumareitit ominaisuuksineen, joista huomioitiin mm. pinta-ala, läpäisemättömän pinnan määrä, keskimääräinen kaltevuus sekä virtausvastuskerroin. Mallinnuksen tuloksena saatiin valuma-aluekohtaiset purkautumiskäyrät, jotka toimivat syötteenä hydrauliselle verkostomallille.

Hydraulinen malli rakennettiin yhdistämällä edellä kuvattu hydrologinen valuma-aluemalli avouomista ja sadevesiviemäreistä muodostuvaan verkostomalliin. Hydrauliseen malliin sisällytettiin myös suunnitellut hulevesien hallintajärjestelmät. Mallin avulla voitiin tarkastella monipuolisesti mm. ajasta riippuvia virtaamien summakäyriä, vedenpinnan tasoja ja altaiden tilavuuksia. Hydraulisessa mallinnuksessa käytettiin nk. dynaamista menetelmää¹⁹, jolla voitiin tarkastella monimutkaisiakin ilmiöitä kuten paineellista virtausta, taaksepäin virtausta sekä virtausreittien tulvimista ja padotusta.

5.1.1 Mallin rakentaminen

Hulevesimalli laadittiin ensin nykytilaselvityksen perusteella koko osayleiskaava-alueelle. Osavaluma-alueajat tuotettiin selvityksen paikkatietoaineistosta, tarvittavat virtausreitit tuotettiin verkostokartalta (kaivot ja putket, kartoitettujen tunnuksien ja ominaisuuksien mukana). Nykyiset hydrologiset ominaisuudet perustuvat Maanmittauslaitoksen maastotietokantaan, ilmakuviin sekä pohjakarttaan.

Mallinnusta varten tarvittavat nykyiset avo-ojat lisättiin maastomallin (pohjakorkeudet) ja karkeasti arvioitujen tyyppipoikkileikkauksien perusteella, mitatut ojat mallinnettiin mittausaineiston mukaan.

¹⁹ US EPA. 2009. Storm Water Management Model, User's manual, version 5.0.

2.3.2023

Nykytilamallin pohjalta laadittiin tulevan tilanteen suunnittelumalli niin, että suunnittelualueella päivitettiin valuma-alueet ja -reitit, vaikka suunnittelualueen ulkopuoliset alueet ja reitit säilytettiin nykytilanteessa. Suunnittelualueella päivitettiin osavaluma-alueerajat kaava-alueiden mukaan, johon otettiin kortteli-, tontti- sekä maankäyttörajat huomioon. Katu- ja korttelialueet rajattiin erikseen.

Tulevien osavaluma-alueiden hydrologiset ominaisuudet arvioitiin kaavaluonnoksen sekä maankäyttöleissuunnitelman perusteella (kts. *kappale 3.1*). Suunnittelumalli (tulevan tilanteen hulevesimalli) on esitetty *kuvassa 26*.



Kuva 26. Kuva hulevesimallista, tuleva tilanne.

2.3.2023

5.1.2 Mallin kalibrointi

Tilaajan kanssa sovittiin, ettei tehdä suunnittelualueelle sadanta- eikä virtausmittausta. Kalibrointi ei ole tässä tapauksessa tarvittavaa, koska koko suunnittelualueelle on mitoitettu uusi hulevesiverkosto ilman liitoksia nykyisestä verkostosta tai nykyiseen verkostoon ja tulevan maankäytön valumakertomet arvioitiin varmuuden vuoksi yleisesti suurimmalla tasolla (esim. liikennealueet pintamateriaalina käytettiin asfaltti, ei puolilämpäiseviä pinnoitteita).

5.1.3 Vesistön reunaehto

Mallin purkupisteiden reunaehtona käytettiin kappaleessa 2.3 esitetty 1/250 a Syvärijärven vesipinnan perusteella vakio arvo +97.3.

5.1.4 Mallinnuksessa käytetyt rankkasadetapahtumat

Tarkasteluissa on käytetty Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU)²⁰ loppuraportissa ja Hulevesioppaassa¹ esitettyjä sateen keskimääräisiä intensiteettejä 1 km² aluesadannalle. Sadediedot ovat viimeisimpiä yleisessä käytössä olevia tietoja ja ne perustuvat Suomessa kesällä v. 2000–2005 aikana tehtyihin tutkasadehavaintoihin ja vastaavat Etelä-Suomen sateita.

Ilmastonmuutoksen on ennustettu kasvattavan rankkasateiden intensiteettejä keskimäärin 15–20 % vuosiin 2071–2100 mennessä²⁰. Arviot perustuvat Ilmatieteen laitoksen ennusteisiin. RATU:n²⁰ suositusten mukaisesti ilmastonmuutos voidaan huomioida käyttämällä 20 % nykyistä rankempia sateita. Tämä tarkoittaa esimerkiksi, että nykyhetken 1/10 a toistuvuus (kerran kymmenessä vuodessa) vastaa ennustetun ilmastonmuutoksen mukaisessa tilanteessa likimäärin 1/5a toistuvuutta. Vastaavasti nykyinen 1/5 a toistuvuus vastaa ennustetussa tilanteessa likimäärin 1/3 a toistuvuutta.

Hulevesijärjestelmien mitoitus ja suunnittelu toteutetaan seuraavilla periaatteilla:

- hulevesien johtamisreitit (viemärit, avo-ojat ja -uomat, mitoitusvirtaamat ja putkikoot 1/5 a sateella
- hulevesien laadulliset käsittelyratkaisut 1/1 a sateella, johon on otettu huomioon 20 % lisäannos ilmastonmuutoksen vaikutusta varten (1/1 a^{IM})
- hulevesitulvat ja tulvareitit 1/100 a sateella

Suurin osa suunnittelualueella mitoituskesto on 10 minuuttia. Käytetyt 10 min sateet on esitetty *taulukossa 6*.

Taulukko 6. Suunnittelussa käytetyt mitoitusateet.

Kesto	Toistuvuus	Keskim. intensiteetti	Sademäärä
10 min	1/1 a ^{IM}	86 l/s*ha	5,2 mm
	1/5 a	160 l/s*ha	10,0 mm
	1/10 a	190 l/s*ha	11,4 mm
	1/100 a	320 l/s*ha	19,2 mm

²⁰ Aaltonen, J. ym. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen Ympäristö 31, 123 s.

2.3.2023

5.2 Järjestelmien mitoitus

5.2.1 Hulevesiverkoston runkolinjat

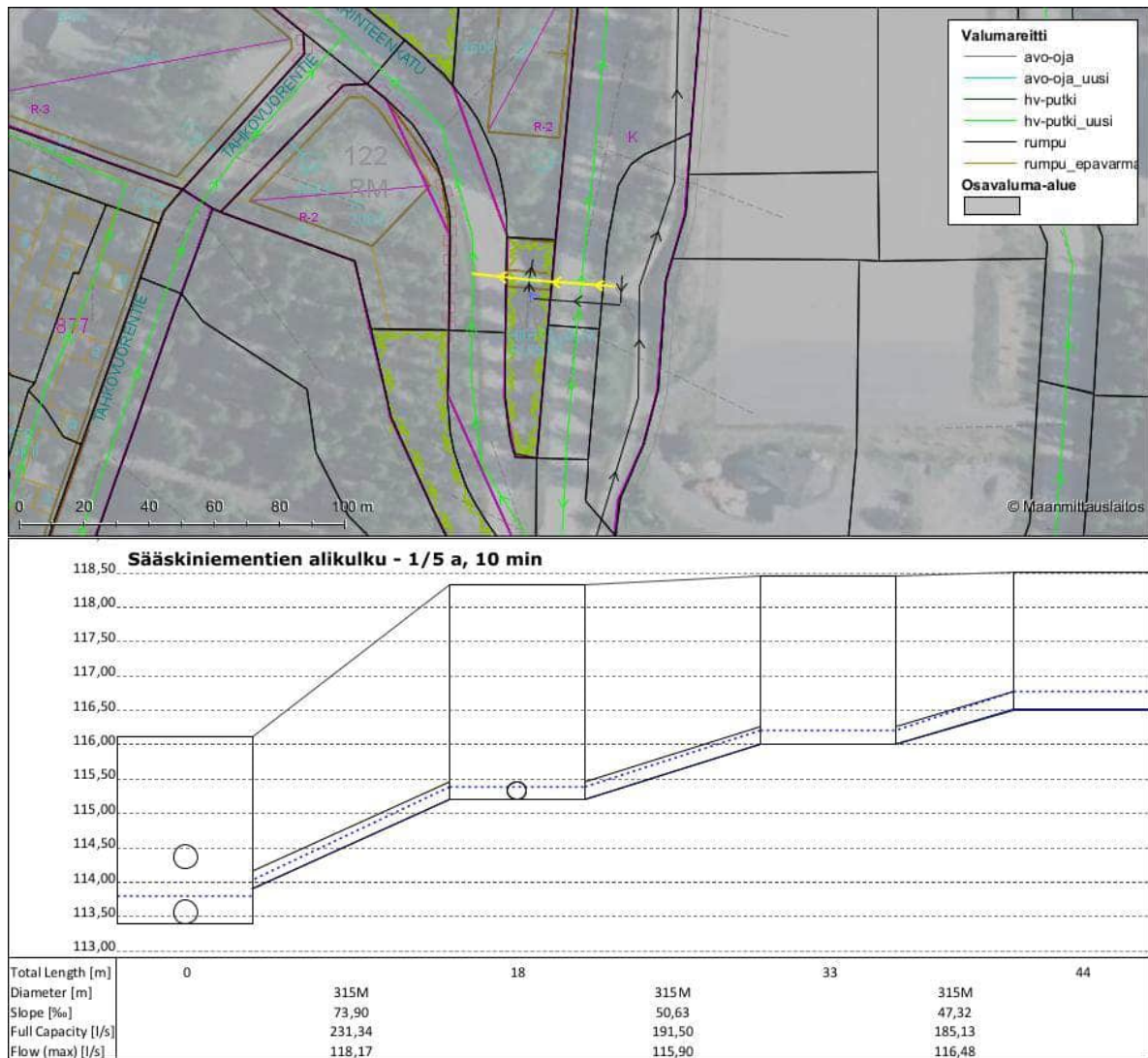
Hulevesiverkoston runkolinjat mitoitettiin hulevesimallin avulla. Hulevesiputket suunniteltiin alustavasti katualueen ajokaistan tai korttelin tiealueen keskellä niin, että asennussyvyys on 2,1 m (jotta ei tarvita routaeristettä). Katualueen tulevana maanpinnan korkeutena käytettiin tilaajalta toimitettua tasausmalla (10/2022) ja muilla alueilla laserkeilausaineistoa. Putkien kaltevuudet suunniteltiin suositeltujen minimi- sekä maksimirajojen ¹ mukaan. Lähtökohtana putket mitoitettiin niin, että mitoitussateella vesipinta jää suurin piirtein putken yläpinnan alle eli että putken täyskapasiteetti vastaa mitoitusvirtamaa.

Suunnittelualueen päärunkolinjojen pituusleikkaukset on esitetty *kuvissa 27 - 34*.



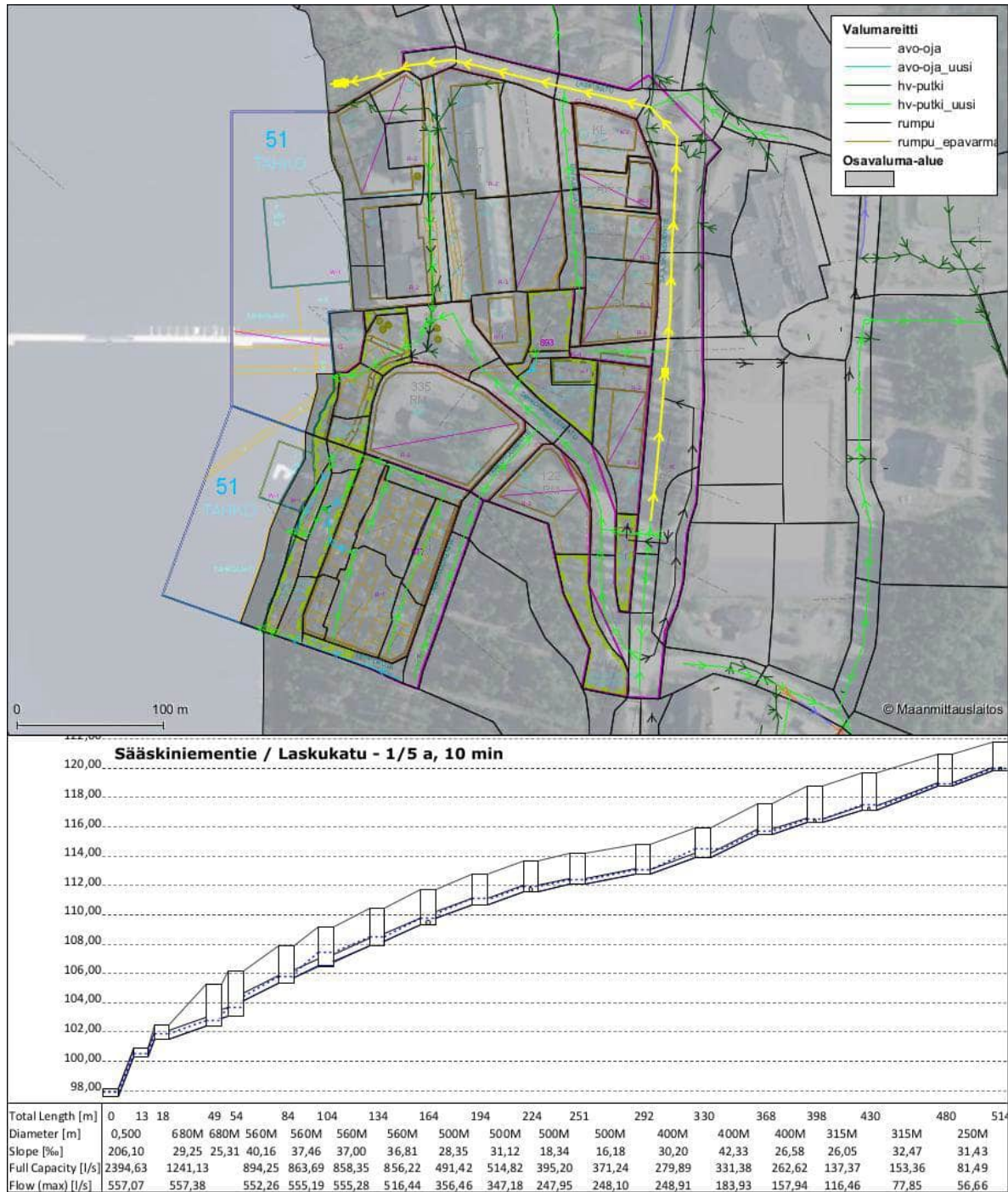
Kuva 27. Pituusleikkaus suunnitellusta hulevesirunkolinjasta Sääskiniementien alapuolella sekä Tahkonrinteenkadulla (Tahkon keskusta) 10 min 1/5 a sateella.

2.3.2023



Kuva 28. Pituusleikkaus suunnitellusta hulevesirunkolinjasta Sääskiniemen alikululla (Tahkon keskusta) 10 min 1/5 a sateella.

2.3.2023

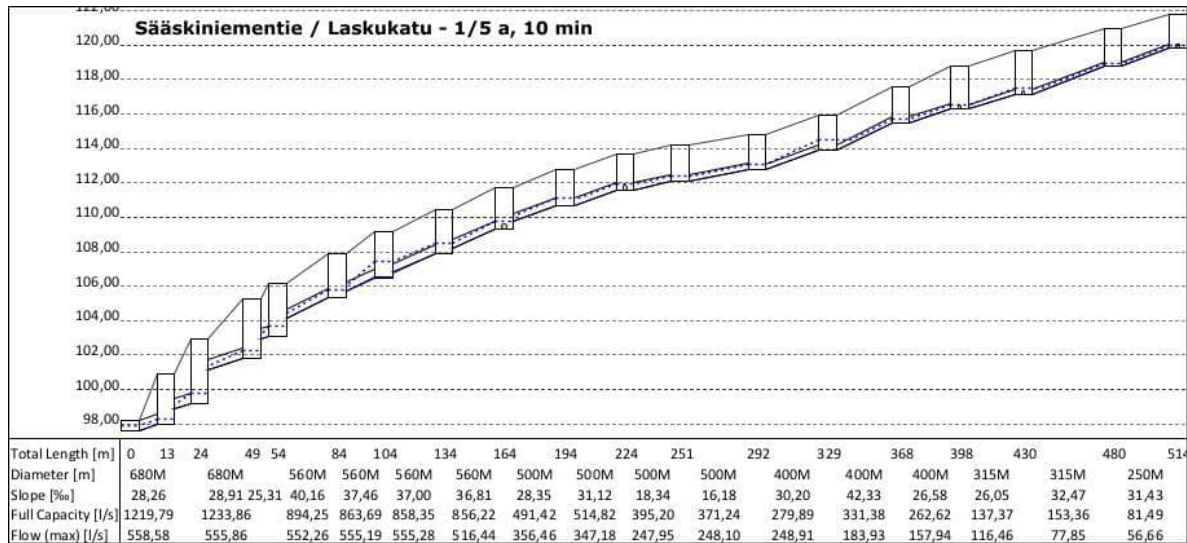


Kuva 29. Pituusleikkaus suunnitellusta hulevesirunkolinjasta Sääskiniementiellä sekä Laskukadulla (Tahkon keskusta) 10 min 1/5 a sateella. Virtausreitit loppuosa on avopainannetta.

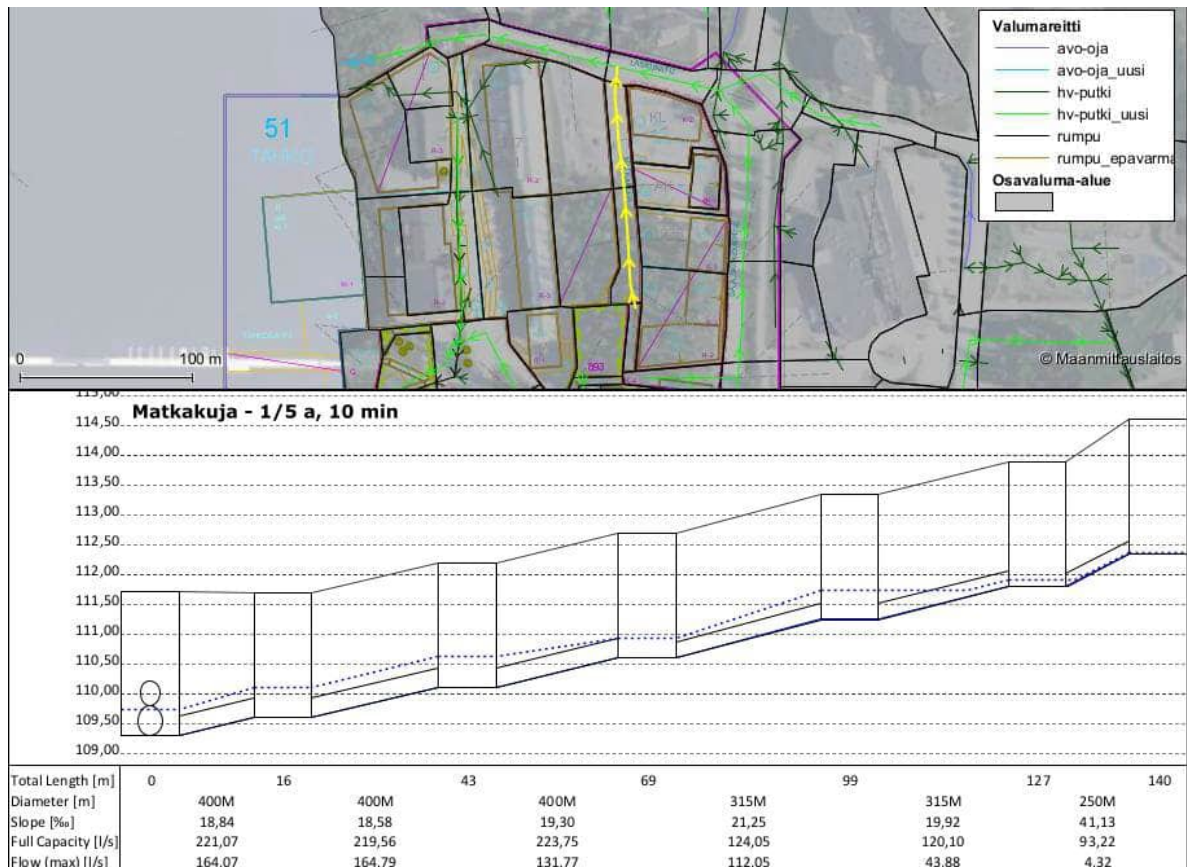
Laskukadun katualueelta lähtee suunniteltu uusi hulevesiviemäri. Virtausreitit loppuosa voidaan toteuttaa tehokkaasti louhoskivillä eroosiosuojattuna painanteena (kaltevuus noin 20 %) tai hulevesiportaina (suositeltu maksimikaltevuus portaiden välillä on 10 %, jonka perusteella saadaan sopiva taso tarvittavan kaivuusyvyuden ja eroosiosuojauksen välillä, tyyppipoikkileikkaukset kuvassa 35).

2.3.2023

Vaihtoehtona hulevesiputki voidaan johtaa samankokoisena rantaan asti, vaikka kaivojen tarvittava syvyys olisi 3 -3,5 m. Purkukohdalle tarvitaan tehokas eroosiosuojaus (esim. kivipesä).



Kuva 30. Pituusleikkaus suunnitellusta hulevesirunkolinjasta Sääskiniementiellä sekä Laskukadulla (Tahkon keskusta) 10 min 1/5 a sateella. Virtausreitit loppuosa putkitettu.



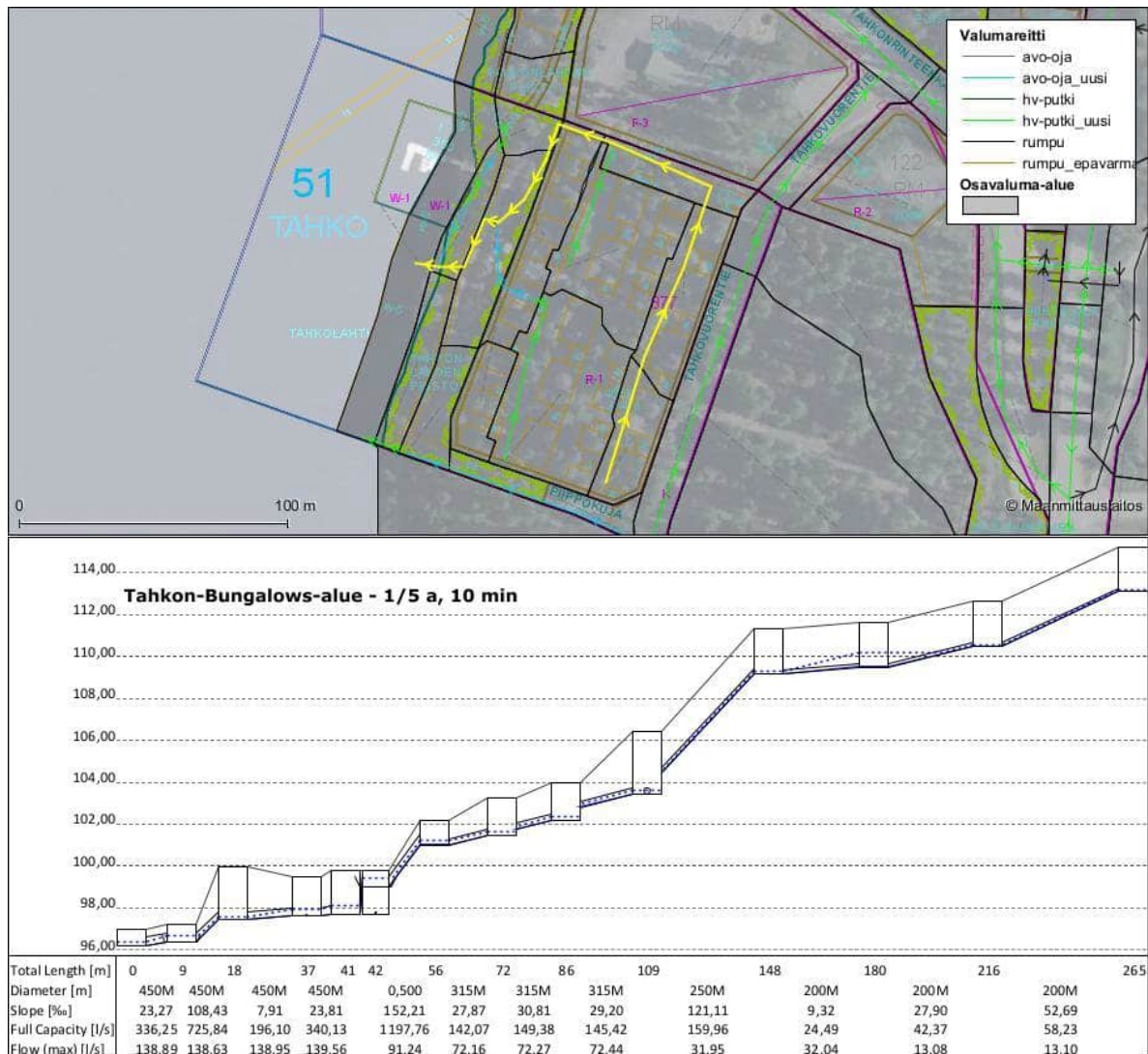
Kuva 31. Pituusleikkaus suunnitellusta hulevesirunkolinjasta Matkakujalla (Tahkon keskusta) 10 min 1/5 a sateella.

2.3.2023



Kuva 32. Pituusleikkaus suunnittelusta hulevesirunkolinjasta Tahkovoorentiellä 10 min 1/5 a sateella.

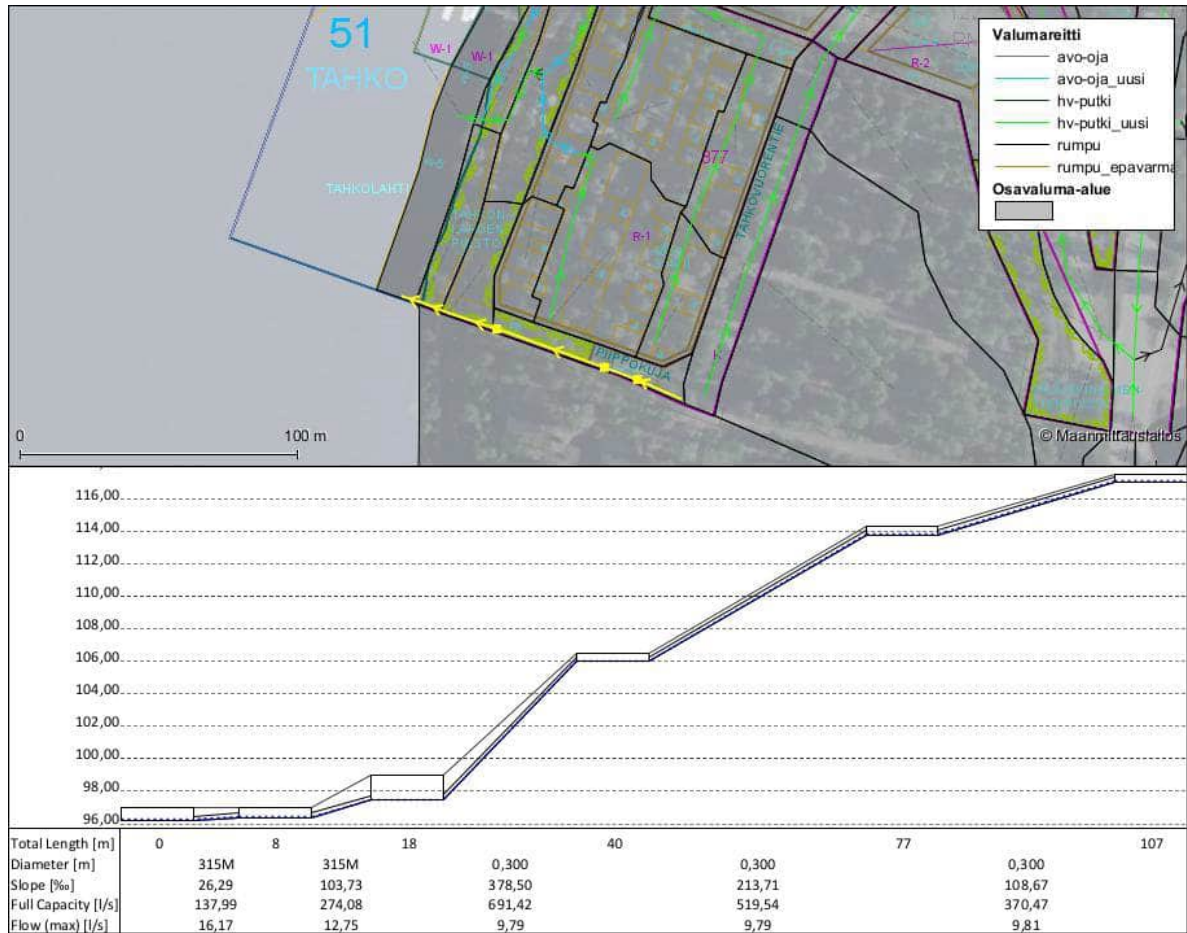
2.3.2023



Kuva 33. Pituusleikkaus suunnittelusta hulevesirunkolinjasta Tahkon Bungalows alueella (runkolinja alkaa puistoalueella, korttelikohtainen verkosto vain mallinnuksen takia laitettu) 10 min 1/5 a sateella.

Tahkon Bungalows alueen eteläreunalla (Piippokujan vieressä) johdetaan teialueen hulevedet sekä osa puistoalueen hulevesistä Tahkolahden suuntaan. Koska maanpinnan luiskat ovat lahden suuntaan jyrkät (kaltevuudet yläosassa 10 - 20 %, alaosassa ≥ 30 %, mutta vesimäärä on pieni, suositellaan toteutettavan johtoreitti joko murskeella eroosiosuojattuna painanteena (typpipoikkileikkaus kuvassa 35) ja alaosassa hulevesiportaina.

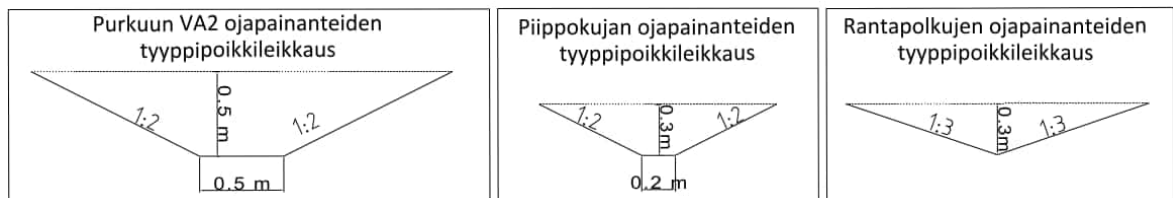
2.3.2023



Kuva 34. Pituusleikkaus suunnitellusta hulevesirunkolinjasta Tahkon Bungalows alueen etäreunalla (Piippokujan vieressä, esitetty ilman portaita) 10 min 1/5 a sateella.

Muut liitekartalla 2 esitetyt viherpainanteet sijoitetaan VL -alueen polkujen yläpuolelle. Tarvittavat vesimäärät ovat hyvin pienet ja tavallinen 30 cm syvä painanne luiskilla 1:3 on riittävä.

Kuvassa 35 on esitetty käytetyt tyypipoikkileikkaukset, jotka ovat jatkosuunnittelussa tarkistettava, kun alueen tasaus ja maankäyttö tarkennetaan.



Kuva 35. Liitekartalla 2 esitettyjen avovirtausreittien tyypipoikkileikkaukset.

2.3.2023

5.2.2 Hulevesien laadullinen hallinta

Hulevesien laadulliset hallintajärjestelmät mitoitettiin kerran vuodessa sadetapahtumilla, johon otettiin ilmastonmuutoksen vaikutus (+20 %) huomioon (1/1 a^{IM}). Tarvitavat tilavaraukset ja keskitettyjen ratkaisujen suositellut sijainnit on esitetty seuraavassa kuvissa ja yleissuunnitelmakartalla (liite 2).

Mikäli mahdollista, kaikille pysäköintialueille (kuvassa 36 merkitty harmaalla ja "pX" -tunnuksella) suositellaan asennettavan öljyn- sekä hiekanerotuskaivoja tai vastaava puhdistusjärjestelmää, kuten esim. Hauraton Drainfix Clean hulevesikouru tai Uponorin suodatuskaivot. Näin olisi mahdollista pienentää keskitetyn käsittelyjärjestelmän tarvittavaa tilavarausta. Tarvitavat kapasiteetit on esitetty taulukossa 7.



Kuva 36. Pysäköintialueet, johon suositellaan aluekohtainen käsittely (katkoviivana alueet, jotka eivät ole merkitty kaavassa maanpäällistä p-alueita: kokonaispinta-ala ja alueiden laajuus ohjeellinen arvio aiemmin kaavan perusteella).

2.3.2023

Taulukko 7. Pysäköintialueille suositellut järjestelmät.

Pysäköinti- alue	1/1a IM 10 min sade			Uponor suodatuskaivo	
		määrä	virtaama	malli	kapasiteetti
	p-a [m ²]	[m ³]	[l/s]		[l/s]
p1	2180	11	19	1 x 1600 / 2 x 1200	20
p2	560	3	5	1 x 1000	5
p3	640	3	6	1 x 1200 / 2 x 1000	10
p4	890	5	8	1 x 1200 / 2 x 1000	10
p5	910	5	8	1 x 1200 / 2 x 1000	10
p6	1700	9	15	1 x 1400 / 3 x 1000	15
p7	860	4	7	1 x 1200 / 2 x 1000	10
p8	400	2	3	1 x 1000	5
p9	520	3	4	1 x 1000	5
<i>ei merkitty maanpäällistä p-aluetta, kokonaispinta-ala arvioitu, alueiden laajuus ohjeellinen aiemmin kaavan perusteella</i>					

Molemmille keskustan alueen runkolinjoille suositellaan suodatusputkia sekä suodatinkammioita (kts. kuva 37):

- Kohdalle A:

Suodatinkammio (Uponor Vault)

Ilman paikallista käsittelyä pysäköintialueilla:

Mitoitusvirtaama 1/1 a^{IM} 10 min sateella 270 l/s,

1 x 12/3000 (pituus 12 m, halkaisija 3 m) + 1 x 8/3000 (pituus 8 m, halkaisija 3 m),
puhdistuskapasiteetti yhteensä 280 l/s.

Paikallinen käsittely mukana pysäköintialueilla:

Mitoitusvirtaama 1/1 a^{IM} 10 min sateella 215 l/s,

1 x 12/3000 (pituus 12 m, halkaisija 3 m) + 1 x 4/3000 (pituus 4 m, halkaisija 3 m),
puhdistuskapasiteetti yhteensä 210 l/s.

Asennussyvyys ~4 m.

- Kohdalle B:

Suodatinkammio (Uponor Vault)

Ilman paikallista käsittelyä pysäköintialueilla:

Mitoitusvirtaama 1/1 a^{IM} 10 min sateella 295 l/s,

1 x 12/3000 (pituus 12 m, halkaisija 3 m) + 1 x 8/3000 (pituus 8 m, halkaisija 3 m),
puhdistuskapasiteetti yhteensä 280 l/s.

Paikallinen käsittely mukana pysäköintialueilla:

Mitoitusvirtaama 1/1 a^{IM} 10 min sateella 265 l/s,

1 x 12/3000 (pituus 12 m, halkaisija 3 m) + 1 x 8/3000 (pituus 8 m, halkaisija 3 m),
puhdistuskapasiteetti yhteensä 280 l/s.

Asennussyvyys ~4 m.

2.3.2023

tai vaihtoehtoisesti:

Maanalainen suodatuskenttä (hulevesikasetit)

Suodatuskerros: paksuus 1 m, arvioitu vedenjohtavuus $2 * 10^{-05}$ m/s (suodatushiekkä)
-> suodatuskapasiteetti ~9 l/s, viipymäkesto ~11 h.

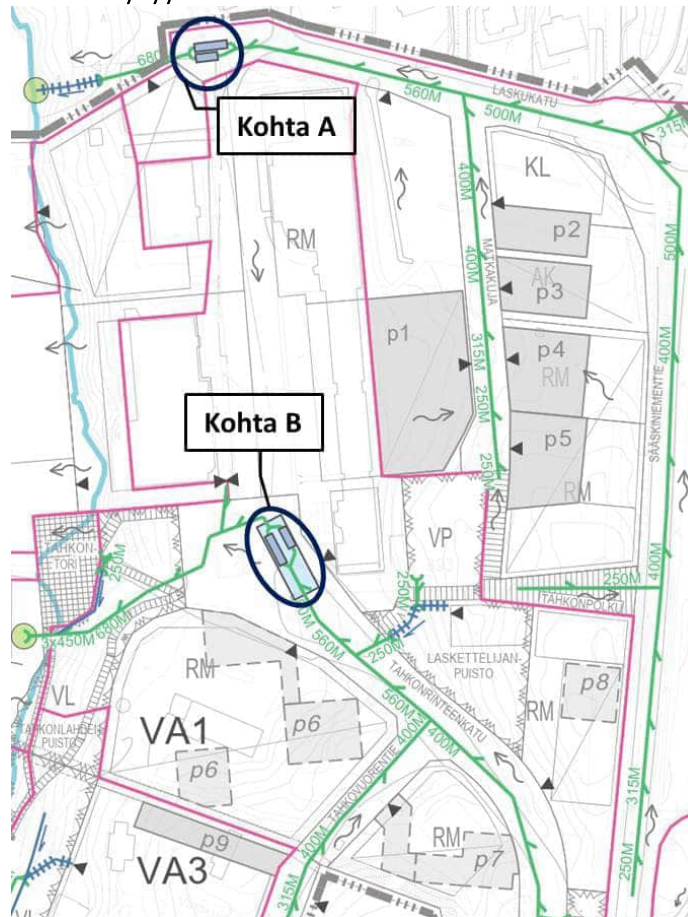
Ilman paikallista käsittelyä pysäköintialueilla:

Mitoitustilavuus 1/1 a^{IM} 10 min sateella 220 m³.
Kasettien sekä suodatuskerroksen pinta-ala ~380 m²,
kasettien syvyys 60 cm, viivytystilavuus 220 m³.

Paikallinen käsittely mukana pysäköintialueilla:

Mitoitustilavuus 1/1 a^{IM} 10 min sateella 200 m³.
Kasettien sekä suodatuskerroksen pinta-ala ~340 m²,
kasettien syvyys 60 cm, viivytystilavuus 198 m³.

Asennussyvyys ~3 m



Kuva 37. Suodatinkammioiden suositellut sijainnit ja laajuudet.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä työssä on laadittu päivitettyjen Tahkon keskustan (AK 879, vaihtoehto VE A) ja Tahko-Bungalows (AK 877) asemakaavaluonnoksien perusteella hulevesienhallinnan yleissuunnitelma. Tahkon

2.3.2023

keskustan alueelle on suunnitteilla lomamatkailuun liittyvän toiminnan kehittämistä, Tahko-Bungalows alueelle on suunnitteilla loma-asuntoalue. Tarkastelussa pohjana käytettiin tilaajan 2/2023 toimittamia kaavaluonnoksia.

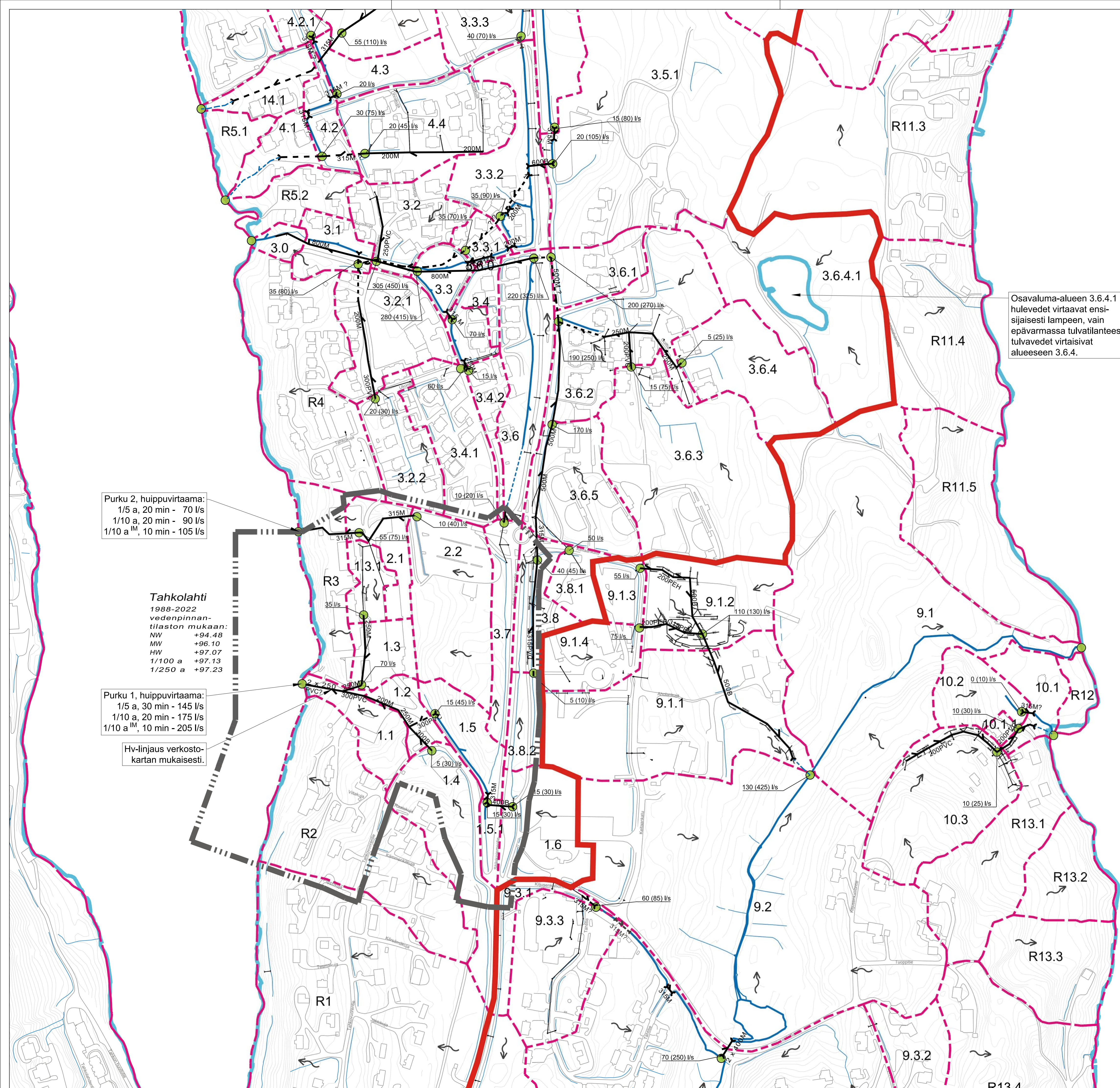
Hulevesitarkasteluissa sekä päivitettiin että tarkennettiin suunnittelualueen valuma-alueet ja valumareitit nykytilanteessa ja tulevan tilanteen mukaisena. Tulevan tilanteen tarkastelut tehtiin alueelle laadittujen asemakaavaluonnosten, osayleiskaavan luokittelun (C-alue) ja maankäytön yleissuunnitelman mukaisesti. Suurin osa suunnittelualueelta on luokiteltu keskusta-alueeksi. Mitoituksessa käytettiin sen takia lähes 100 % läpäisemättömän pinnan määrää asemakaavojen uudisrakentamis- sekä katualueilla. Tarkasteluissa oli käytössä myös alueelle suunnitellut VE A:n katujen tasaukset (10/2022), joiden mukaisesti suunniteltiin hulevesien johtaminen. Johtamisreitit mitoitettiin hulevesimallin avulla 1/5 a sateilla, josta suunnittelualueella mitoituskesto on yleensä 10 min.

Tahkon keskustan suunnittelualueen hulevedet laskevat viereiseen vesistöön (Tahkonlahteen) eikä näin ollen hulevesien määrälliseen hallintaan ollut tarvetta. Hulevesien laadullinen hallinnan vaihtoehtoja tarkistettiin ja mitoitettiin 1/1 a 10 min sateella, johon ilmastonmuutoksen vaikutusta varten on 20 % sademäärän lisäennus otettu huomioon. Yleissuunnitelmakartalla on esitetty vain keskitettyjen hallintajärjestelmien tarvittavat kapasiteetit ja tilavaraukset.

Kuitenkin suositellaan seurattavan hulevesien laatua ja sen mahdollista vaikutusta vesistöön. Pääpurkukohtien yläjuoksulla yleisellä tai pysäköintialueella suositellaan tehtävän keskitetty suodatusjärjestelmä: Tahkon keskustan alueelle suositellaan tilanpuutteen takia maanalaista suodatuskenttää tai -kammiota. Tahkon Bungalows alueen VL-alueella ei ole mm. säilytettävien puiden takia tarpeeksi tilaa viivytyks- sekä suodatuspainannetta varten. Sen takia suositellaan asennettavan suodatuskaivo alueen koilliskulmassa määritetyllä pysäköintialueella.

Suunnittelualueelle esitettiin myös maisemallisena elementtinä vesiaihe, kuten hulevesiportaita, minkä kautta hulevedet voitaisiin johtaa ja joita toimivat osittain lisäksi tulvareittinä.

Yleisille alueille tulevista hulevesiviemäreistä ja suodatusjärjestelmistä/vesiaiheesta tulee laatia toteutussuunnitelmat. Tonttien tasaus ja kuivatus tulee suunnitella siten, että vedet laskevat rakennuksista pois päin aiheuttamatta kuitenkaan haittaa muille tonteille. Rakenteiden kuivatus tulee varmistaa salaojittamalla. Rakentamisen aikaisesta hulevesien hallinnasta suositellaan laadittavan aluekohtaisesti erillinen suunnitelma.



Purku 2, huippuvirtaama:
 1/5 a, 20 min - 70 l/s
 1/10 a, 20 min - 90 l/s
 1/10 a^{IM}, 10 min - 105 l/s

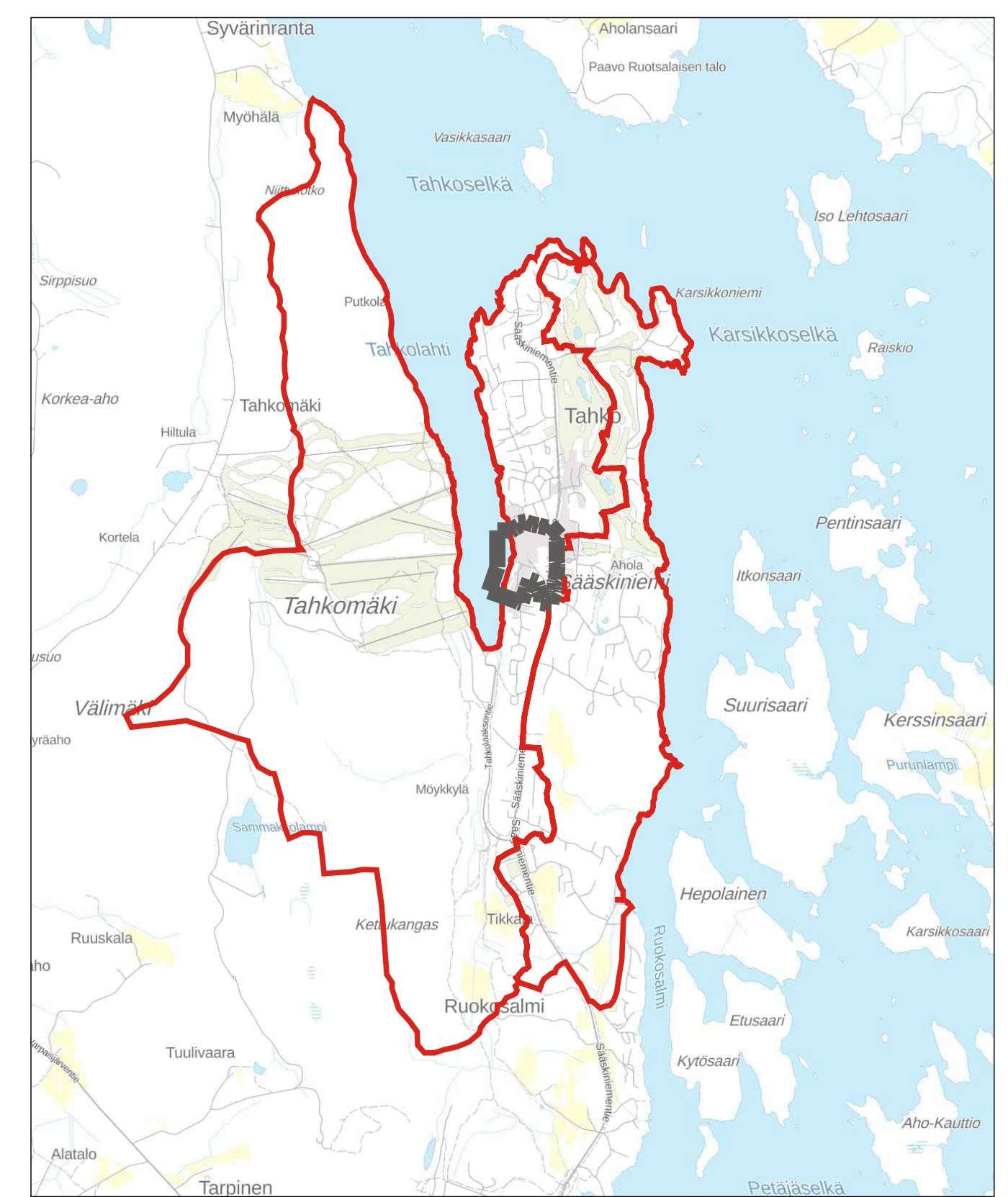
Purku 1, huippuvirtaama:
 1/5 a, 30 min - 145 l/s
 1/10 a, 20 min - 175 l/s
 1/10 a^{IM}, 10 min - 205 l/s

Tahkolahti
 1988-2022
 vedenpinnan-
 tilaston mukaan:
 NW +94.48
 MW +96.10
 HW +97.07
 1/100 a +97.13
 1/250 a +97.23

Hv-linjaus verkosto-
 kartan mukaisesti.

MERKINTÖJEN SELITYKSET

- ■ ■ ■ ■ Suunnittelualue (AK879 ja AK877 asemakaava-alueiden raja)
- Päävedenjakaja (Tahkolahti / Karsikkoselkä)
- Osavaluma-alue ja tunnus
- Nykyinen avo-oja alle 2m pohjakartan mukaan
- Nykyinen avo-oja 2-5m pohjakartan mukaan
- Nykyisen vesistön raja pohjakartan mukaan
- Nykyinen avo-oja, joka toimii päävirtausreitteinä
- Arvioitu avo-oja, tarkistettava
- Arvioitu nykyinen rumpu (sijainti ja ominaisuudet tarkistettava)
- Arvioitu nykyinen hv-viemäri (sijainti ja ominaisuudet tarkistettava)
- Nykyinen hv-viemäri, joka toimii päävirtausreitteinä (putkikoko ja materiaali)
- Nykyinen rumpu, joka toimii päävirtausreitteinä (putkikoko ja materiaali)
- Nykyinen hv-viemäri (verkokortista, 5.9.2022)
- Nykyinen rumpu (verkokortista, 5.9.2022)
- Nykyinen rumpu pohjakartalla
- ↪ Virtaus- sekä valumasuunta
- Valuma-alueen purkupiste
- 200 l/s (490 l/s) Mallinnettu nykytilanteen virtaama, 1/5 a satelliitti, (ensimmäinen arvo 10 min, toinen arvo huippuvirtaamaan sadekeston mukaan)



KORKEUSJÄRJESTELMÄ N2000
 KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ ETRS-GK27
 Liite on allekirjoitettu koneellisesti Kuopion kaupungin asiantuntijajärjestelmässä.
 Allekirjoituksen oikeellisuuden voi todentaa kirjaamosta.

C			
B			
A			
MUUTOSTÄYDENYS		PÄIVÄYS	NIMI
Kohde	TAHKON KESKUSTA JA TAHKON BUNGALOWS AK 879 JA AK 877 HULEVESIEN HALLINNAN YLEISSUUNNITELMA	Piirustuksen sisältö	Mittakaava
		NYKYTILANNESELVITYS	1:2000
		Piirustuslaji	HULEVESI
		Päiväys	Suunn. nro 701
		Hv.	1286/2022
		Asenak. tark.	Projektori
		Suunn./Tark.	Piir. nro
		Piir.	201

KUOPIO
 KAUPUNKISUUNNITTELUPALVELUT, KUNNALLISTEKNIKNEN SUUNNITTELU
 PL 1097 (SUOKATU 42), 70111 KUOPIO
 (017)182 111, www.kuopio.fi

MERKINTÖJEN SELITYKSET

- ■ ■ ■ Suunnittelualue (AK879 ja AK877 asemakaava-alueiden raja)
- Nykyinen avo-oja 2-5m pohjakartan mukaan
- Nykyisen vesistön raja pohjakartan mukaan
- Nykyinen hulevesiviemäri (verkostokartta, 5.9.2022)
- Nykyinen rumpu (verkostokartta, 5.9.2022)
- Päävedenjakaja (Tahkolahti / Karsikkoselkä), suunniteltu
- R3 Päävaluma-alue ja tunnus, suunniteltu
- Hulevesiviemäri, suunniteltu (putkikoko ja materiaali)
- Hulevesiviemäri, suunniteltu ohjeellinen liitos (putkikoko ja materiaali)
- Avo-oja, suunniteltu
- ++ Eroosiosuojattu johtopainanne tai hulevesiportaita, suunniteltu
- Maanalainen viivytys-/suodatuskenttä, suunniteltu
- Maanalainen hulevesisuodatin (Uponor vauht/kammari), suunniteltu
- ▲ Rajakohta (tontin / korttelin liitos tulevaan virtausreittiin, ohjeellinen)
- Virtaus- sekä valumasuunta, suunniteltu
- Päävaluma-alueen purkupiste, suunniteltu
- 495 l/s Mallinnettu suunnittelutilanteen huippuvirtaama, 1/5 a sateilla

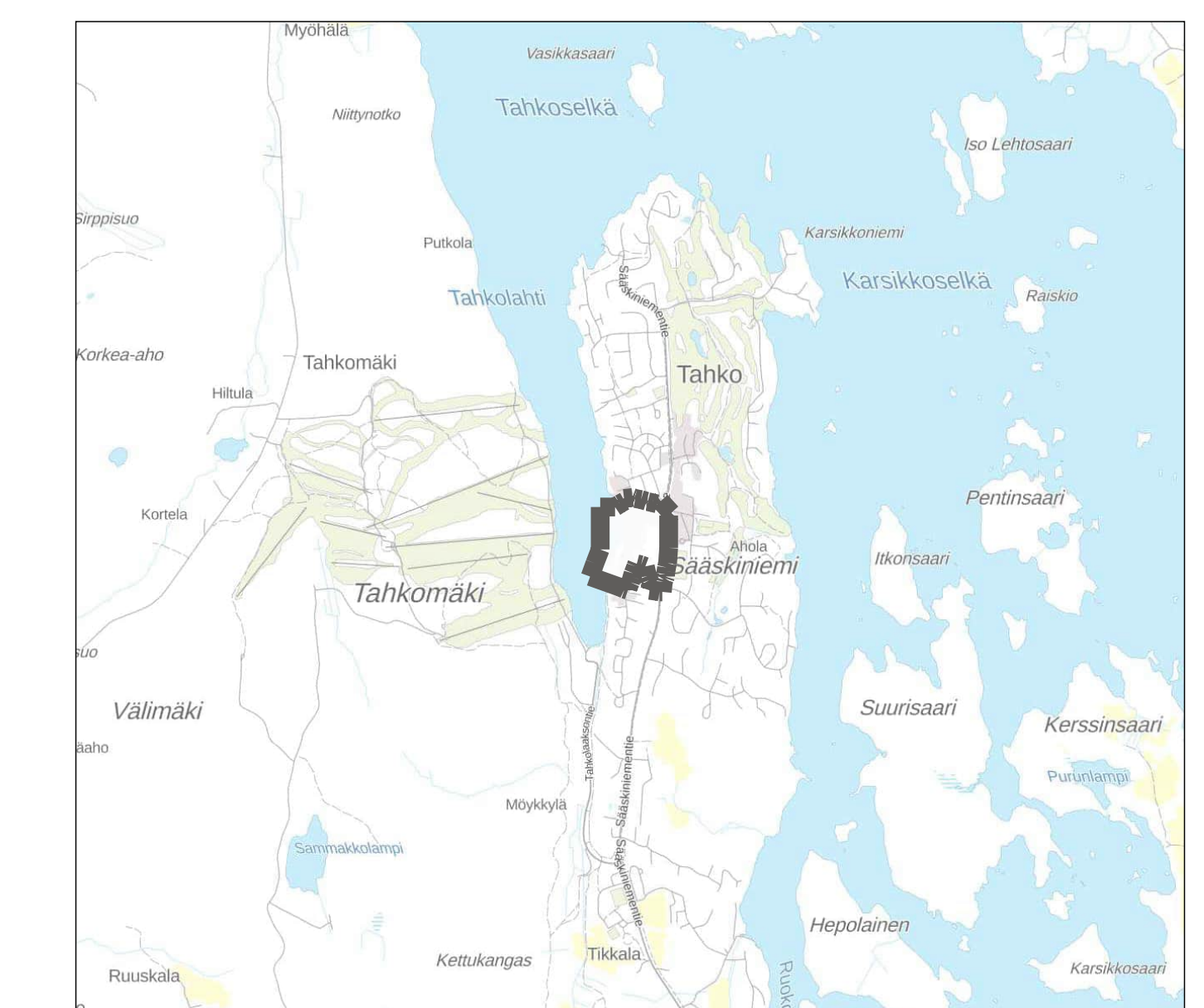
Lähtökohdat ja mitoitusperusteet

Tulevat osavalmu-alueajat ja suunnittelualueen maankäyttö sekä osavalmu-alueiden valumakertoimien tärkeimmät hydrologiset ominaisuudet arvioitiin seuraavan aineiston perusteella:

- Tahkon keskustan (AK 879, VE A, 2/2023) ja Tahkon bungalows (AK 877, 2/2023) asemakaavaluonnokset
- Sääskenimientien itäpuolella olemassa olevat asemakaavat (AK-5018, -5037 ja -5125)
- Arkkitehtitoimisto Suunnitteluhuone Oy:n yleissuunnitelma (vaihtoehto VE A, 2/2022)
- Osayleiskaava (3/2022)

Kartalla esitetty hulevesiverkosto (hulevesiviemärit, johtopainanteet ja muut hulevesireitit) mitoitettiin RATU-raportissa esitettyjen synteettisten kerran viidessä vuodessa toistuvien (1/5 a) mitoitusasteiden perusteella. On pyritty suunnittelemaan hulevesiviemärit 2,1 m syvyydelle. Alueelle esitetyt laadulliset käsittelyjärjestelmät mitoitettiin kerran vuodessa toistuvalla kymmenen minuutin sateella, johon ilmastomuutoksen vaikutus sademäärään on otettu huomioon (1/1 a 10 min).

Hulevesiviemäröinnin purkupisteiden reunaehtona käytettiin Syvärin ylöspäin pyöristettyä 1/250 a vesipintaa (+97,23), eli +97,30. Syvärin vesipintatilasto laskettiin SYKE:n Syvärin Latukosken yläpuolella (mittauskohta 407200) mitatun aineiston perusteella vuodelta 1988 (~34 a, nykyisen säännöstelyluvan mukaan).



KORKEUSJÄRJESTELMÄ N2000
KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ ETRS-GK27

Liite on allekirjoitettu koneellisesti Kuopion kaupungin asianhallintajärjestelmässä.
Allekirjoituksen oikeellisuuden voi todentaa kirjasta.

C			
B			
A			
KÄYTTÖTAVOITTEENNYYS			
Köde	Piirustuksen sisältö	PÄÄVYS	MÄÄRÄ
TAKHON KESKUSTA JA TAKHON BUNGALOWS		ASEMAPÄRUSTUS	
AK 879 JA AK 877		1:1000	
HULEVESIEN HALLINNAN YLEISSUUNNITELMA		Päiväys	
HULEVESI		Suom. dn	
KUIPIO		2.3.2023	
KUNNALLISTEKNIKNEN SUUNNITTELU		P.RISSANEN	
PL 1099 (SUOKATU 42), 70131 KUOPIO		E. WEHNER/MÄLITÄ (PCO)	
0171182 111, www.kuopio.fi		E. WEHNER	
		202	

Loppuosaa voidaan toteuttaa:

- Tehokkaasti louhoskivillä eroosiosuojattuna painanteena (kaltevuus ~20 %) tai
- Hulevesiportaina (suositeltu maksimikaltevuus portaiden välillä 10 %)
- Hv-putkina (680M), purkukohdalle tehokas eroosiosuojaus (esim. kivipesä)

Purku VA2, huippuvirtaama:
1/5 a, 10 min - 570 l/s
1/10 a, 10 min - 670 l/s

Tahkolahti
1988-2022
vedenpinnan-
tilaston mukaan:
NW +94.48
MW +96.10
HW +97.07
1/100 a +97.13
1/250 a +97.23

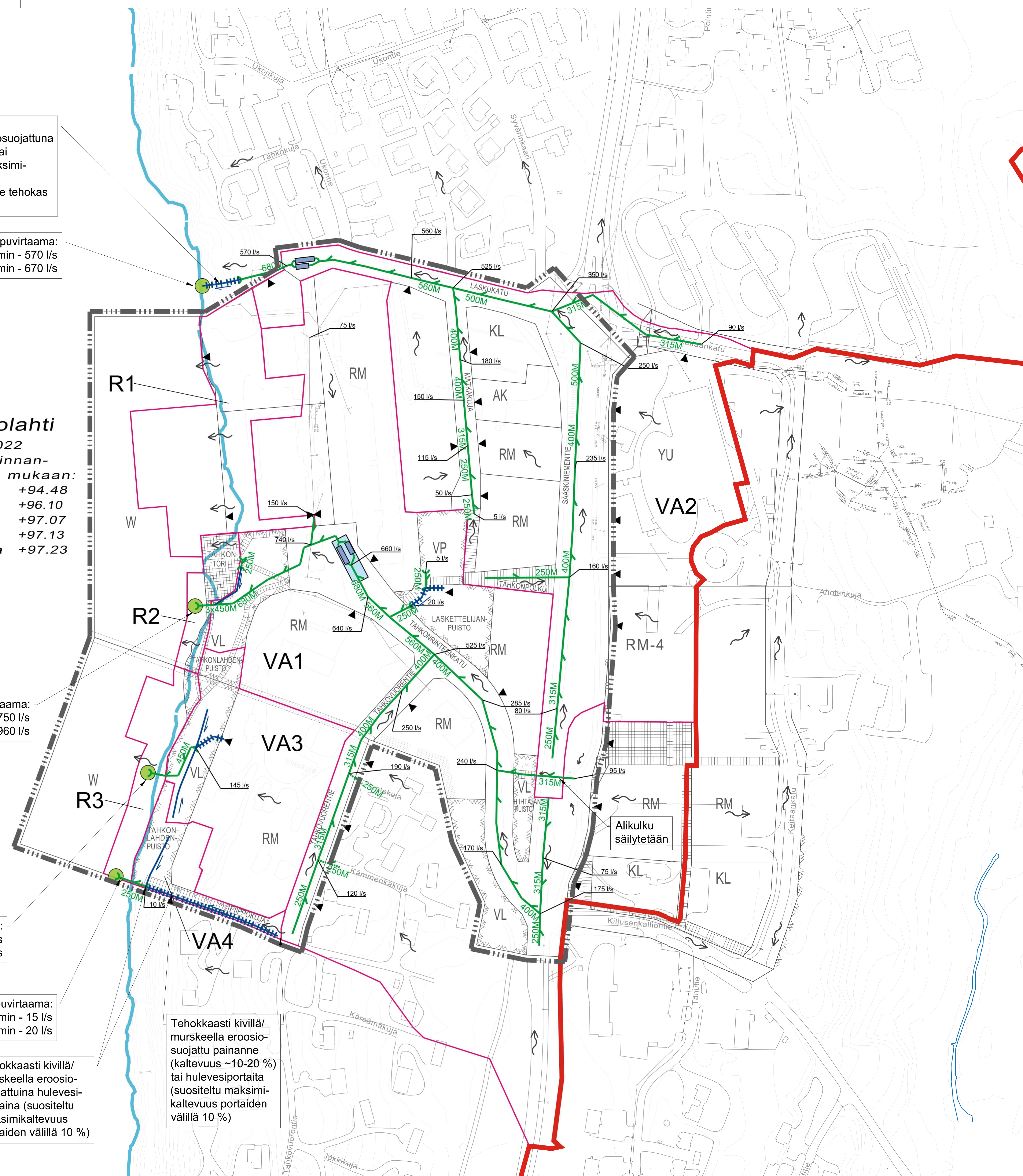
Purku VA1, huippuvirtaama:
1/5 a, 10 min - 750 l/s
1/10 a, 10 min - 960 l/s

Purku VA3, huippuvirtaama:
1/5 a, 10 min - 150 l/s
1/10 a, 10 min - 180 l/s

Purku VA4, huippuvirtaama:
1/5 a, 10 min - 15 l/s
1/10 a, 10 min - 20 l/s

Tehokkaasti kivillä/
murskeella eroosio-
sujattuina hulevesi-
portaina (suositeltu
maksimikaltevuus
portaiden välillä 10 %)

Tehokkaasti kivillä/
murskeella eroosio-
sujattu painanne
(kaltevuus ~10-20 %)
tai hulevesiportaita
(suositeltu maksimi-
kaltevuus portaiden
välillä 10 %)



Reunakiveys pitää tässä kohdassa asentaa matalampana, jotta tulvareitti jatkaa pysäköintialueen pohjoisreunalla esim. viherpainanteena. Koska tähän tulvareittiin on liitetty koko päävaluma-alueen VA2 ylivuotovedet, katualue tasataan ja rajoitetaan reunakiveyksenä niin, että tulvareitti jatkaa tästä suoraan länteen päin lahteen.

Tahkolahti
1988-2022
vedenpinnan-
tilaston mukaan:
NW +94.48
MW +96.10
HW +97.07
1/100 a +97.13
1/250 a +97.23

Reunakiveys pitää tässä kohdassa asentaa matalampana, jotta tulvareitti jatkaa polun mukaan tai vaihtoehtoisesti puiston läpi. Torilla voidaan esimerkiksi toteuttaa matala leveä kivetty kouru, minkä kautta johdetaan tulvavedet sekä torin pintavedet lahteen.

Pysäköintialueen pohjoisreunalla on asennettava reunakiveys niin, ettei tulvavedet virtaa keskustan asemakaava-alueen RM-kortteliin. Tulvareitti voi jatkaa esim. viherpainanteena puistoalueeseen.

Hulevesiverkoston mukaan suunniteltu hv-viemäri toimii tässä myös tulvareittinä. Lisäksi voidaan esitetyillä kohdilla laskea pp-väylän tasoa niin, että hulevesi siellä ylittää polun.

Suunniteltu hulevesipainanne toimii lisäksi tulvareittinä. Piiponkujan ja polun tasaus kallistetaan etelän suuntaan.

Tulvareitti menee Sääskiniementien itäpuolelta osittain alikulun läpi. Osuuden koko riippuu tien itäpuolen alueen tulevasta maankäytöstä sekä tasauksesta. Alikulun päällä tulvareitit menevät alustavan katusuunnitelman mukaan Sääskiniementiellä pohjoiseen sekä etelään päin.

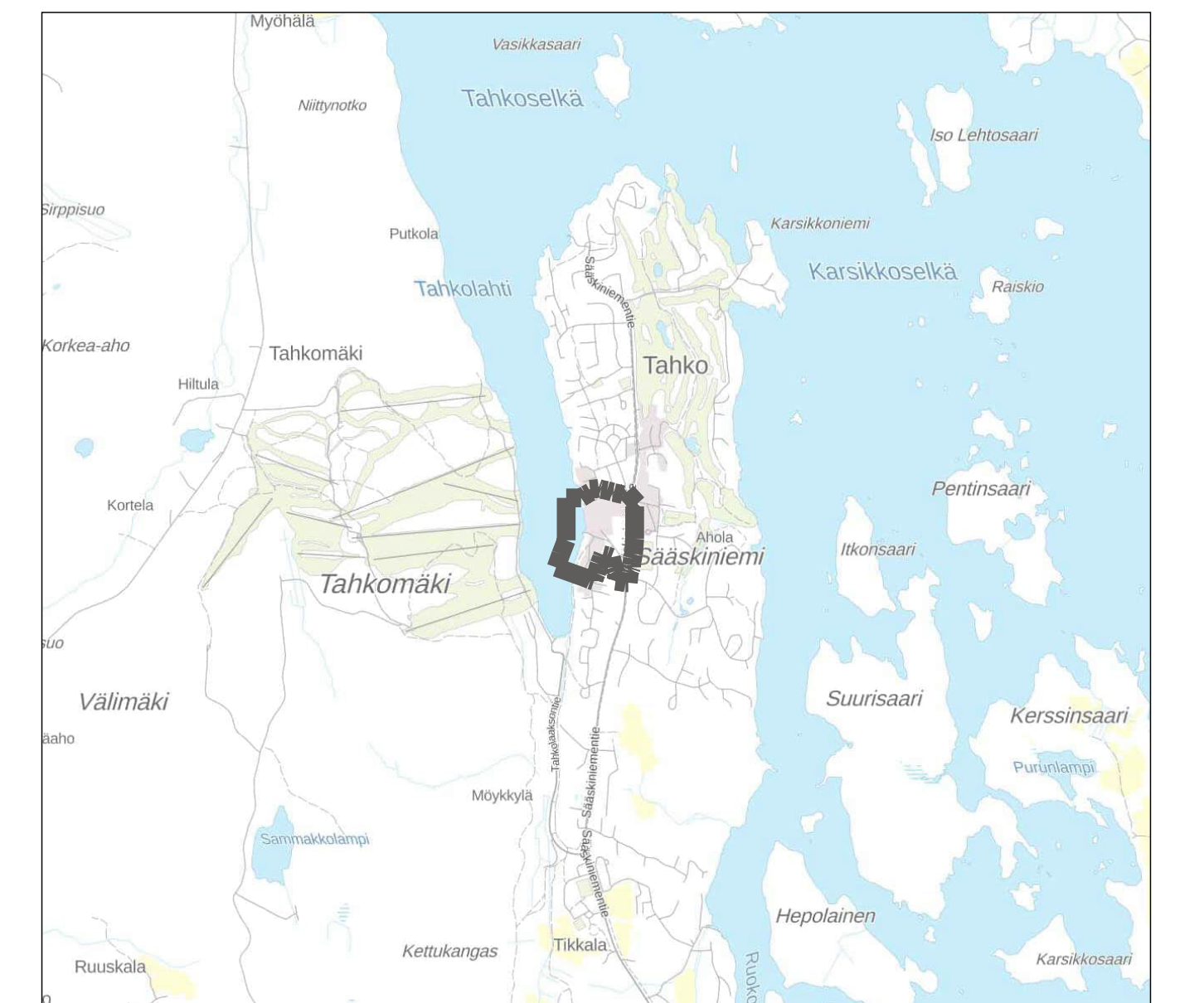
- MERKINTÖJEN SELITYKSET**
- ■ ■ Suunnittelualaue (AK879 ja AK877 asemakaava-alueiden raja)
 - Nykyinen avo-oja 2-5m pohjakartan mukaan
 - Nykyisen vesistön raja pohjakartan mukaan
 - Päävedenjakaaja (Tahkolahti / Karsikkoselkä), suunniteltu
 - R3 Päävaluma-alue ja tunnus, suunniteltu
 - ➔ Päätulvareitti, suun.
 - ➔ Vaihtoehtoinen tai toissijainen tulvareitti, suun.
 - Vesistön tulva-alue 1/250 a (Syvärin vesipintatilaston mukaan)
- Hulevesitulva, arvioitu hulevesimallin 1/100a 10 min sateella laskettujen ylivuotodon perusteella (maksimi vesisyvyys)
- 5 - 10 cm
 - 10 - 30 cm
 - 30 - 50 cm
 - 50 - 100 cm
 - >100 cm

Perusteet

Hulevesien hallinnan ja perinteisen johtamisen lisäksi on suunniteltava erityistilanteita varten hulevesien tulvareitit. Niillä turvataan hulevesien hallittu johtaminen ja rakenteiden kuivana pysyminen tilanteissa, joissa hulevesi- ja viemäriverkon ja mahdollisten hallintamenetelmien kapasiteetti ylittyy. Pihojen kaltevuudet tulee suunnitella siten, että valumasunnat ovat pois päin rakennuksista ja kaltevuudet riittävät hulevesien sujuvaan pintajohtamiseen.

Pidempikestoisten ja harvoin esiintyvien sateiden aikana hulevesiviemäreiden kapasiteetti ylittyy, jolloin hulevedet johtuvat tulvareittejä pitkin alavampiin maastonkohtiin kuten olemassa oleviin ojiin, painanteisiin ja lopuksi Tahkonlahteen. Tulvareitteinä toimivat pääosin reunakivelliset katu- tai korttelikohtaiset tiealueet, joiden korkeiden mukaisesti hulevedet laskevat vesistöön.

Kartalla esitetty vesistön tulva-alue perustuu SYKE:n mitattuun Syvärin vesipintatietoon vuodelta 1988 - 2022 (nykyinen säännöstelyluvun aikana). Esitetty on 1/250 a tilanne (ero 1/100 a tulva-alueen rajan verrattuna on merkitykseltön). Esitetty hulevesitulva arvioitiin hulevesimallin avulla: Suunniteltu hulevesiverkosto mallinnettiin 1/100 a 10 min sateella, lasketut ylivuodot toimivat syötteenä 2D mallinnuksessa. 2D mallinnus on tehty yhdistetyn maastomallin perusteella, johon tuotiin suunnittelualaueen laserkeilausaineisto ja katualue-suunnittelun tasausmallit (10/2022). Kartalla esitetty on sadetapahtuman aikana laskettu maksimi vesisyvyys.



KORKEUSJÄRJESTELMÄ A2000
KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ ETRS-GK27

Liite on allekirjoitettu koneellisesti Kuopion kaupungin asianhallintajärjestelmässä.
Allekirjoituksen oikeellisuuden voi todentaa kirjasta.

C			
B			
A			
MAUTOSTAYDENNYS		PÄÄTYS	MER
Köde	Tahkon keskus ja Tahkon bungalows AK 879 JA AK 877 TULVAREITIT, HULEVESI- JA VESISTÖTULVA (hulevesiverkoston ylivuototulvatilanne)	Piirustuksen sisältö ASEMAPIIRUSTUS	Mittakaava 1:1000
KUOPIO	Kaupungin suunnittelupalvelut, kunnallistekninen suunnittelu PL 1009 (SUUKATU 42), 70131 KUOPIO (017)182 111, www.kuopio.fi	Piirustuksen tekijä P. RISSANEN	Sum. dia 701
		Arvioitu tekijä E. WEHNER/MÄLITÄ (FCO)	Alku 1286/2022
		Arvioitu tekijä E. WEHNER	Piirustuksen numero HV0049
			Pii. vu 203

