

Vastaanottaja
Thomas Hollfast
Wärtsilä Oy

Asiakirjatyyppi
Hulevesiselvitys

Päivämäärä
28.4.2023

WÄRTSILÄ

Hulevesiselvityksen jatkoselvitys ja hulevesisuunnitelma





Hulevesiselvityksen jatkoselvitys ja hulevesisuunnitelma

Projekti **Wärtsilä – Hulevesiselvityksen jatkoselvitys ja hulevesisuunnitelma**
Projekti nro **1510069940**
Vastaanottaja **Thomas Hollfast**
Asiakirjatyyppi **Hulevesiselvitys**
Versio **02**
Päivämäärä **28.4.2023**
Laatija **Veera Kahva, Monica Matsuda-Kivivirta, Johanna Jalonen**
Tarkastaja **Sari Suvanto**
Hyväksyjä

Ramboll
PL 25
Itsehallintokuja 3
02601 ESPOO

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201

Sisältö

1.	Johdanto	2
2.	Työn sisältö	2
2.1	Terminologia	3
2.2	Käytetty koordinaatisto- ja korkeusjärjestelmä	3
3.	Suunnittelualueen nykytila	3
3.1	Suunnittelualue	3
3.1.1	Suunnittelualueen hydrologia	4
3.2	Maaperä ja maaperän pilaantuneisuus	7
4.	Hulevesimallinnus	8
4.1	Mallinnusskenaariot	9
4.2	Mallinnustulokset	9
4.2.1	Vuorikadun ja Pitkäkadun risteys	10
4.2.2	Suositukset mallinnuksen perusteella	11
5.	Asemakaavan hulevesiselvitys	12
5.1.1	Hulevesien hallinnan lähtökohdat ja reunaehdot	12
5.1.2	Maankäytön muutokset	13
5.1.3	Maankäyttösuunnitelman tulvareitit	14
6.	Hulevesisuunnitelma	15
6.1	Hulevesien hallintamenetelmien valinta	15
6.2	Mitoitussade	15
6.3	Virtaamalaskenta	15
6.4	Hulevesien muodostuminen alueella	16
6.5	Hulevesien tuominen hulevesipuistoon	17
6.6	Laadunhallinta kokoavissa rakenteissa	18
6.7	Hulevesien hallinta yleisillä alueilla osa-alueittain	19
6.8	Toimenpiteet korttelialueilla	23
6.9	Pilaantuneiden maiden vaikutus hulevesiin	25
6.10	Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinta	25
7.	Soveltuvia kaavamerkintöjä ja määräyksiä	26
7.1	Korttelialueet	26
7.2	Yleiset alueet	27
8.	Johtopäätökset	28

1. Johdanto

Vaasassa, Wärtsilän omistuksessa olevalla kiinteistöllä (kiinteistönnumerot 905-4-77-6, 905-4-77-2, 905-871-2-1, 905-4-77-3) osoitteessa Järvikatu 2-4, on tekeillä asemakaavamuutos. Alue tunnetaan nimellä Vöyrinkaupungin konepaja-alue. Kaavamuutoksen syynä on Wärtsilän tuotannon siirtyminen pois kyseiseltä kiinteistöltä. Alueelle kaavoitetaan asumista sekä asumista tukevia palveluita. Asemakaavamuutosta varten on laadittu hulevesiselvitys Ramboll Finland Oy:ssä keväällä 2021.

Hulevesiselvitystä laadittaessa huomattiin, että asemakaava-alueen läpi kulkee hulevesiä laajalta alueelta Vaasan keskustasta ja alueella ja sen välittömässä läheisyydessä kulkee tärkeitä tulvareittejä. Alueen ympäristössä on lisäksi havaittu tulvimista sateiden aikana paikallisissa alimmissa kohdissa, joista ei ole nykyisellään maan pinnalla kulkevaa tulvareittiä.

Kaavoitettavalla alueella tulee kiinnittää erityistä huomiota hulevesien laadulliseen hallintaan, sillä hulevedet vastaanottavan Onkilahden vedenlaatu on jo nykyisellään välttävä, eikä sen laatua ole syytä heikentää nykyisestä.

Aiemmassa hulevesiselvityksessä esiin nousseiden seikkojen vuoksi todettiin, että alueen hulevesiä on tarpeen tarkastella tarkemmin. Tässä työssä selvitettiin kaavoitettavan alueen ja siihen vaikuttavan valuma-alueen hydrologia sekä hulevesiverkoston kapasiteetti nykytilassa virtausmallinnuksella. Lisäksi mitoitettiin kaava-alueen maankäyttöluonnoksessa sijaitseva hulevesiuoma tilanteessa, jossa Vöyrinkaupungin konepaja-alueen asemakaava-alue on rakentunut maankäyttösuunnitelman mukaisesti.

2. Työn sisältö

Työ jakautui kolmeen eri osavaiheeseen:

1. Hulevesimallinnus
 - laadittiin Vöyrinkaupungin konepaja-alueelta ja siihen vaikuttavilta valuma-alueilta hydrologinen ja hydraulinen malli
 - malliin lisätty radan eteläpuolinen alue
2. Asemakaavan hulevesiselvitys
 - viimeisin viitesuunnitelma saatu 15.6.2022
 - otettu mukaan maankäyttöluonnoksen ranta-alue
3. Asemakaavan hulevesisuunnitelma

2.1 Terminologia

BMP	Best Management Practise eli esimerkiksi ympäristön kannalta parhaan käytännön mukainen menettely.
Biopidätys, biosuodatus	Veden suodattaminen ja puhdistaminen orgaanisissa maakerroksissa. Hulevedet johdetaan kasvipeitteiseen painanteeseen (engl. rain garden, bioretention, biofiltration); vesi pidättyy ja puhdistuu painanteessa, josta se suodattavan maakerroksen läpi imeytetään maaperään tai johdetaan hulevesijärjestelmään
Hulevesi	Maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettava sade- tai sulamisvesi
Hulevesien hallinta-alue	Hulevesien määrälliseen ja/tai laadulliseen hallintaan varattu alue. Alueelle voidaan sijoittaa esimerkiksi biopidätysalue tai viivytyspainanne.
Kosteikko	Hulevesien käsittelymenetelmä, jossa hulevesi johdetaan hitaasti virtaavaan, matalaan lammikkoon, viipymä lammikossa luokkaa 1 vuorokausi. Kosteikon vesialue rakennetaan siten, että vesialue muodostuu pysyväksi. Haitta-aineita poistuu hulevedestä laskeutumalla ja pidättymällä kosteikon kasvillisuuteen. Kosteikko voi olla luonnollinen, rakennettu tai näiden yhdistelmä.
Viivytyspainanne	Hulevesien hallintamenetelmä, jossa hulevesivirtaamaa hidastetaan ja pidätetään. Hulevedet varastoidaan painanteeseen tietyksi aikaa ja vapautetaan vähitellen eteenpäin. Viivytyspainanteessa ei ole pysyvää vesipintaa vaan se kuivuu sadetapahtumien välissä.

Määrittelyt Kuntaliiton hulevesioppaan (2012) mukaisesti.

2.2 Käytetty koordinaatisto- ja korkeusjärjestelmä

Suunnitelmassa on käytetty GK22-koordinaatiostoa ja N2000 – korkeusjärjestelmää.

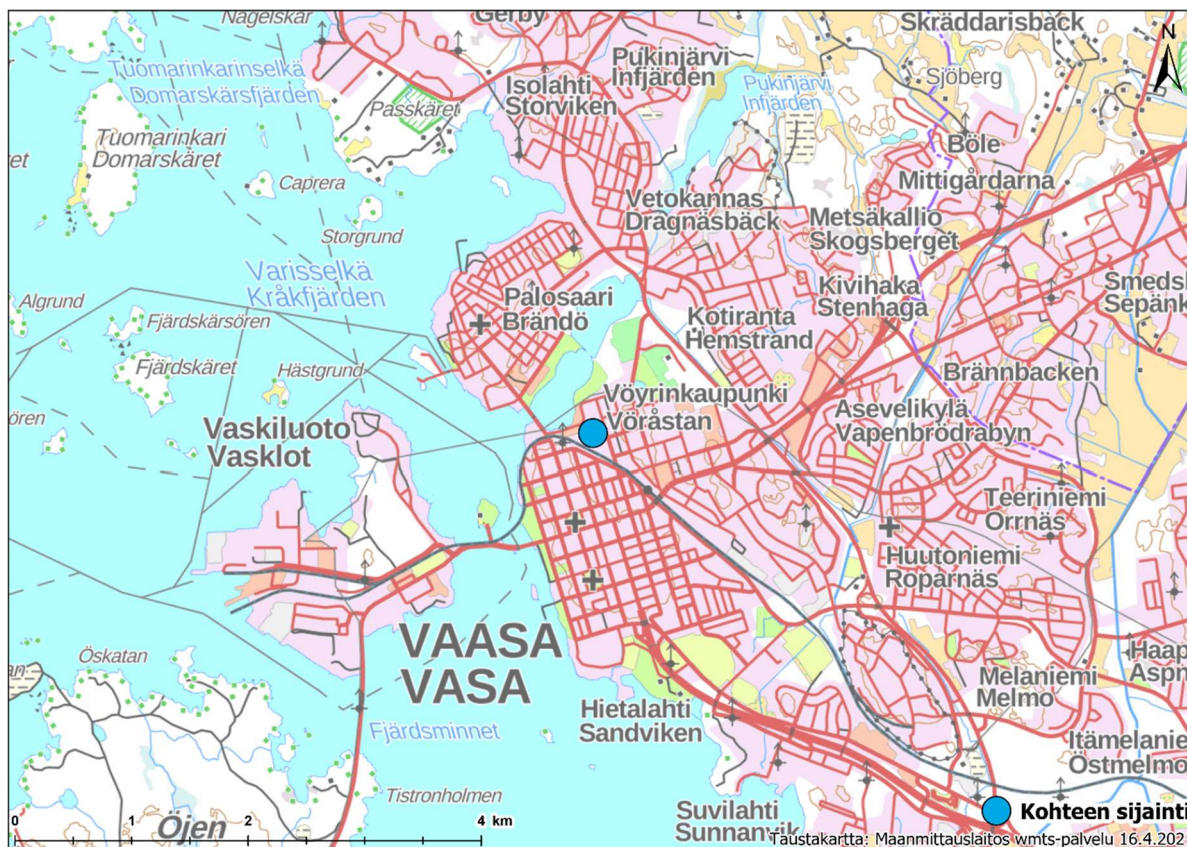
3. Suunnittelualueen nykytila

3.1 Suunnittelualue

Suunnittelualue sijaitsee Vaasassa, Vöyrinkaupungin kaupunginosassa (Kuva 1). Wärtsilä Finland Oy:n toimipiste sijaitsee osoitteessa Järvikatu 2–4. Alue rajautuu itäpuolelta Pitkäkatuun ja etelässä Ratakatuun. Alueen luoteis- ja pohjoispuolella on Onkilahti. Lounaassa aluetta rajaa Vaasa-Vaskiluoto rautatie.

Nykyisellään suunnittelualueella sijaitsee Wärtsilän tehdasrakennuksia sekä tehtaan toimintoihin liittyviä muita rakennuksia. Alueella on joitain säilyviä/suojeltuja rakennuksia, jotka on huomioitu tässä selvityksessä. Kohdekiinteistöllä on halli- sekä varastorakennuksia. Piha-alueet ovat pääosin asfalttipintaisia liikennealueita. Alueella kulkee useita maanalaisia kaapeli- yms. linjoja.

Nykyisellään suunnittelukohde on merkitty kaavaan TT-merkinnällä (ympäristövaikutuksiltaan merkittävien teollisuustoimintojen alue). Tuotannon siirtyessä pois suunnittelualueelta, kaavoitetaan alue uudestaan asuinalueeksi sekä sitä tukevien palveluiden alueeksi.



Kuva 1. Suunnittelualueen sijainti Vaasan kaupungissa.

3.1.1 Suunnittelalueen hydrologia

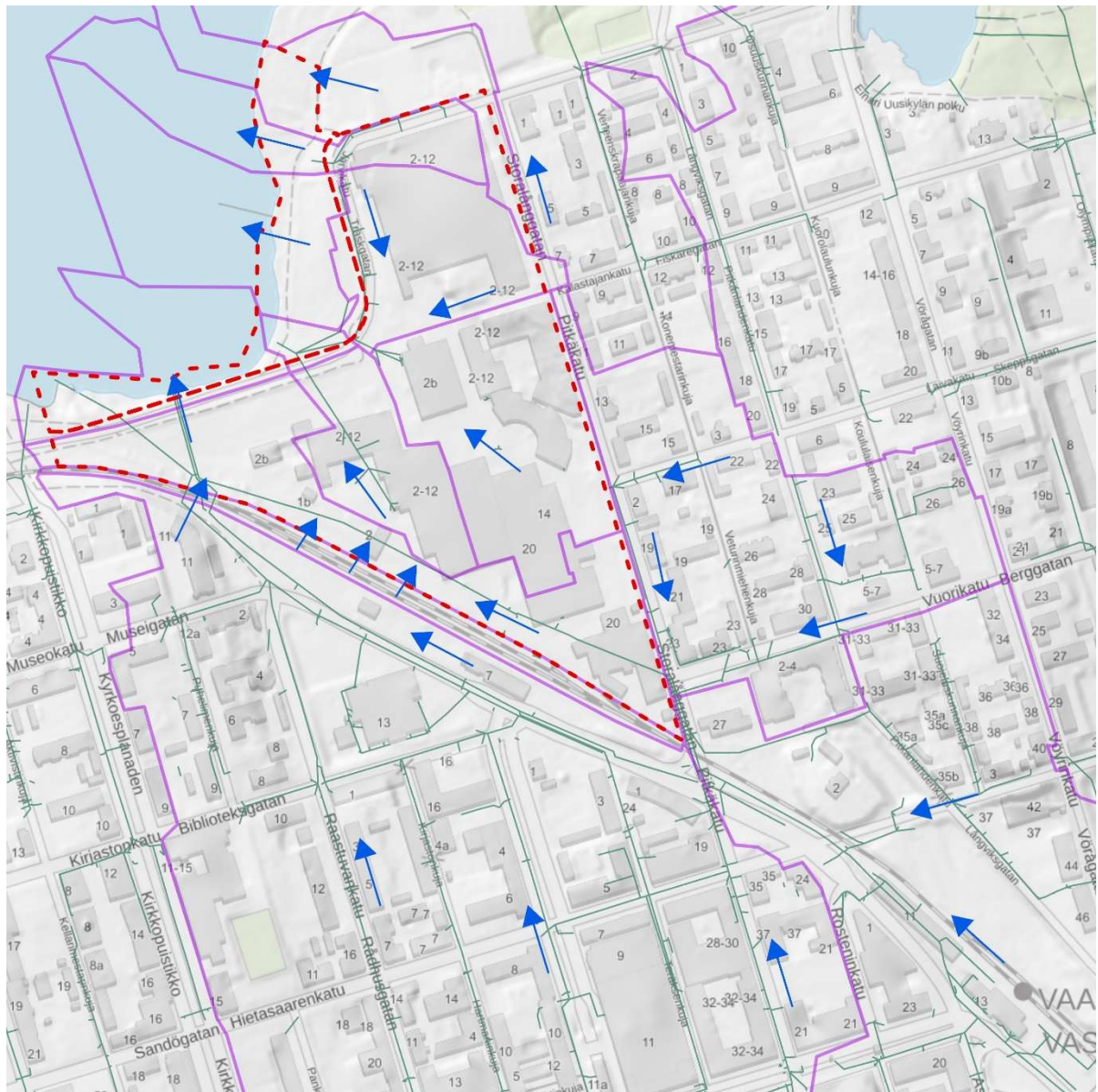
Suunnittelualuetta lähinnä sijaitseva Sepänkylä-Kappelinmäen pohjavesialue sijaitsee noin 5,6 km itään. Kyseinen alue on luokiteltu vedenhankinnan kannalta tärkeäksi pohjavesialueeksi (luokkaa I).

Suunnittelualue sijaitsee Onkilahden rannalla. Onkilahti kuuluu Vasa Storfjärdin rannikkoalueen vesistöön (Nro 97.211). Onkilahti on Varisselän kautta suorassa yhteydessä Itämereen. Onkilahden ekologinen tila on määritetty välttäväksi (EPOELY).

Pohjaveden pintaa on mitattu alueella joulukuussa 2022 sekä joistakin pisteistä myös tammikuussa 2023 (Ramboll, maaperä-, pohjavesi- ja huokosilmatutkimukset 2023). Näiden mittaustulosten perusteella pohjavesi on alueella pääosin 1,5...2,5 metriä maanpinnan alapuolella täyttökerroksessa. Pohjaveden pinnan taso on meren rannan läheisyydessä lähellä maan pintaa. Alueen kaakkoisosassa, jossa myös maanpeitteen paksuus on suurempi, pohjaveden pinta todettiin 8,5 m syvyydellä maanpinnasta. Alueen eteläosassa pohjavesi sijoittuu noin tason +1,0 molemmiin puolin, nousten eteläisimmässä pisteessä noin tasolle +1,8. Pohjoisemmassa pohjavedenpinta nousee tasolle +2,7 ja on ylimmillään pohjoisessa rakennuksen nurkalla tasolla +4,9.

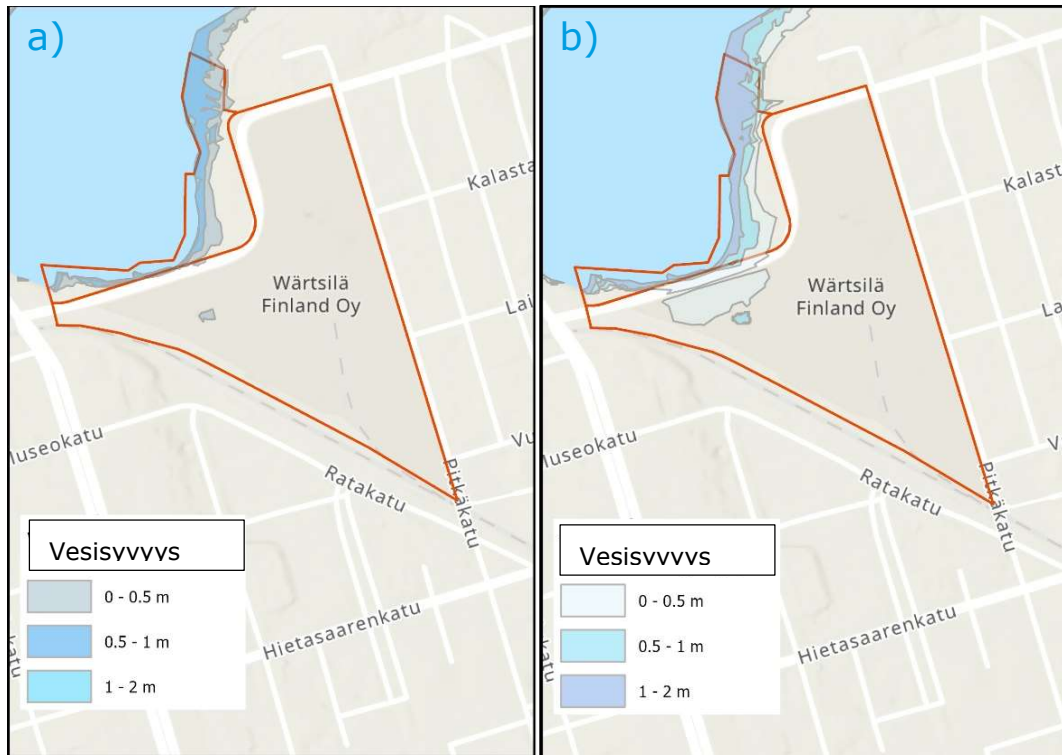
Suunnittelualue sijaitsee lähellä valuma-alueiden purkupistettä. Sen kautta kulkee pitkältä Vaasan keskusta-alueelta vetensä keräävän 53 hehtaarin kokoisen valuma-alueen virtaus- sekä tulvareitti. Alueen pohjoisosasta radan ali Museokadun suunnasta tulee suunnittelualueelle vesiä noin 41 hehtaarin kokoiselta valuma-alueelta. Vedet purkavat samaan pisteeseen suunnittelualueen läpi kulkevan kokoojaviemärin kanssa, josta vedet purkavat mereen (Kuva 2).

Nykytilanteessa alueella on pääosin kattopinta-alaa sekä asfaltoitua piha-aluetta.

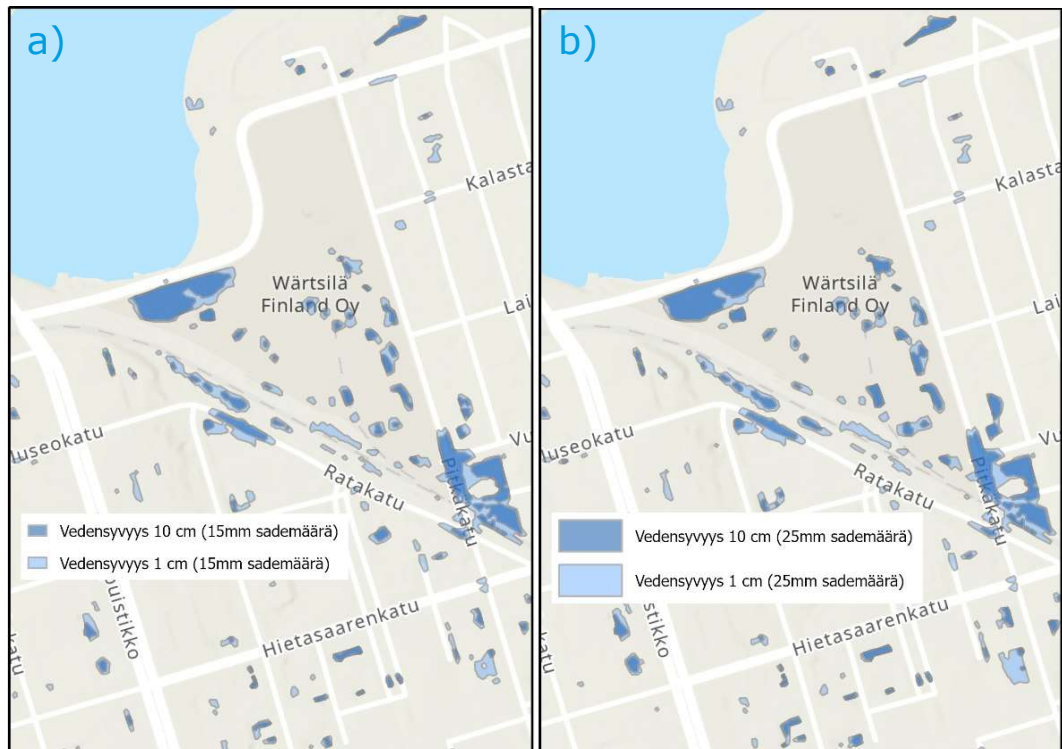


Kuva 2 Suunnittelualueen nykyiset valuma-alueet ja verkostot. Suunnittelualue on esitetty punaisella viivalla.

Alueelle nousee tulvakarttojen perusteella meritulva n. 1/100a tilanteessa (Kuva 3). Alueella sijaitsee luonnollisia maanpinnan painanteita (Kuva 4). Kuvan tarkastelussa ei ole purkua hulevesiverkostoon, vaan se esittää maanpinnan luonnollisia painanteita.



Kuva 3 Tulvavaarassa olevat alueet tulvakeskuksen meritulvavaara-alue kartan mukaan (SYKE). a)1/5a tilanteessa; b)1/100a tilanteessa.



Kuva 4 Alueella nykytilanteessa olevat luonnolliset painannekohdat, joihin vesi kertyisi jos maaperään ei imeydy vesiä eivätkä vedet mahdu verkostoon. (Scalgo) a)1/5a sateella; b)1/20a sateella.

3.2 Maaperä ja maaperän pilaantuneisuus

Suunnittelualueen maaperä on pääosin silttiä ja savea (Si ja Sa) sekä moreenia (Mr) (Kuva 5). Kiinteistön alueella on lisäksi osittain täyttömaata sekä vanhaa kaatopaikkaa. Kallion pinnantas vaihtelee, korkeimmillaan kalliopinta on lähes maanpinnan tasossa. Liejusavivyyhyke on historiallisten ilmakuvien perusteella entistä Pohjanlahden pohjaa, jota on täytetty vuoden 1930 jälkeen sekä osin sitä ennen.

Suunnittelualueella pääosin happamien sulfaattimaiden esiintyminen on pieni, mutta Onkilahden ranta-alueella se on suuri (GTK:n maaperäkartta).

Alueella on havaittu pilaantuneita maita ja alueella on myös tehty paikoin pima-kunnostustöitä rakennustöiden yhteydessä (Wärtsilä Finland oy tehdasalueen nykytilan tarkastelu, 2.6.2021, Ramboll Finland Oy).

Alueella tehdyn pilaantuneen maan kartoituksen (Ramboll Finland Oy 2023) näytteenoton yhteydessä selvitettiin alustavasti maaperän laatua tutkimuspisteiden kohdalla n. 3,0...4,5 metriin maanpinnasta. Pohjoisessa olevan rakennuksen ympäristössä pintakerroksen alla on 1,0...3,0 metrin paksuinen hiekkainen kerros, jonka alla on paikoin hienompi silttikerros tai silttinen hiekkakerros. Tutkimukset on päätetty tällä alueella 2,0...3,0 metrin syvyyteen.

Järvikadun läheisyydessä tehtyjen tutkimusten perusteella nykyisen pysäköintipaikan alueella, pintakerroksen alla on noin kaksi metriä paksu hiekkakerros, jonka alla on savinen kerros.

Alueen etelälaidalla, radan läheisyydessä pintakerroksen alla on 1,0...3,5 metrin paksuinen moreenikerros, jonka alla on savea. Tutkimukset on päätetty alueella 3,0...4,5 metrin syvyyteen.

Lisäksi alueella on ollut vanha kaatopaikka, jonka raja-alue on esitetty pima-selvityksessä (Ramboll 2023). Alueella on havaittu jätejakeita ja tummunutta maa-ainesta Järvikadun varrella olevan pysäköintialueen yhteydessä sekä etelässä rakennuksen länsipuolella.

Alueen maaperästä löytyi kohonneita haitta-ainepitoisuuksia (pima-metalleja, PAH-yhdisteitä ja öljyhiilivetyjä, Ramboll 2023). Kohonneet haitta-ainepitoisuudet maaperässä olivat pääosin vanhan kaatopaikan alueella tai sen läheisyydessä. Asemakaava-alueen pohjois- ja eteläosassa haitta-ainepitoisuudet olivat selvästi pienempiä. Pohjavedessä havaittiin useampia haitta-aineita vaihtelevasti (mm. metalleja, öljyhiilivetyjä, PAH-yhdisteitä, VOC-yhdisteitä), mutta pitoisuudet olivat pääosin melko matalia.

Kuva 5 Suunnittelualueen maaperä (Lähde GTK:n maaperäkartta)



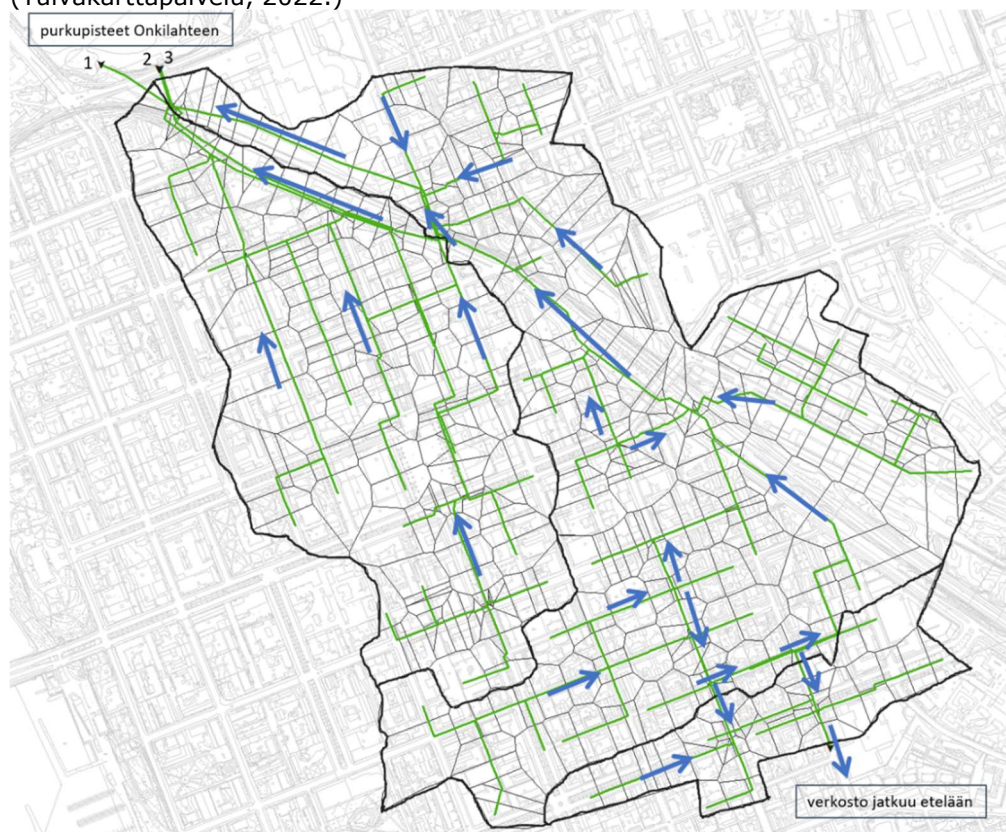
4. Hulevesimallinnus

Hulevesimallinnuksella tarkasteltiin hulevesiverkoston kapasiteettia nykytilassa. Valuma-alue rajattiin siten, että kaikki asemakaava-alueen läpi kulkevaan runkolinjaan vaikuttavat alueet otettiin mukaan, jolloin koko valuma-alueen koko on noin 120 ha. Malliin siis lisättiin asemakaava-alueen ulkopuolisia valuma-alueita siltä osin kuin ne vaikuttivat alueen hule- ja tulvavesien johtamiseen. Malliin sisällytettiin katujen runkolinjat. Mallinnustyö suoritettiin DHI:n Mike Urban-ohjelmistolla.

Radan eteläpuolinen alue otettiin mukaan malliin, sillä verkosto on linkittynyt Pitkäkadun ja Ratakadun risteyksen lähellä sekä purkupisteiden lähellä. Koko valuma-alueen eteläosassa, Kirvesmiehentien kohdilla, verkosto on myös linkittynyt eli vedet ohjautuvat joko kohti etelää tai pohjoista riippuen vesimäärästä. Tältä alueelta malliin otettiin mukaan hieman ylimääräistä verkostoaluetta, jotta pohjoista kohti päätyvä vesimäärä saataisiin huomioitua. Koko mallinnettu alue on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 6).

Työssä laadittiin sekä hydraulinen että hydrologinen malli. Hydraulisen mallin avulla mallinnettiin veden virtausta hulevesiviemäreissä, kun taas hydrologinen malli kuvaa veden kulkeutumista maan pinnalla ja avouomissa. Näiden mallien yhdistelmällä saadaan hyvä kokonaiskuva veden liikkumisesta.

Koska suunnittelualue sijaitsee meren välittömässä läheisyydessä, otettiin mallinnustarkastelussa huomioon meriveden pinnankorkeuden vaihtelu. Perustilanteessa meriveden korkeus on asetettu +0,5 metriin ja merivesitulvan tilanteessa +1,8 metriin SYKE:n meritulvakartan perusteella (Tulvakarttapalvelu, 2022.)



Kuva 6. Mallinnettu alue jaettuna osavaluma-alueisiin. Vihreällä hulevesiverkosto ja sinisellä veden virtaussuunnat verkostossa. Purkupisteet numeroitu 1–3.

4.1 Mallinnusskenaariot

Mallinnustarkastelussa tutkittiin neljää eri skenaariota:

1. Perustilanne: 1/5 v mitoitussade, ennustettu keskimääräinen merivesi tasolla +0,5 (asemakaava-alueen hulevesirakenteiden mitoitus)
2. Hulevesitulva: 1/20 v mitoitussade, ennustettu keskimääräinen merivesi tasolla +0,5
3. Meritulva: 1/5 v mitoitussade, ennustettu 1/100 v meritulva tasolla +1,8
4. Hulevesitulvan ja meritulvan yhtäaikainen esiintyminen: 1/20 v mitoitussade, ennustettu 1/100 v meritulva tasolla +1,8 (N2000)

Perustilanteen mitoitussateena käytettiin kerran 5 vuodessa toistuvaa sadetta. Hulevesitulvan mitoituksessa käytettiin kerran 20 vuodessa toistuvaa sadetta, joka on yleisesti käytetty tulvatarkastelussa silloin kuin alueella ei ole erityisiä tulvariskejä, eli vesi ei esimerkiksi päädy metrotunneliin tai estä ratikoiden kulkua. Mitoitussateissa on huomioitu ilmastonmuutoksen ennakoitu vaikutus +20 %.

Mallinnuksessa tutkittiin eri pituisten sateiden vaikutusta maksimivirtaamaan. Mitoittavan sateen kestoksi valittiin 30 min sen perusteella, että se aiheutti suurimman virtaaman purkupisteillä (Taulukko 4-1). Sen aiheuttamat maksimivirtaamat kerran 5 vuodessa toistuvalla sateella olivat noin 1,1 m³/s purkuputken yksi osalta, ja noin 1,5 m³/s purkuputkien kaksi ja kolme osalta (purkuputket esitetty Kuva 6).

Taulukko 4-1 Mallinnuksessa käytettyjen sateiden intensiteetit ja kestot 5 ja 20 vuoden toistuvuuksilla huomioiden ilmastonmuutos +20%

Sateen toistuvuus	Intensiteetti (l/s/ha)	Kesto (min)
1/5 vuodessa	104	30
1/20 vuodessa	145	30

Meritulva-skenaarioissa oletettiin purkuputkiin takaisinvirtauksen estävät luukut, jotka sulkeutuvat, kun meriveden pinta nousee yli tason +0,5. Tällöin meriveden pinnan noustessa vesi ei nouse samaa tahtia verkostossa. Skenaario 4 (hule+meritulva) mallinnettiin myös ilman takaiskuventtiilejä, mutta tällä ei ollut juuri vaikutusta hetkelliseen maksimivesipintaan.

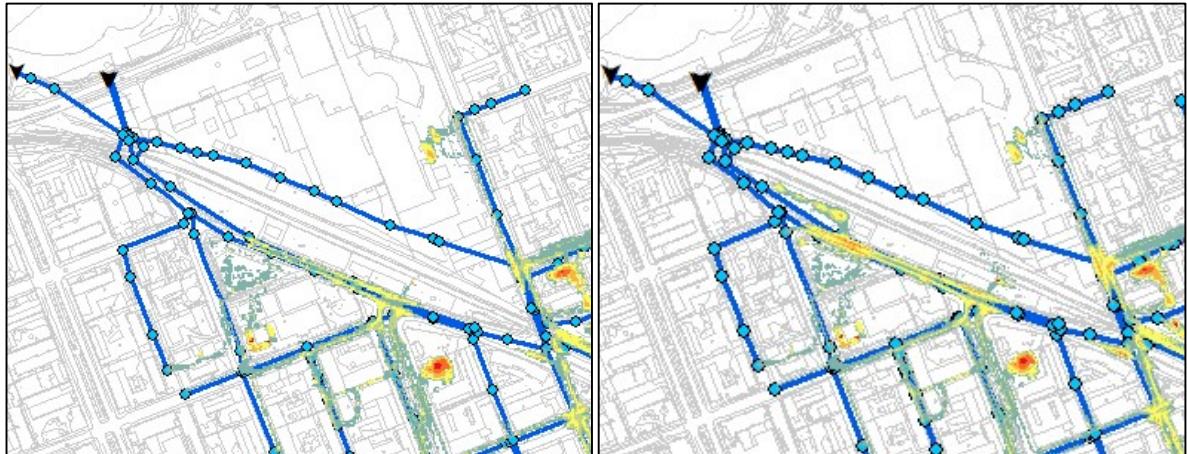
4.2 Mallinnustulokset

Mallinnustulokset putkien kapasiteetista ja pintamallista on esitetty liitteessä 1. Putkien kapasiteetti on laskettu vertaamalla putken laskennallista maksimivirtaamaa toteutuneeseen virtaamaan. Kapasiteettiin vaikuttaa sekä putken koko että kaltevuus. Pintamalli havainnollistaa veden tulvimisen verkostosta maan pinnalle.

Jo perustilanteessa (kerran 5 vuodessa toistuva sade) putkien kapasiteetti on täynnä monesta kohdasta mallinnusalueella. Kapasiteetin vaihtuminen putkiväleillä johtuu siitä, että putkilinjalla on pätkiä, joissa kaltevuus on selkeästi huonompi tai jopa takakaatonen. Suunnittelualueen läpi kulkeva runkolinja ei tulvinut mallinnetuilla skenaarioilla. Virtausmallista näkee kuitenkin, että alueelle tulevat verkostot ovat täynnä jo ennen kuin ne purkavat runkolinjaan.

Tulosten perusteella havaittiin, että suunnittelualueen kaakkoiskulmalla, Vuorikadun ja Pitkädun risteyksessä vettä tulvii kadulle, eikä siitä ole tulvareittiä. Tämä ongelmakohta oli tunnistettu myös Vaasan kaupungin puolelta. Mallinnuksen perusteella vettä on kadulla noin 30–60 min riippuen skenaariosta. Tulvimisen kesto on suuntaa antava.

Tarkastelualueen läpi kulkeva runkolinja ei tulvinut meritulva-skenaarioissa, minkä perusteella suunnittelualueella ei ole pumppaustarvetta. Merivesitulva vaikuttaa lisäävän tulvimista Ratakadulla kirjaston lähellä sekä Vuorikadun ja Pitkäkadun risteyksessä, joissa on maanpinnan painannekohdat (Kuva 7). Tulviminen voidaan tarvittaessa välttää pumppauskalustolla. Mikäli Ratakatua tulevaisuudessa saneerataan kirjaston kohdalla, tulisi suunnittelussa tarkastella, voidaanko katua nostaa painanteen kohdalta ja varmistaa tulvareitti mereen.



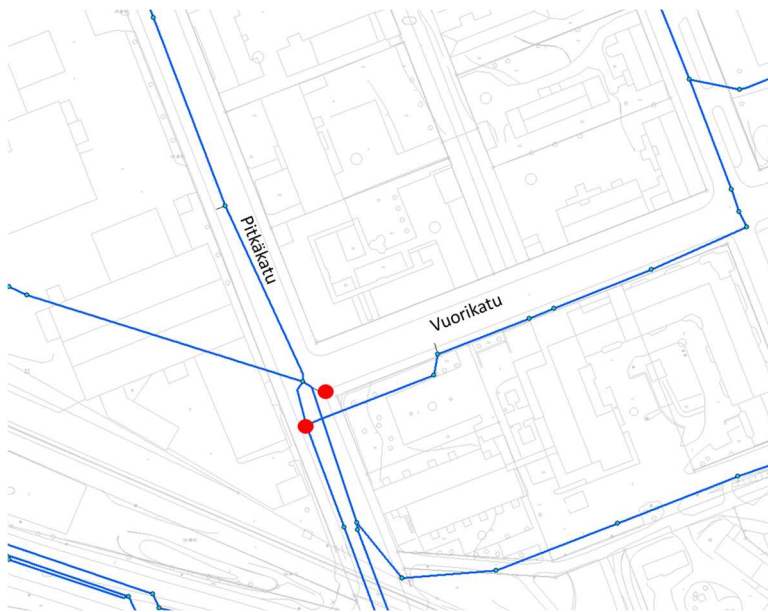
Kuva 7. Hulevesien lammikoituminen maanpinnalle suunnittelualueen läheisyydessä 1. A) hulevesitulva 1/20, B) hulevesitulva 1/20 + merivesitulva tasolla +1,8.

4.2.1 Vuorikadun ja Pitkäkadun risteys

Vuorikadun ja Pitkäkadun risteyksessä on nykyisellään kolme pientä ritiläkaivoa, joiden kokoa ei ole merkitty verkostokarttaan. Mallinnuksessa laitettiin ritiläkaivot kahteen matalimpaan kohtaan (Kuva 8). Näiden kaivojen kooksi asetettiin 0,8 ja 1,6 metriä. Tällöin vettä lammikoitui risteysalueelle 1/20 v toistuvalla rankkasadetilanteella n. 20 cm. Todellisuudessa, mikäli kaivot eivät vedä riittävästi (esim. pintaan on kertynyt lehtiä/hiekkaa), voi kohtaan lammikoitua enemmänkin vesiä.

Lisäksi mallinnettiin sama tilanne siten, että kaivokokoja kasvatettiin 2 ja 4 metrisiksi. Tällöin pystyttiin tarkastelemaan vastaanottavan verkoston kapasiteettia tilanteessa, jossa vedet pääsevät paremmin verkostoon. Samalla mallinnus osoittaa sen, että yksi vaihtoehto tässä kohdassa olisi esimerkiksi rakentaa isompi tulvakaivo vähentämään lammikoitumista.

Ritiläkaivojen/kitakaivojen lisäämisellä oli tulvimista hillitsevä vaikutus, sillä vesi pääsi siten paremmin maanpinnalta takaisin verkostoon. Vettä ei ollut kadulla yhtä laajalla alueella eikä yhtä syvänä lammikkona kuin nykytilanteen mallinnuksessa. Tulvimisen kokonaiskestoon ei ollut juuri vaikutusta. Toimenpiteiden vaikutukset on esitetty kuvien kanssa Liitteessä 1.



Kuva 8. Ritiläkaivojen sijainti mallissa (punaisella).

4.2.2 Suositukset mallinnuksen perusteella

Mallinnuksen perusteella asemakaava-alueen läpi kulkevan runkolinjan (Dn 1200) kapasiteetti on täynnä, mutta se ei tulvi mallinnusskenaarioilla. Virtausmallinnuksen perusteella ennen Vyörinkaupungin konepaja-aluetta verkostossa on kuitenkin padottavia kohtia, joissa verkosto padottaa valuma-alueelle. ***Mikäli valuma-alueella tehdään toimia, jotka parantavat verkoston kapasiteettia, tulee sen vaikutus alajuoksulle huomioida ja tarvittaessa tehdä toimia hulevesien viivyttämiseksi.***

Runkolinjan sijaintia tullessaan siirtämään, jotta se ei jää uusien rakennusten alle. Osa runkolinjasta saattaa kuitenkin jäädä nykyiselleen säilytettävän rakennuksen alle, jos sitä ei pystytä siirtämään. Nykyisellään runkolinjassa on takakaatoisia putkia ja nämä tulee korjata paremman virtauskapasiteetin varmistamiseksi. Suunnittelutyössä ei todettu tarvetta hulevesi- tai tulvapumppaamoille suunnittelualueella.

Pitkätadun ja Vuorikadun risteykseen suositellaan toimenpiteitä tulvimisen hillitsemiseksi, sillä tästä kohdasta ei ole maanpäällistä tulvareittiä ja vesi lammikoituu alueelle. Tulvakaivon (esimerkiksi kitakaivon/kaivojen) lisääminen vaikutti olevan mahdollinen keino, sillä vesi mahtuu verkostoon. Runkolinjan suunnittelu sekä tulvakaivon suunnittelu ovat osa tarkempaa jatkosuunnittelua.

Mikäli Ratakatua tulevaisuudessa saneerataan kirjaston kohdalla, tulisi suunnittelussa tarkastella, voidaanko katua nostaa painanteen kohdalta ja varmistaa tulvareitti mereen.

5. Asemakaavan hulevesiselvitys

5.1.1 Hulevesien hallinnan lähtökohdat ja reunaehdot

Työssä tehtiin hulevesiselvitys suunnittelualueelle uusimman maankäyttösuunnitelman pohjalta. Selvityksessä tutkittiin, kuinka paljon alueella muodostuu hulevettä nykytilassa sekä maankäyttösuunnitelman mukaisesti rakennetussa tilanteessa.

Alla on esitetty aiemmassa hulevesiselvityksessä esiteltyjä reunaehtoja, jotka vaikuttavat suunnittelualueen hulevesien hallintaan (Kuva 9). Alueella on säilytettäviä rakennuksia, rata-alue, paikallisia tulva-alueita sekä säilyvän rakennuksen alle jäävä hulevesiviemäri. Suunnittelualue sijaitsee lähellä merta ja suurin osa alueen vesistä purkaa suoraan mereen (kts. Kuva 2), joten vastaanottavan vesistön kapasiteetti ei aiheuta hulevesien hallinnalle määrällisiä rajoitteita. Hulevesien määrällinen hallinta voi kuitenkin olla perusteltua, jotta esimerkiksi hulevesien johtamisrakenteiden koko ei kasva kohtuuttoman suureksi.

Tilaajan toiveena oli, että hulevedet saadaan tuotua näkyväksi osaksi kaupunkirakennetta. Jotta alueelle saadaan näyttäviä hulevesien hyödyntämiseen perustuvia vesielementtejä, täytyy niihin tuoda vesiä myös suunnittelualueen ulkopuolelta. Tälle on hyvät lähtökohdat, koska suunnittelualueen läpi ja välittömässä läheisyydessä kulkee useita Vaasan keskusta-alueelta vesiä johtavista hulevesiviemäreistä. Haasteita luo korkomaailma. Nykyiset viemärit kulkevat syvällä alueen suunniteltuun tulevaan maanpintaan nähden.

Kuvassa (Kuva 9) numeroidussa kohdassa 2 on paikallinen alin kohta. Maankäyttösuunnitelmassa tulee varmistaa, että vedet saadaan johdettua siitä hulevesirakenteisiin.



Kuva 9 Hulevesien hallinnan reunaehdot suunnittelualueella (hulevesiselvitys 25.6.2021, Ramboll).

Kuvassa (Kuva 9) esitetty kohta 5 on Pitkäkadun ja Vuorikadun risteysalue, jossa sijaitsee paikallinen tulva-alue. Kyseiseen kohtaan kertyy nykyisellään vesiä rankkasateella, eikä niillä ole pintavaluntareittiä mereen. Säilyvät rakennukset estävät pintavaluntareitin mereen. Verkoston kapasiteettia on tarkasteltu aiemmin kappaleessa 4 ja liitteessä 1.

Kohta 6 kuvaa nykyistä 1200 mm hulevesiviemäriä, joka kulkee säilyvän rakennuksen alla. Viemärin kautta kulkee laajalti Vaasan keskusta-alueelta kertyviä hulevesiä ja viemäri toimii myös näiden hulevesien tulvareittinä.

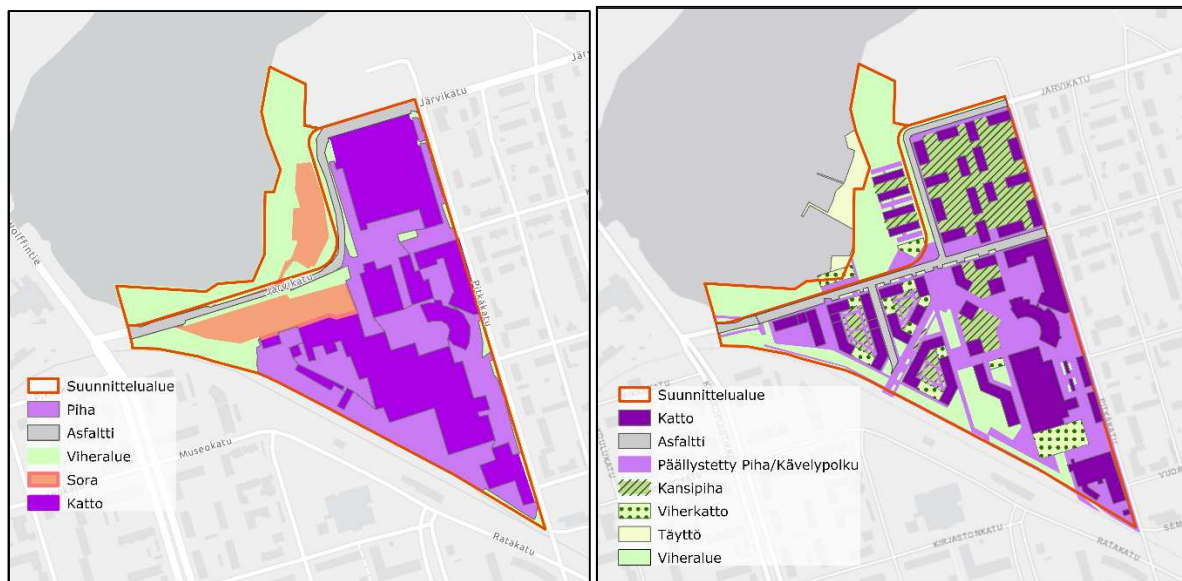
Hulevesiviemärin vesijuoksu on Pitkäkadun ja Vuorikadun risteysalueen läheisyydessä korossa +1,17 m (N2000). Jos vesiä halutaan tuoda kaava-alueella näkyväksi osaksi kaupunkirakennetta painovoimaisesti, ilman pumppausta, asettaa tämä korko reunaehdon koko rakenteelle. Mallinnuksen yhteydessä tarkasteltiin kuitenkin vesien tuomista osalta alueelle tulevista valuma-alueista.

Kuvassa (Kuva 9) esitetty kohta 3 on nykyinen rata-alue. Turvaetäisyys rataan on 10 m, jota lähemmäs ei voida esittää muutostöitä.

5.1.2 Maankäytön muutokset

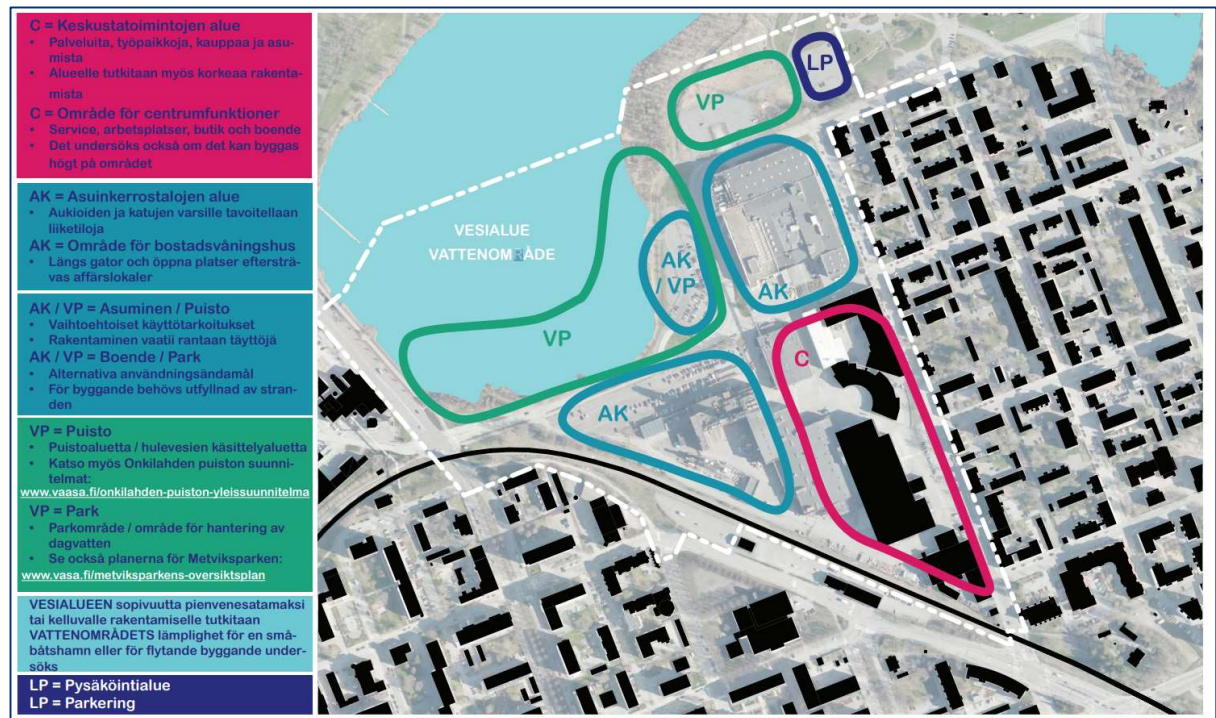
Alueen maankäyttö muuttuu tehdasmiljööstä asuinalueeksi (Kuva 10). ”Nykyisin suljettu tehdasalue erottaa toisistaan kolme kaupunginosaa: Keskustan, Vöyrinkaupungin ja Palosaaren. Tavoitteena on, että tulevaisuudessa alue toimii linkkinä eri kaupunginosien välillä ja nivoo ruutukaava-aluetta vahvemmin yhteen keskusta-alueen rantavyöhykkeen kanssa. Rakennettu ympäristö ja viheralueet limittyvät niin, että kaupunki tuodaan lähelle luontoa ja luonto lähelle kaupunkia.” (Vöyrinkaupungin konepaja-alue (ak1125), Vaasa).

Viheralueen määrä kasvaa nykyisestä tulevassa tilanteessa, mutta piha-alueet ovat kansipihoja.



Kuva 10 Alueen maankäytön muutos nykytilanteesta uuteen tilanteeseen.

Asemakaavan suunnitelmassa alue on jaettu käyttötarkoituksalueisiin, jossa meren ranta toimii puistoalueena (VP). Merenrantaan on esitetty myös hulevesien käsittelyaluetta, joka sijoittuisi tulevalle puistoalueelle. Alueen pohjoisosassa olisi lisäksi erillinen pysäköintialue (LP). Keskustatoimintojen alueen pohjois- ja itäpuolelle sijoittuisi asuinkerrostalojen alue (AK, aukoiden ja katujen varsille tavoitellaan liiketiloja). Kaavoitettavan alueen eteläosaan on esitetty keskustatoimintojen alue (C, palveluita, työpaikkoja, kauppaa ja asumista). Käyttötarkoituksalueet on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Kaavan 1125 suunnitellut käyttötarkoituksalueet.

5.1.3 Maankäyttösuunnitelman tulvareitit

Suunnittelualueella tulee olla hallitut tulvareitit tilanteille, joissa hulevesiverkoston kapasiteetti ei riitä. Hulevesiverkostojen mitoitustilannetta harvinaisempia sateita varten suunnitellaan hallitut tulvareitit ensisijaisesti maanpintaa pitkin. Kohteissa, joissa vesille ei ole mahdollista toteuttaa maanpäällistä tulvareittiä, voidaan putkiverkostoa tapauskohtaisesti mitoittaa tulvareiteiksi. Hulevesikanavan purku- ja tulvareitti on tarkasteltava jatkosuunnittelussa tarkemmin.

Tulvareitit on esitetty Liitteessä 2. Tulvareitit tulisi johtaa ensisijaisesti pintoja pitkin hulevesipuiston ja rantabulevardin hulevesiuomien ohi, jotta tulvavedet eivät huuhto rakenteista kiintoainesta.

6. Hulevesisuunnitelma

Alustava hulevesisuunnitelmakuva on esitetty Liitteessä 2.

6.1 Hulevesien hallintamenetelmien valinta

Hulevesien hallintamenetelmät määritettiin hyvän hallinnan periaatteen (BMP, Best Management Practise) ja hulevesien määrällisestä ja laadullisesta kuormituksesta aiheutuvien haittojen minimoinnin kannalta.

6.2 Mitoitussade

Suunnittelualueella käytettiin alla taulukossa (Taulukko 6-1) esitettyä mitoitus sadetta.

Taulukko 6-1 Suunnittelualueella käytetty mitoitus sade.

	Toistuvuus	Kesto [min]	Sademäärä [mm]	Rankkuus [l/s/ha]	Rankkuus +20% [l/s/ha]
A1	Kerran 5 vuodessa	30	15	83	104
A2	Kerran 5 vuodessa	10	9	150	180

Käytetty sateen kesto valittiin sen perusteella, kuinka kauan veden virtaus laskennallisesti kestää valuma-alueen kauimmaisesta pisteestä tarkastelupisteeseen. Rankkuus ja kertymä määritettiin Rankkasateen ja taajamatulvat (RATU) -hankkeen tulosten (Suomen ympäristö 31/2008) mukaan ja niissä on huomioitu ilmastonmuutoksesta aiheutuva 20 % lisäys.

6.3 Virtaamalaskenta

Virtaamalaskentaa varten kullekin osa-alueelle määritettiin valumakerroin sen maankäytön mukaan (Taulukko 6-2).

Taulukko 6-2 Käytetyt valumakertoimet maankäytön mukaan.

Maankäyttö	Valumakerroin
Katto	0,9
Asfaltti	0,8
Päällystetty Piha/Kävelypolku	0,8
Kansipiha	0,65
Sora	0,30
Viherkatto	0,6
Viheralue	0,1
Täyttö	1

Valumakertoimen ϕ , alueen pinta-alan A ja mitoitus sateen rankkuuden i perusteella laskettiin kullakin alueella muodostuva hulevesivirtaama Q seuraavasti:

$$Q = \phi * A * i$$

6.4 Hulevesien muodostuminen alueella



Kuva 12 Suunnittelualueen virtaamia tarkasteltiin kahdella alueella.

Suunnittelualueelta muodostuvat huleveden virtaamat ja kertymät on esitetty taulukossa (Taulukko 6-3). Tulevassa tilanteessa vs. nykytilanne (ilman ilmastonmuutosta nykytilanne) vesimäärät kasvavat hieman alueilla A1 ja A2. Tuleva tilanne on laskettu sekä samalla intensiteetillä kuin nykytilanne että huomioimalla suunnittelutilanteen virtaamissa ilmastonmuutoksen vaikutus +20%.

Alueella A1 valuntakerroin on hieman nykytilannetta pienempi, mutta lähellä nykytilaa, minkä vuoksi virtaamat säilyvät lähes ennallaan. Taulukon oikeassa sarakkeessa näkee, että ilmastonmuutos kuitenkin nostaa tulevaisuudessa virtaamia. Luonnontilaiseen tilaan verrattuna, jossa valumakerroin on arvioitu 10%, erotus virtaamissa olisi n. 1300 m³ verrattuna tulevaan tilanteeseen huomioiden ilmastonmuutos.

Alueella A2 valuntakerroin on tulevassa tilanteessa nykytilannetta suurempi johtuen siitä, että nykyisellään alueella on sorapintaa ja kasvillisuutta. Tulevaisuudessa aluetta täytetään ja alueen pinta-ala kasvaa ja sinne rakennetaan kansipihallisia rakennuksia. Alueelle tulee lisää kovia pintoja, vaikka viheralue kasvaa. Kummassakin tilanteessa valumakerroin on kohtalaisen pieni. Luonnontilaiseen tilaan verrattuna, jossa valumakerroin on arvioitu 10%, erotus virtaamissa olisi n. 50 m³ verrattuna tulevaan tilanteeseen huomioiden ilmastonmuutos.

Taulukko 6-3 Alueiden pinta-ala, keskimääräinen valumakerroin, alueelta syntyvä hulevesivirtaama ja -kertymä.

ALUE	Alue A1				Alue A2			
Tilanne	Luonnon-tila	Nyky-tilanne	Tuleva	Tuleva +20%	Luonnon-tila	Nyky-tilanne	Tuleva	Tuleva +20%
Alueen koko [ha]	10.9	10.9	10.9	10.9	2.3	2.3	2.6	2.6
Sateen kesto [min]	30	30	30	30	10	10	10	10
Keskim. valumakerroin[%]	10	73	71	71	10	16	25	25
Sateen intensiteet [l/s/ha]	83	83	83	104	150	150	150	180
Tuleva virtaama [l/s]	91	662	641	804	34	54	98	116
Tuleva vesimäärä [m3]	163	1192	1154	1446	20	32	59	70

6.5 Hulevesien tuominen hulevesipuistoon

Suunnittelualan hulevesiä on mahdollista tuoda arviolta n. 1,8–2,5 ha valuma-alueelta hulevesipuistoon. Salaojavedet purkavat syvemmälle, minkä vuoksi niiden purkaminen hulevesipuiston uomaan on hankalampaa.

Mikäli hulevesipuistoon saataisiin johdettua tarkastelualueen vesiä punaisella esitetyltä valuma-alueelta suunnittelualueelta (Kuva 13), saataisiin n. 190 l/s ja viivytysmäärä olisi 114 m³. Mitoitustilanteena käytettiin valuma-alueen koon perusteella 1/5 v sadetta 180 l/s/ha ja 10 min.



Kuva 13 Arvioitu valuma-alue, josta vesiä voisi johtaa hulevesipuistoon. Säilyvien rakennusten vesiä ei arvioitu johdettavaksi puistoon.

Hulevesiselvityksen ja virtausmallinnuksen yhteydessä tutkittiin, onko suunniteltuun hulevesipuistoon mahdollista ohjata vesiä Pitkäkadun, Vuorikadun ja Semaforinkujan suunnalta. Tällöin hulevesipuistoon saataisiin enemmän vettä. Hulevesipuiston viivytettävä vesimäärä noin viisinkertaistuu, jos siihen tuodaan vesiä esitetyllä tavalla hulevesiverkostosta, vrt. kuvan 13 tilanteeseen. Valuma-alueen koko Pitkäkadun, Vuorikadun ja Semaforinkujan osalta on noin 11 ha. Tarkastelu on esitetty Liitteessä 1, jossa näkyy ehdotettu reitti katujen verkostoista hulevesipuiston uomaan ja sen perusteella laskettu liittymiskorko hulevesipuistoon. Lisäksi näkyvillä mallinnuksen perusteella saadut alustavat putkikoot reitillä (Dn 300–1000). Vesienjohtaminen ja putkien mitoitus tulee suunnitella tarkemmin jatkosuunnittelussa.

Laskelmissa on käytetty putkille kaltevuutta 2 ‰. Tarkastelun perusteella liittymiskorot hulevesipuistoon ovat noin +1,7...+2,8 riippuen minkä alueiden vesiä sinne ohjataan. Nykyinen maanpinnan korkeus tässä kohtaa on noin tasolla +3...+3,5.

Mallinnuksessa hulevesiaukion mitat ovat molempien uomien osalta seuraavat: pohjan leveys 2 m, luiskat noin 1:3. Syvyys maanpinnasta on n. 1,6–2 m. Ensimmäisen uoman pituus on 84 m ja toisen 47 m. Molemmista uomista lähtee purkuputki kokoa Dn 300, sekä ylivuotoputki kokoa Dn 400. Ylivuotoputki on metrin korkeudella uoman pohjasta. Mallinnuksessa on huomioitu, että uomat ovat viivytettäviä, eli virtausvastus on asetettu arvoon 0,1. Mallinnuksen perusteella ensimmäinen uoma täyttyy kokonaan, eli vesi nousee noin metrin korkeudelle uoman pohjasta ja purkautuu myös ylivuotoputkesta eli vesimäärä on maksimihetkellä noin 475 m³. Toisessa uomassa veden pinta nousee 0,7 metriin, jolloin vesimäärä maksimihetkellä on noin 150 m³.

6.6 Laadunhallinta kokoavissa rakenteissa

Laadunhallinnan kokoavia rakenteita voivat olla esimerkiksi hulevesikosteikot, laskeutusaltaat, kasvillisuuspeitteiset hulevesiuomat ja -tulvatasanteet. Hulevesikosteikkojen ja laskeutusaltaiden karkeassa tarkastelussa on yleisesti käytössä nyrkkisääntö, että rakenteen kokoluokka tulisi olla n. 0,5-2% valuma-alueen koosta.

Asemakaavan suunnitelmassa alue on jaettu käyttötarkoitualueisiin, jossa meren ranta toimii puistoalueena (VP) ja merenrantaan on esitetty myös hulevesien käsittelyaluetta, joka sijoittuisi tulevalle mereen täytettävälle puistoalueelle (Kuva 11). Verkostojen yhtymäkohdassa suunnittelualueen lounaisosassa on nykyisessä maankäyttöluonnoksessa rakennuksia. Hulevesiselvityksen aikana pohdinnassa oli myös, pitäisikö tähän kohtaan sijoittaa rakennusten sijaan hulevesien laadunhallintarakennetta/lampea/kosteikkoa. Koko mallinnetun valuma-alueen koko on n. 94 ha. Tällöin verkostojen yhtymäkohtaan tulisi rakentaa yllä mainityn nyrkkisäännön mukaan n. 5000-20000 m² kokoinen kosteikko. Tuleva kolmion mallinen kortteli, jonka alta verkostot nykyisellään johtavat, on n. 2400 m², eli tilaa tarvittaisiin yli kaksinkertainen määrä.

Mikäli puistoaluetta merelle oltaisiin joka tapauksessa rakentamassa ja täyttämässä, voisi siihen jonkinlaisen kosteikkorakenteen suunnittelu olla järkevää. Täyttö kaventaisi aluetta, mutta ei vaikuttaisi onkilahden vedenvaihtuvuuteen, ja sitä kautta vedenlaatuun heikentävästi, koska nykyisellään alueen vieressä on jo kapeampi siltapenger. Pelkän hulevesien hallintarakenteen rakentaminen mereen olisi todennäköisesti kallista ja hankalaa, koska pohjassa on oletettavasti löyhää sedimenttiä ja mahdollisesti haitta-aineita. Jonkinlaista kosteikkoa tai kelluvaa kosteikkorakennetta ja rantakasvillisuuden/ranta-alueen kehittämistä voisi pohtia.

Suosittelemme hajautettua hulevesien hallintaa mahdollisuuksien mukaan valuma-alueella purkuputkien päähän tulevan kokoavan rakenteen sijaan, koska valuma-alue on todella iso ja kokoavan rakenteen toteuttaminen on vaikeaa. Lisäksi ongelmia aiheuttaa merivedenpinnan vaihtelut. Mikäli kokoavaa rakennetta halutaan, voisi jatkosuunnittelussa tutkia mereen tulevaa kosteikkorakennetta ja sen toteutettavuutta. Lähtökohtaisesti hulevesien laadunhallinta tulisi tehdä paikallisesti hajautetun hallinnan menetelmin. Selvityksessä hulevesien laadusta (Kuntaliitto 2023) kappaleessa 4.2. on kuvattu asiaa tarkemmin. Lähellä syntypaikkaa järjestelmään ei päädy ulkopuolisia vesiä, jotka kasvattaisivat turhaan virtaamaa ja sitä kautta rakenteen kokoa ja laimentaisivat käsiteltävää vettä.

Jos hulevesipuistoon tuodaan 11 ha kokoiselta valuma-alueelta vesiä, on sen koko suhteessa valuma-alueeseen 0,6 %. Tässä pitää kuitenkin ottaa huomioon, että valuma-alue on tiivistä rakennettua ja virtaamat ovat äärevöityneitä. Kaikki valuma-alueella tehty viivytys ennen johtamista hulevesipuistoon tai hulevesiverkostojen yhtymäköhtaan olisi eduksi vesien laadunhallinnalle. Tulvareitit tulisi ohjata mahdollisuuksien mukaan muuta kautta ja katuja pitkin rakenteen ohi. Hulevesirakenteiden pinta-alojen osuus valuma-alueesta on esitetty alla taulukossa 6-4.

Taulukko 6-4 Hulevesirakenteiden pinta-alojen osuus valuma-alueesta. Hulevesipuiston osalta on esitetty tilanne, jossa vesiä tuodaan myös alueen ulkopuolelta. Purkuputkien päähän pitäisi saada verrattain iso alue, jotta se kattaisi edes 0,5% valuma-alueesta.

	Alue (m ²)	VA (ha)	% valuma-alueesta
Hulevesipuisto	700	11	0,6
Rantabulevardi	450	9,1	0,5
Purkuputkien pää	5000	94	0,5

Laadunhallintarakenteiden mitoitusta tulee kuitenkin tarkastella tarkemmin jatkosuunnittelussa. Esimerkiksi laskeutusaltaalla, kosteikoilla tai tulvatasanteilla on omat tarkemmat mitoitusperiaatteensa, jotka perustuvat mm. virtausnopeuteen (lisää asiasta Selvityksessä hulevesien laadusta, Kuntaliitto 2023).

Hulevesien laadunhallinnan tarvetta, eli valuma-alueelta tulevaa kuormitusta, voidaan arvioida maankäyttöön perustuvan kuormituksen avulla esimerkiksi StormTac-laskentaohjelmalla. Ohjelma on Ruotsissa yleisesti käytössä. Ohjelmalla voidaan lisäksi arvioida tarkemmin rakenteen kokoa ja rakenteiden kykyä pidättää kiintoainesta, ravinteita ja haitta-aineita.

6.7 Hulevesien hallinta yleisillä alueilla osa-alueittain

Hulevesibulevardin kohdilla voidaan kadun vesiä hyödyntää kasvillisuudelle esimerkiksi alla olevien kuvien tapaan (Kuva 14). Pohjalla olevat salaojat johtavat suotautuneet vedet hulevesiverkostoon, mikäli vesien imeyttäminen ei ole mahdollista. Vedet ohjataan esimerkiksi reunakivessä olevan aukon tai kitakaivon kautta rakenteeseen. Aukon tulee olla riittävän iso, ettei se tukkeudu. Rakenteen leveyssuuntainen mitoitus riippuu käytettävästä kasvillisuudesta ja kasvualustan tarpeesta. Tarvittaessa voidaan hyödyntää kantavaa kasvualustaa puille.



Kuva 14 Ideakuvia sadepuutarhoista. Vesiä voidaan jalankulkualueella johtaa kasvillisuudelle. Aukkojen tulee olla riittävän isoja, jotta ne eivät mene tukkaan. Tässä vasemmalla ja keskellä kuvia Jyväskylän Puutarhakadulta, jossa vasemmalla näkyy yhdenlainen alas laskettu reunakivi (miinusreunakivi). Monimuotoinen luonnonkasvillisuus lisää kaupunkiluonnon monimuotoisuutta.

Hulevesiaukiolla voidaan tuoda vettä elementiksi vesiaiheisiin. Rakenteissa voidaan hyödyntää aukion pyöreää muotoa (Kuva 15). Hulevesiaukiolta ehdotetaan jatkavaksi sadepuutarha, jossa on samoja periaatteita kuin hulevesibulevardilla (Kuva 14).



Kuva 15 Hulevesiaukiolla voidaan vettä hyödyntää elementtinä esimerkiksi leikissä. Aukion pyöreää muotoa hyödynnetään. Alempi kuva on Espoon Lukutorilta, jossa tehtiin paikallista hallintaa. Lisäksi kuvassa näkyy, kuinka purouoma kulkee aukion ali (tässä viitaten hulevesipuiston uomaan, joka myös osittain menee aukion ali). Kuvat Ramboll.

Alueen keskelle on suunniteltu hulevesiuomaa hulevesipuistoon. Virtaustilanteet puistossa vaihtelevat paljon, mikä tulee huomioida suunnittelussa. Uomaan voi asettaa hidasteita ja lammikoittaa vettä paikoin tai virtaamaa voi viivyttää putkipatomaaisella rakenteella, jossa alempana on pienempi putki ja ylempänä isompi putki suuremmille virtaamille. Tulvareitit tulisi pyrkiä johtamaan mieluiten hulevesiuoman ohi pintoja pitkin, jotta tulvavedet eivät huuhto kiintoainesta uomasta.



Kuva 16 Vesien johtaminen hulevesipuiston avouomaan. Runsas kasvillisuus viivyyttää vesiä ja pidättää kiintoainesta ja ravinteita.

Hulevesiuoman luiskissa olisi hyvä hyödyntää niittyä luonnon monimuotoisuuden edistämiseksi, yllä olevia esimerkkikuvia enemmän (Kuva 16). Yleisesti hulevesirakenteissa monimuotoinen kasvillisuus parantaa maaperän mikrobistoa ja juuristoa ja siten maaperässä tapahtuvia luonnollisia vesien puhdistusprosesseja. Myös vesien puhdistumisen kannalta on siis tärkeää muodostaa alueelle monimuotoinen kasvillisuus ja eliöstö. Luonnonmukaisia vaihtoehtoja ja muotoiluja on esitetty kuvissa 17–18.



Kuva 17. Vesien johtamisella luonnonmukaisessa uomassa voidaan lisätä virkistys- ja luontoarvoja (kuten perhosniittyjä). Ramboll.



Kuva 18. Hulevesiuoman levennys, Katariinan Meripuisto, Kotka. Kuva: Zuzana Hrasko-Johnson.

Hulevesipuiston uoma alittaa putkessa Järvikadun ja jatkaa siitä avonaisena rantabulevardin vieressä, josta se purkaa mereen. Rantabulevardia voidaan muotoilla esim. alla olevan esimerkkikuvan tapaan (Kuva 19). Alueella on myös tilaa antaa veden levittäytyä laajemmalle alueelle kuin hulevesipuistossa.



Kuva 19 Rantabulevardia voidaan muotoilla. Kuvassa rantabulevardia Malmössä Ankarparken. Lähde: Landscape Design Today, 2003.

6.8 Toimenpiteet korttelialueilla

Kansipihoilla tyypillisin hulevesien hallintatapa ovat viivytysputket, sillä kansille ei usein korttelialueilla haluta viivyttää hulevesiä. Joitain kennomaisia ratkaisuja on sovellettu esimerkiksi kauppakeskusten viherkatoilla (esim. kauppakeskus REDI Helsinki). Toinen tyypillinen tapa on johtaa vesiä pihojen maanvaraisiin osiin tai korttelien välisiin painanteisiin (Kuva 20).

Koska kansipihoilla usein vedet johdetaan vain viivytysputkiin, tulisi pihojen hulevesimääräyksen ohjata enemmän hulevesien laadunhallintaan.

Koska kansipihoilla tulisi kiinnittää huomiota laadunhallintaan, voidaan kaavoituksessa ohjeistaa kansipihojen viherpintojen lisäämistä viivyttämään hulevesiä. Monipuolinen viherrakenne parantaa maaperän mikrobistoa ja juuristoa ja siten maaperässä tapahtuvia luonnollisia vesien puhdistusprosesseja.

Muutamien kortteleiden vesiä ohjataan todennäköisesti suoraan mereen, mutta suurimmaksi osaksi korttelit johtavat vetensä ensin hulevesipuiston hulevesiuomaan tai rantabulevardin viereiseen uomaan / viivytysalueeseen, mistä vedet johdetaan mereen. Koska viivyttäminen ennen johtamista hulevesipuiston ja rantabulevardin hulevesiuomiin parantaa niiden kykyä pidättää kiintoainesta ja siihen sitoutuneita aineita tasaten virtaamia, esitetään korttelialueille viivytysvaatimus.

Tontti-/korttelikohtainen viivytysvaatimus $1 \text{ m}^3 / 100 \text{ m}^2$ läpäisemätöntä pintaa kohti on laajalti käytetty viivytysvaatimus korttelikohtaisten hallintatoimenpiteiden mitoituksessa. Mitoitus $1 \text{ m}^3 / 100 \text{ m}^2$ läpäisemätöntä pintaa kohti vastaa noin 10 mm sademäärää ja noin kerran kolmessa vuodessa tapahtuvaa sadetapahtumaa. Tämä ohjaa myös esimerkiksi läpäisevien/puoliläpäisevien pinnoitteiden käyttöön.

Sallittu purkuvirtaama määritetään joko alueen luonnontilaisen virtaaman mukaan tai alapuolisen verkoston tai vesistön kapasiteetin mukaan. Asemakaavoihin voidaan lisätä vaatimus hulevesien hallintamenetelmien mitoituksen ja rakenteiden tarkentamisesta rakennuslupavaiheessa hulevesien hallintasuunnitelman perusteella.

Vesien viivyttämisessä korttelialueilla voidaan hyödyntää myös puoliläpäiseviä pinnoitteita.

Puoliläpäisevän pinnoitteen hyödyntäminen edellyttää, että

- rakennekerrokset varastoivat vettä
- kantavuuden ja vedenpitävyyden suhteen ei tule ongelmia
- Mitoitus:
 - kun tarkoituksena on viivyttää/varastoida pinnoitteelle satava vesi, voidaan kantavan kerroksen minimipaksuutta 100–150 mm pitää riittävänä tavallisten sateiden aiheuttamien hulevesien varastoinemiseksi. (Kuntaliitto, 2012, s. 146)
 - esimerkiksi jos kannen vesieristyksen ja salaojakerroksen päälle jää tilaa rakennekerroksille noin 260 mm ja siitä vievät vesieristettä suojaavat kerrokset puolet, jää viivytyskerroksille noin 130 mm. Tämä riittäisi hulevesien viivytykseen.



Kuva 20 Kansipihoilla vesiä voidaan johtaa hulevesikouruissa ja ohjata niitä mahdollisuuksien mukaan esim. tonttien/korttelien välissä oleville maanvaraisille alueille. Myös puoliläpäisevillä pinnoitteita voidaan hyödyntää kansipihoilla. Hulevesiuomissa kuvasta poiketen on parempi hyödyntää kasvipeitteisiä painanteita hulevesien laadunhallinnan tehostamiseksi. Kuvat Ramboll, Helsingin Kuninkaantammi.

6.9 Pilaantuneiden maiden vaikutus hulevesiin

Ennen alueelle tehtävien tarkentavien hulevesirakenteiden suunnittelua, tulisi maaperän pilaantuneisuus ja mahdollisten happamien sulfaattimaiden esiintyminen näillä alueella selvittää tarkemmin.

Alueella tehdyn maaperä-, pohjavesi- ja huokosilmatutkimuksen (Ramboll 2023) perusteella alueelle suunnitellun hulevesipuiston linjauksella ei olisi pilaantunutta maata, kuten ei myöskään ehdotetun hulevesibulevardin ympäristössä.

Esitettyjen sadepuutarhojen läheisyydessä olleista pisteistä ei myöskään ole havaittu kynnysarvon ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia, mutta ne sijaitsevat pääosin vanhan kaatopaikan rajauksen sisäpuolella. Biosuodatusrakenteiden ei tulisi ulottua mahdollisen pilaantuneen maaperän syvyydelle (pintakerrokset tullaan todennäköisesti kunnostamaan) ja niihin rakennetaan tarvittaessa salaojat, jotta vesiä ei imeytetä ns. keskitetysti pilaantuneeseen maaperään.

Mikäli jatkossa hulevesirakenteiden ympäristössä havaitaan pilaantuneita maita, tulee se huomioida suunnittelussa ja rakentamisessa. Hulevesipuiston alueella kulkeva uoma voidaan eristää tarvittavin osin (esim. savella tai bentoniittimatolla) tai sijoitella se siten, ettei ole vaaraa haitta-aineiden suotautumisesta hulevesipuiston uomaan.

6.10 Rakentamisen aikaisten hulevesien hallinta

Uusien kaava-alueiden rakentuessa on kiinnitettävä huomioita rakentamisen aikaisten hulevesien hallintaan. Rakentamisen aikaisten hulevesien haitta-ainekuormitus on moninkertainen normaaliin verrattuna, erityisesti kiintoaineen osalta. Rakentamisesta aiheutuvan kuormituksen on arvioitu kestävän noin 1,5 vuotta: juuri valmistuneiden alueiden hulevesihuuhtouma on vanhempia alueita suurempi, koska kasvillisuus puuttuu tai on vielä nuorta (Vakkilainen et al. 2005. Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta, Suomen ympäristö 776, Ympäristönsuojelu).

Alueen rakentaminen ja sen vaiheistus tulee suunnitella huolellisesti siten, että pyritään välttämään eroosiolle herkkiä pintoja, eli vältetään pinnoitettujen alueiden turhaa kuorimista. Pintavalunta kuorituilta pinnoilta suoraan mereen tulee estää. Työmaan aikaisia pinta- ja pumppausvesiä varten suunnitellaan tarvittaessa esim. laskeutusaltaat, suotopatoja tai hyödynnetään geotekstiilejä/geotuubeja vesien kiintoaineksen pidättämisessä ennen kuin vedet ohjataan kokoojajiin ja -verkostoihin tai mereen (Kuva 21).

Rakennettavien hallintarakenteiden rakentamisessa on pyrittävä kiintoainekuorman vähentämiseen. Ennen kuin vesiä johdetaan hallintarakenteisiin, ne maisemoidaan ja kasvillisuuden annetaan selkeästi juurtua rakenteisiin. Yhteys mereen puhkaistaan vasta painanteen valmiustuttua. Hulevesirakenteet on syytä toteuttaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa huomioiden kuitenkin niiden tukkeutumismahdollisuus rakennusaikaisten kiintoainepitoisten hulevesien vaikutuksesta.



Kuva 21 Työmaavesille hyödynnetty geotuubi Helsingin Hakaniemessä. Kuva Ramboll.

7. Soveltuvia kaavamerkintöjä ja määräyksiä

Kaavoitettavan alueen kaavamääräyksissä hulevesien osalta tulee kiinnittää erityistä huomiota hulevesien laadulliseen hallintaan, sillä hulevedet vastaanottavan Onkilahden vedenlaatu on jo nykyisellään välttävä, eikä sen laatua ole syytä heikentää nykyisestä. Parhaiten hulevesien laadullinen hallinta voidaan toteuttaa hulevesien syntypaikalla eli kortteleiden sisällä hajautetuilla kasvipintaisilla rakenteilla. Hulevesien imeyttäminen ei suunnittelualueella ole lähtökohtaisesti soveltuva hallintaratkaisu, koska alueen maaperä on muodostunut hienojakoisista maakerroksista ja myös kallionpinta on lähellä maanpintaa.

7.1 Korttelialueet

Hulevesien hallinnan kaavamääräyksiä ehdotetaan:

- Alueen rakennettavilla tonteilla on viivytettävä 1 m^3 hulevesiä jokaista 100 m^2 läpäisemätöntä pintaa kohden.
- Hallintarakenteen tyhjenemisen tulee kestää vähintään 2* tuntia sateen päättymisestä. Rakenteissa on oltava suunniteltu ylivuoto.
- Hallintarakenteiden valinnassa suositetaan maanpäällä sijaitsevia rakenteita, joissa kasvaa veden biologiseen esipuhdistukseen soveltuvaa kasvillisuutta hulevesien laadullista käsittelyä varten.
- Rakennusluvan yhteydessä tulee esittää tonttikohtainen hulevesien hallintasuunnitelma sekä tehdä työmaavesien hallintasuunnitelma

* Tyhjenemisaika perustuu arvioituun sallittuun purkuvirtaamaan, joka tulee tarkentaa korttelikohteisten rakenteiden suunnittelun yhteydessä rakennekohtaisesti. Sallittu purkuvirtaama määritetään joko alueen luonnontilaisen virtaaman mukaan tai alapuolisen verkoston tai vesistön kapasiteetin mukaan.

Rakentamisaikaisen hulevesien hallinnan osalta voidaan esittää esimerkiksi seuraava määräys:

- *Hulevesien laatua ja määrää tulee hallita rakentamisen aikana siten, ettei vesien määrä kasva ja laatu huonone. Työmaalta syntyvän huleveden laatu on vastattava RT-kortistossa määritellyjä raja-arvoja (RT-kortti 89–11230).*
- *Hulevesien hallintarakenteen paikka ja aluevaraus rakentamisen aikaisten vesien hallinnan osalta voidaan osoittaa esimerkiksi seuraavalla merkinnällä "hule-rak". Kaavamääräyksen tekstiin kirjataan esim.: Hulevesien laatua ja määrää hallitaan rakentamisen aikana siten, ettei vesien määrä kasva ja laatu heikkene nykytilaan verrattuna. Rakennusluvan liitteenä toimitetaan rakennusaikaisen hulevesien hallinta- ja käsittelysuunnitelma.*

7.2 Yleiset alueet

Hulevesipuiston ja bulevardin viereisten hulevesiuomien kohdalla ehdotetaan:

- *Ohjeellinen huleveden johtamiselle ja käsittelylle varattu alueen osa. Hulevesiä saa hallitusti ohjata alueelle viivytyksen jälkeen hulevesien hallintasuunnitelman mukaisesti. Rakenteissa tulee suosia vettä viivyttävää luonnon monimuotoisuutta tukevaa kasvillisuutta hulevesien biologisen puhdistuksen parantamiseksi.*

Kadun varren rakenteet:

- *Hulevesien käsittelyyn varattu istutettava kadun osa. Hulevesien hallintarakenteiden sijainti on ohjeellinen. Rakenteissa tulee suosia monimuotoista ja monikerroksellista kasvillisuutta parantamaan rakenteen vedenläpäisevyyttä.*

Hulevesiaukio

- *Hulevesien hallintaan varattu alue*

8. Johtopäätökset

Vaasan keskustassa sijaitseva Wärtsilän tehdasalue kaavoitetaan uudestaan asuinalueeksi. Aiemmassa hulevesiselvityksessä (25.6.2021) selvitettiin kaavoitustyötä varten millaisia reunaehtoja ja mahdollisuuksia hulevesien hallintaan alueella liittyy. Työssä esiteltiin suunnittelualueelle kokonaisvaltaista hulevesiratkaisua, jonka avulla hulevedet saataisiin tuotua näkyväksi osaksi kaupunkirakennetta ja hyödynnettyä maisemallisena elementtinä. Hulevesiratkaisu koostuu kaupunkimaisesti rakennetusta hulevesibulevardista ja sen yhteyteen esitetystä hulevesiaukiosta, hulevesipuistosta sekä merenrannan läheisyydessä sijaitsevasta rantabulevardista.

Aiemmassa hulevesiselvityksessä esiin nousseiden seikkojen vuoksi todettiin, että alueen hulevesiä on tarpeen tarkastella tarkemmin. Tässä työssä selvitettiin kaavoitettavan alueen ja siihen vaikuttavan valuma-alueen hydrologiaa sekä hulevesiverkoston kapasiteetti nykytilassa virtausmallinnuksella.

Suunnittelualueen kautta kulkee Vaasan keskusta-alueelta laajalta alueelta vedet keräävä virtaus- ja tulvareitti. Tulvareitti kulkee nykyisellään putkessa, joka sijaitsee osittain säilyvän, suojellun rakennuksen alla. Jatkosuunnittelussa putken siirtämistä rakennuksen alta tulee tutkia. Putken kapasiteetti vaikutti kuitenkin riittävältä mallinnuksen perusteella, mutta alueelle purkavan verkoston kapasiteetti oli ylittynyt suunnittelualueesta ylävirtaan. Mikäli tässä mallinnetulla valuma-alueella tehdään muutoksia verkostoon ja esimerkiksi kasvatetaan verkoston kapasiteettia, tulee huomioida vaikutukset verkostossa alavirtaan. Mahdollisuuksien mukaan voidaan tehdä viivytystoimia. Alueelle tulevan verkoston kapasiteetin lisääminen voi aiheuttaa ongelmia purkureitillä. Näiden vaikutusta voidaan tarkastella virtausmallinnuksella.

Wärtsilän alueen läpi kulkevan runkolinjan sijaintia tullaan siirtämään, jotta se ei jää uusien rakennusten alle. Osa runkolinjasta saattaa kuitenkin jäädä nykyiselleen säilytettävän rakennuksen alle, jos sitä ei pystytä siirtämään. Nykyisellään runkolinjassa on takakaatoisia putkia ja nämä tulee korjata paremman virtauskapasiteetin varmistamiseksi.

Pitkäkadun ja Vuorikadun risteyksessä ei nykyisellään ole tulvareittejä ja siihen on sellaista hankala osoittaa. Tässä kohtaa mahdollisuutena on esimerkiksi tulvakaivon rakentaminen. Mallinnustarkasteluissa vastaanottavan verkoston kapasiteetti ei ylittynyt, minkä vuoksi kaivokoon lisääminen vähensi tulvimista alueella.

Mallista otetuista otteista Wärtsilän alueen ulkopuolisista alueista nähdään, missä kohdin mallinnetulla alueella on mallinnuksen perusteella ongelmia verkoston kapasiteetissa ja missä paikoissa on vaarana, että vesiä lammikoituu maanpinnalle mallinnetuilla tilanteilla. Mallinnetun valuma-alueen latvaosilla ja muissa haaroissa havaitut haasteet on tuotu mallinnustuloksissa esille, mutta niiden tarkempi tutkiminen ei kuulunut tämän työn sisältöön.



Selitteet

- Hulevesiverkosto, nykyinen
- Pintavalunnan reitti
- Valuma-alueen raja
- Pintavalunnan virtaussuunta
- Ojat
- Tulvatasanteet/Viivytyspainanne
- Hulevesiverkosto, suunniteltu
- Hulevesipuisto/Rantabulevardi
- Sadepuutarha
- Purkupiste
- Tulvareitti

Uutta yhteensä: 115500 kem²
3500 yhti-kem² (3%)
112000 as-kem²

Wärtsilän alue:
Muut säilyvät rakennukset - 7245 kem²

Kaupungin alue:

Kaikki yhteensä: 135243 kem²

**Sadepuutarha/
hulevesibulevardi**

Rantabulevardi

Hulevesiaukio

Hulevesipuisto

**Hulevesikaivojen
kapasiteetin kasvattaminen**

**Putkien siirto tarkasteltava
jatkosuunnittelussa**

Koordinaattijärjestelmä		GK22									
Korkeusjärjestelmä		N2000									
Tunn.		Lukum.		Muutos		Suunnittelijayht.		Mykäsyt.		Päiväys	
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Wärtsilän hulevesiselvitys		Vöyrinkaupungin konepaja-alue		Projektin sisältö		Hulevesisuunnitelma		Mittakaava	
										1:1000	
		Ramboll PL25 Itähallintokatu 3 02600 ESPOO https://fi.ramboll.com		Suunnitelma		HULE		Työnumero		Tiedosto	
						Pilaustunnus		1510069940-001		Muutos	
						H01					
hyv.		Johanna Jalonen		pilar.		MONIC		suunn.		Monica Kivivirta	
										pvm	
										10.04.2023	

LIITE 1

Mallinnustulokset pintamallista ja verkoston kapasiteetista

Hulevesiselvitys Vöyrinkaupungin konepaja-alueelle

SISÄLTÖ

Skenaariot

1. Perustilanne (sade 1/5v, merivesi +0,5 m)
 2. Hulevesitulva (sade 1/20v, merivesi +0,5 m)
 3. Meritulva (sade 1/5v, merivesi +1,8 m)
 4. Hulevesi+meritulva (sade 1/20v, merivesi +1,8 m)
- + Tarkastelu: vesien ohjaaminen hulevesiaukiolle

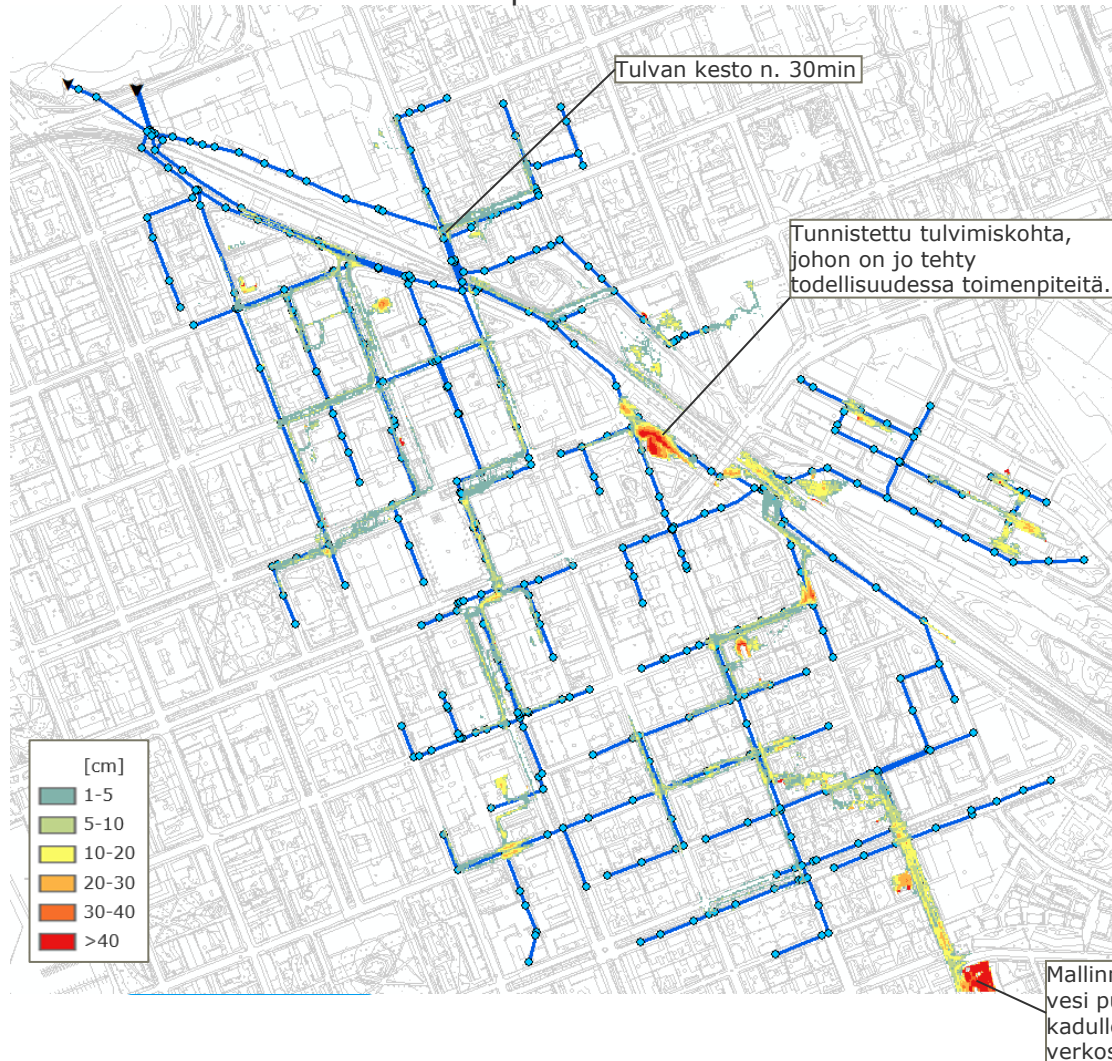
Huomioita:

- Mitoitussateen kesto 30 min.
- Putkien kapasiteetissa huomioitu sekä putken koko että kaltevuus.

1. PERUSTILANNE

Sade 1/5v 30min, meriveden korkeus +0,5 m

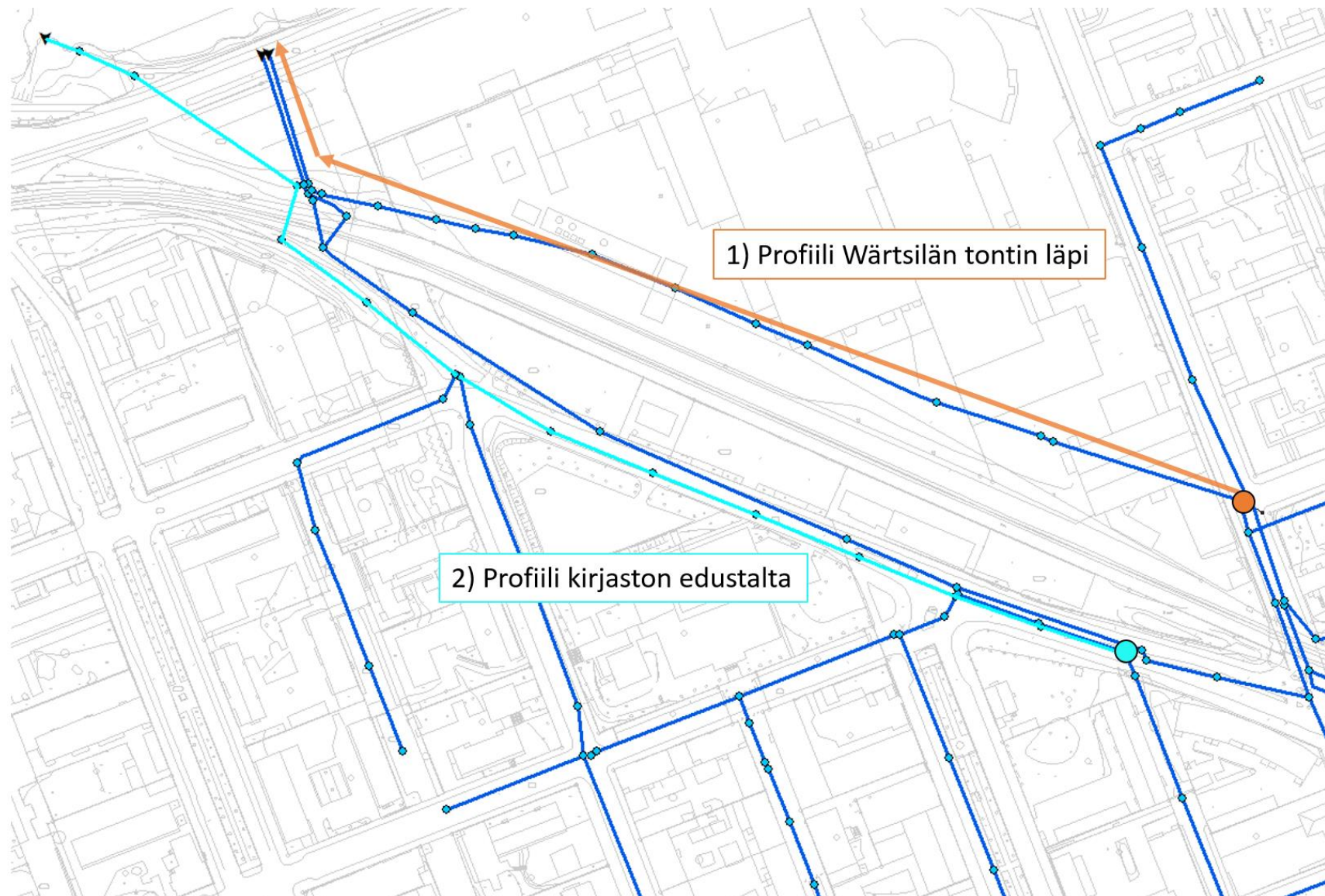
Veden lammikoituminen maan pinnalle tulvatilanteessa



Putkien kapasiteetti



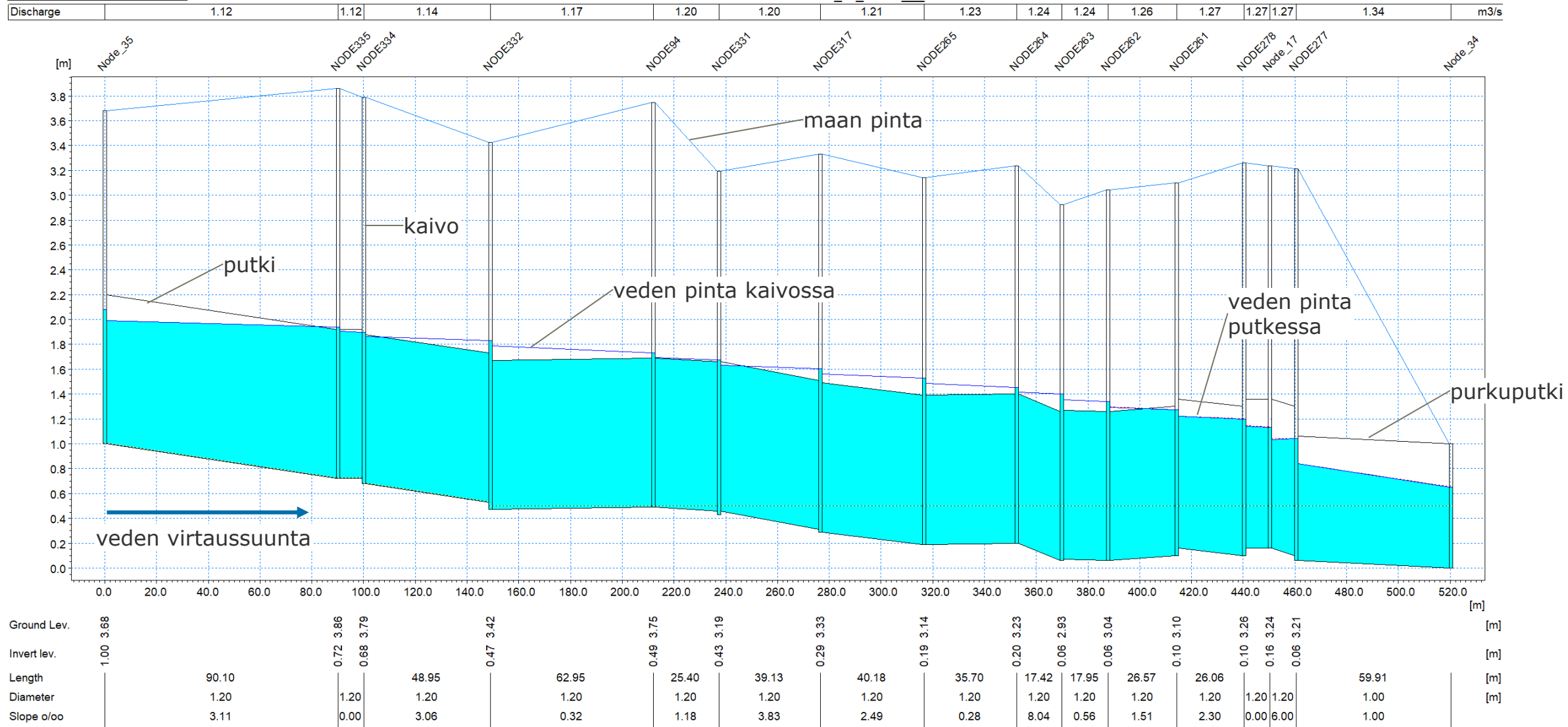
Profiilikuvat otettu seuraavista kohdista.
Lähtökaivo korostettu kuvaan.



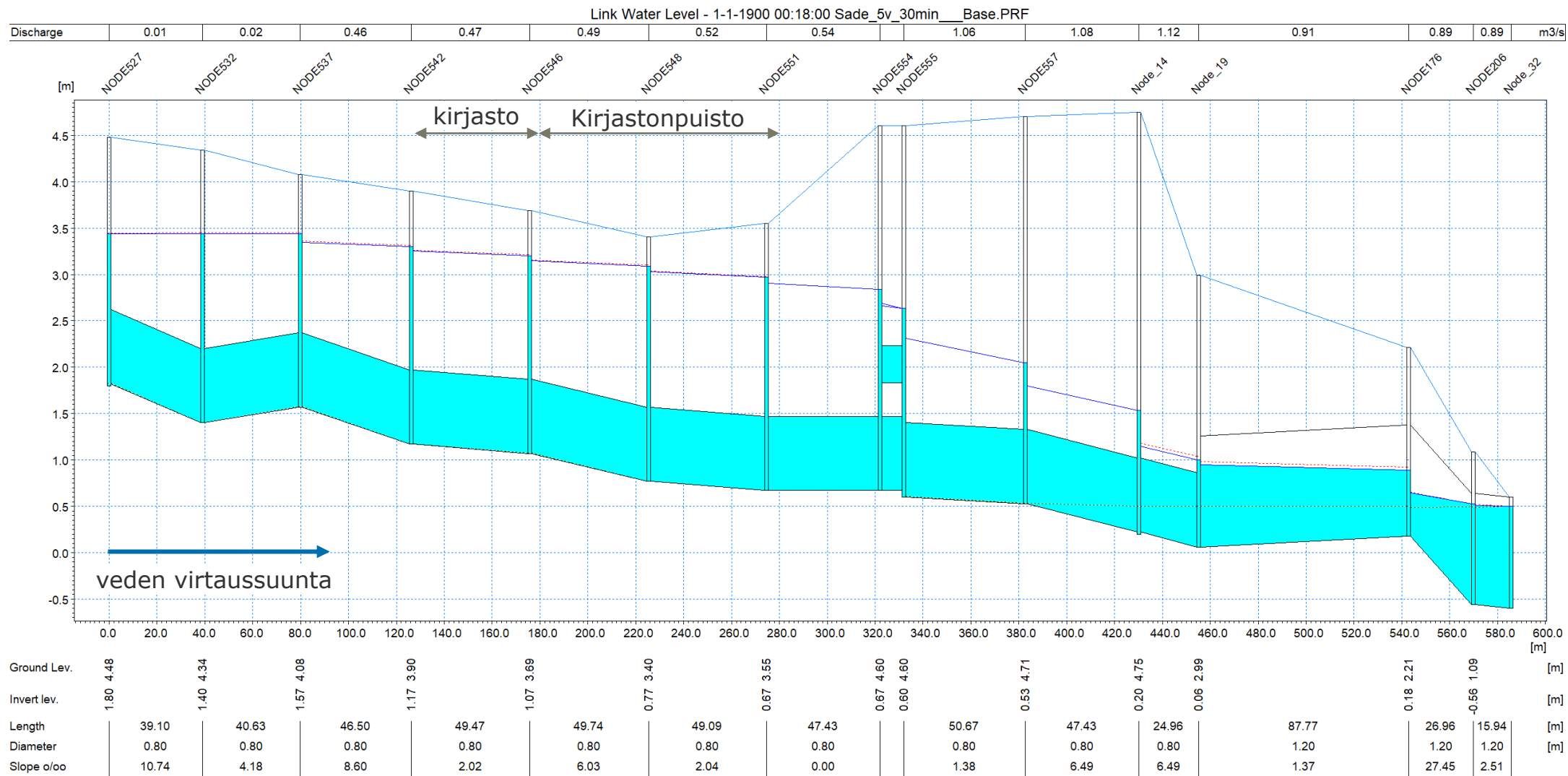
1) PROFIILI WÄRTISLÄN TONTIN LÄPI

Virtaama (m³/s)

Link Water Level - 1-1-1900 00:24:00 Sade_5v_30min___Base.PRF

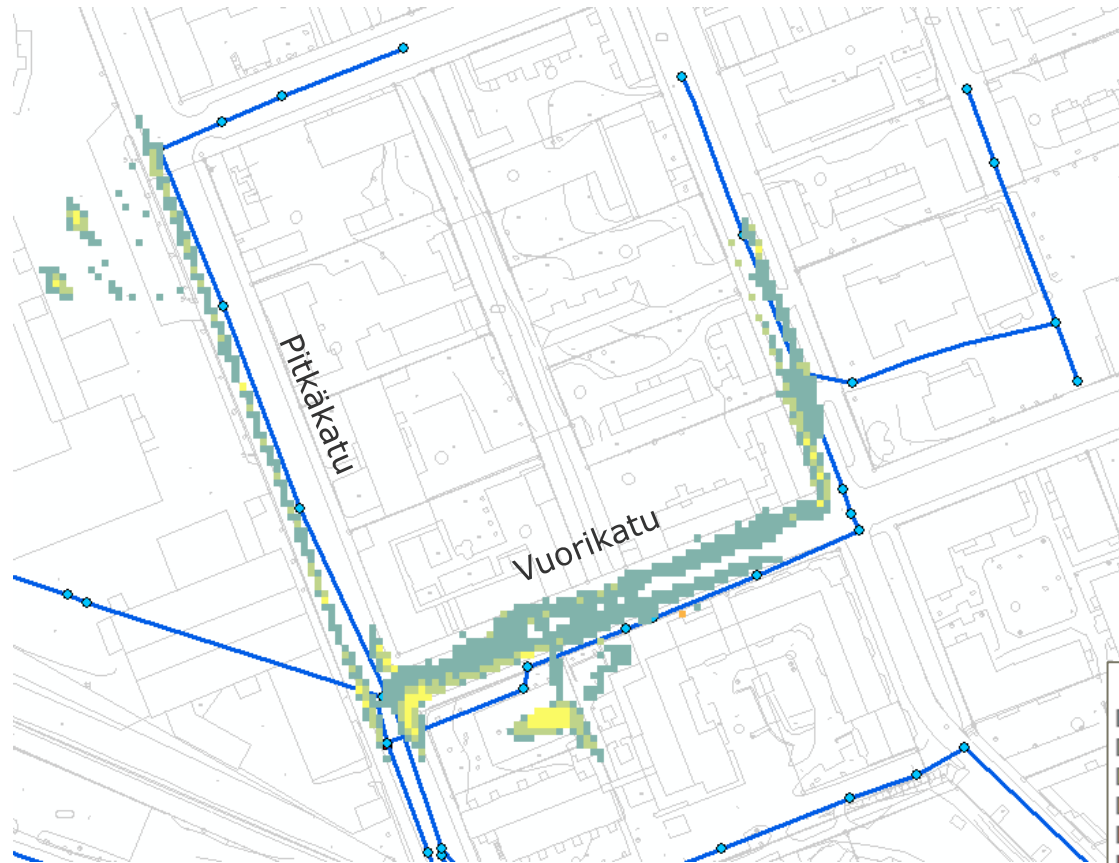


2) KIRJASTON EDESTÄ

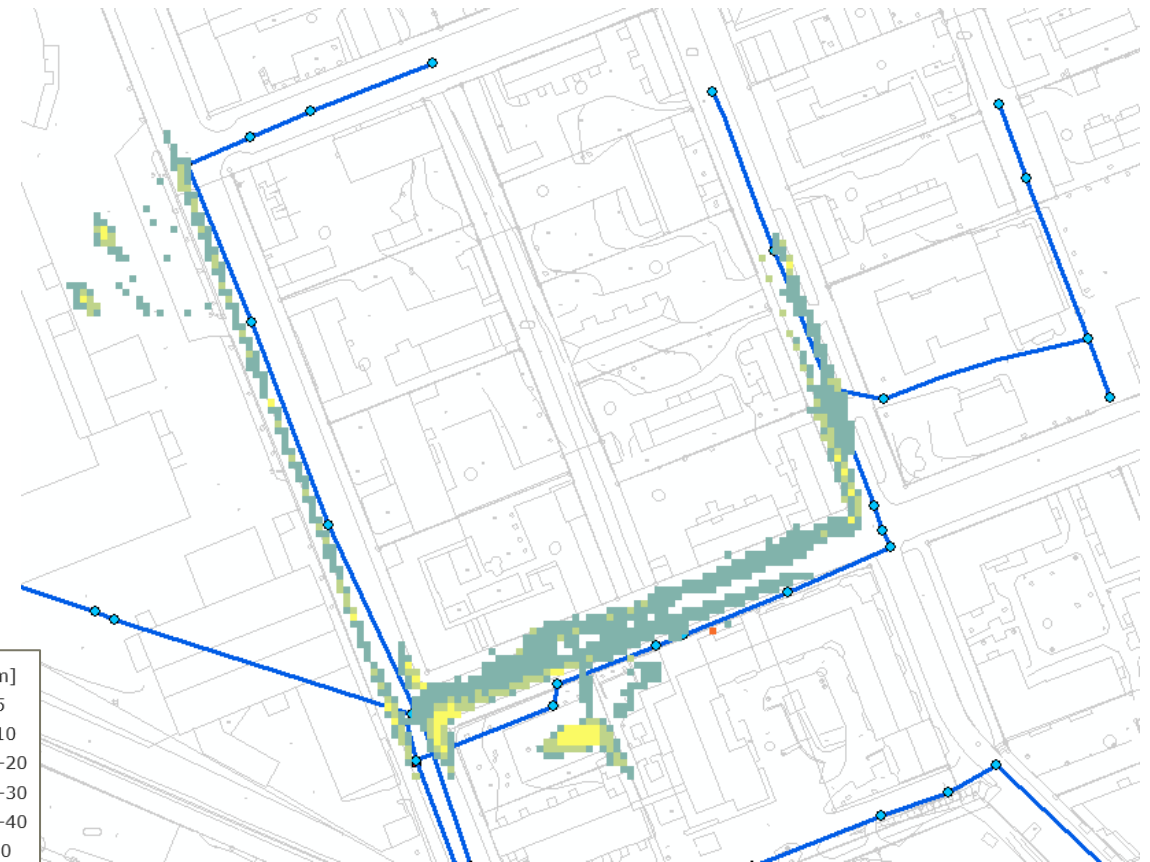


TOIMENPIDE: RITILÄKAIVOJEN LISÄÄMINEN

Alkuperäinen tilanne

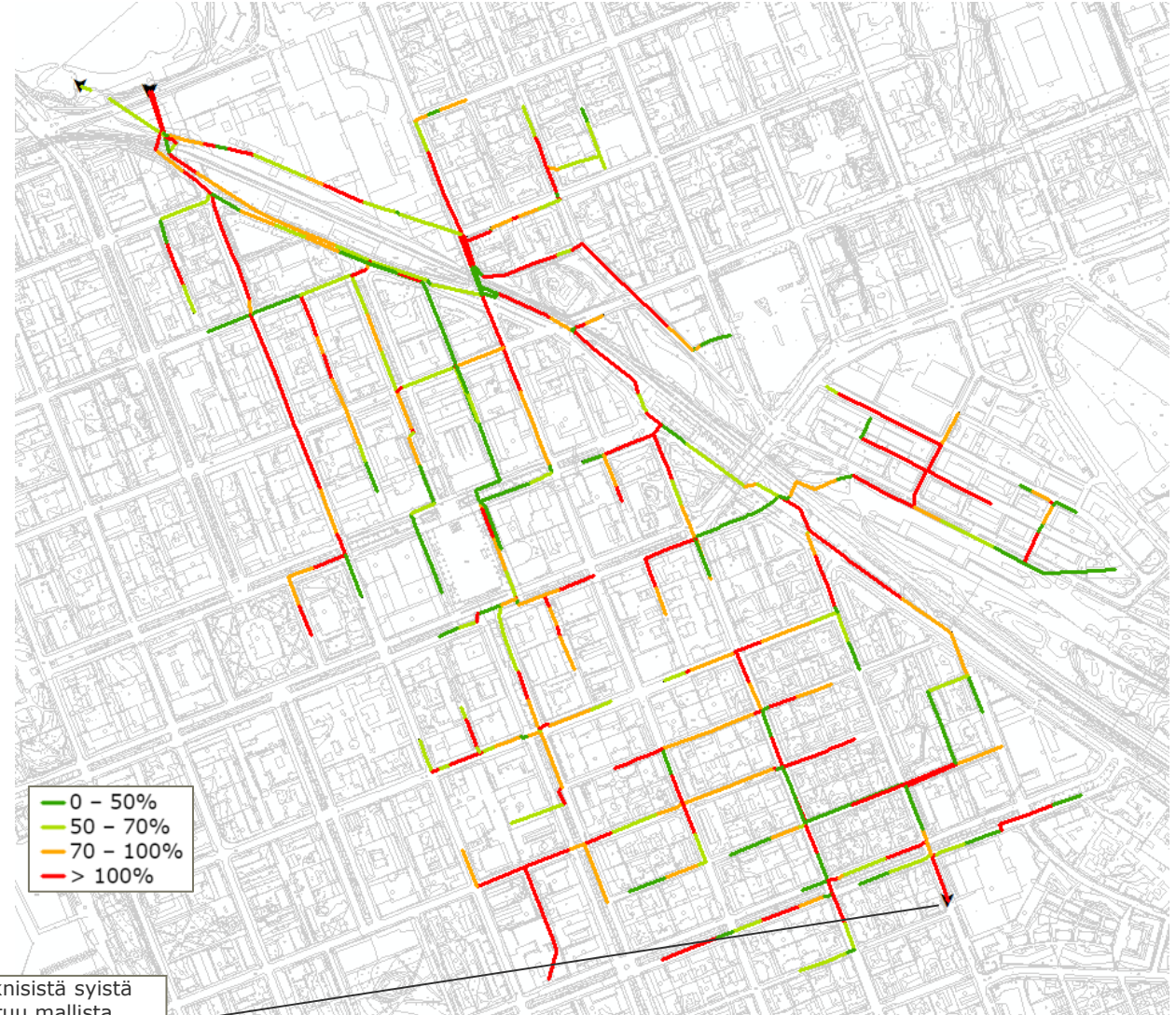
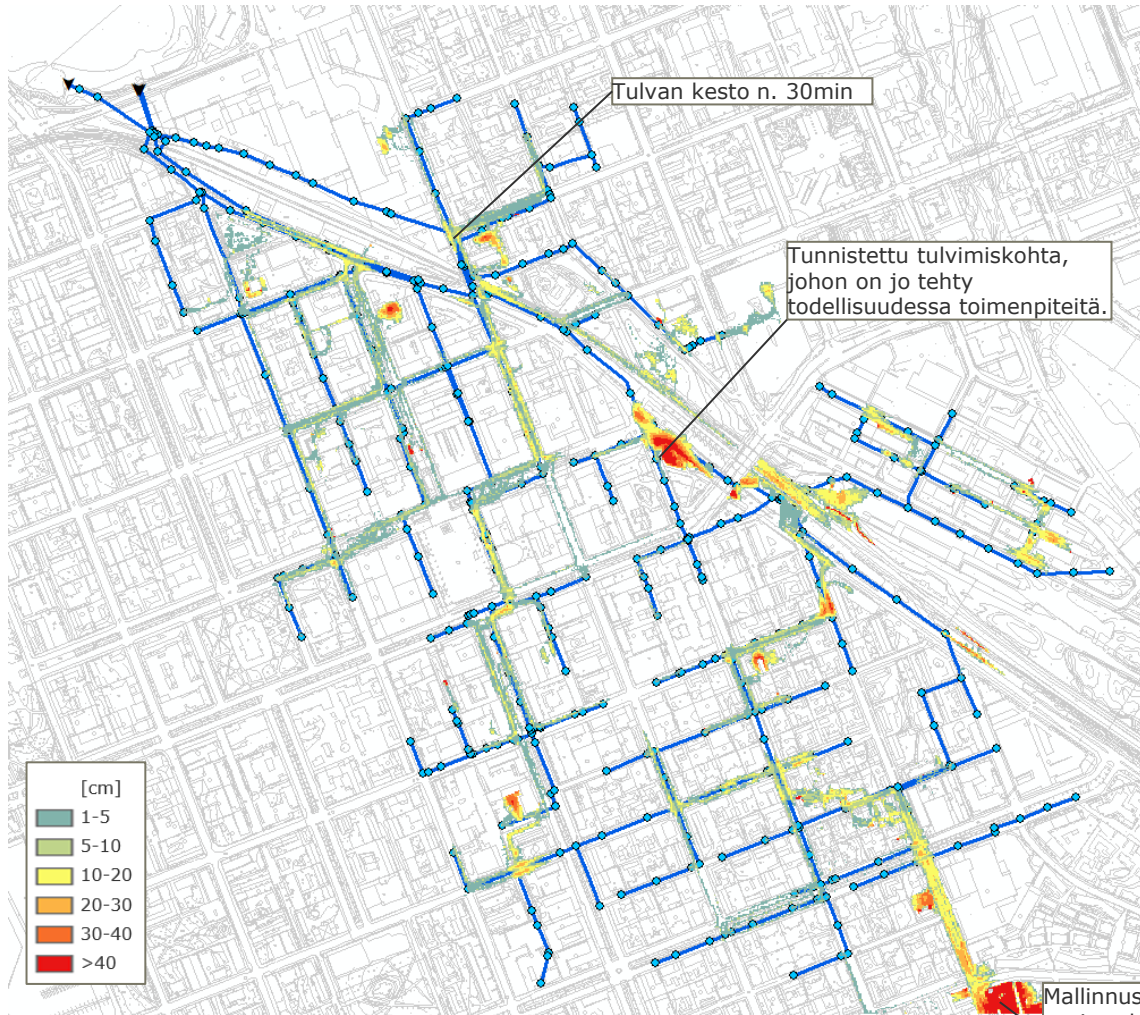


Toimenpiteen jälkeen



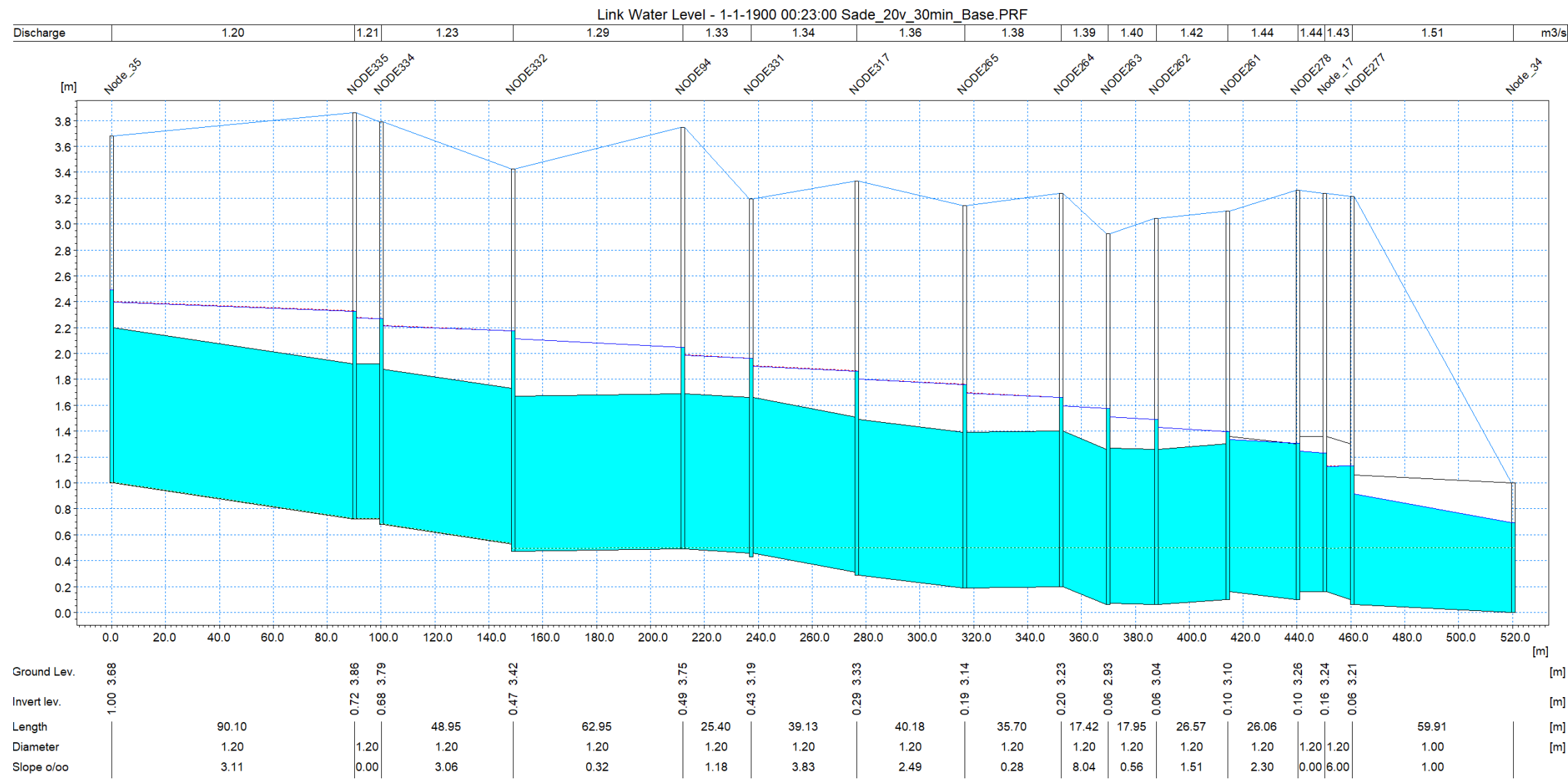
2. HULEVESITULVA

Sade 1/20v 30min, meriveden korkeus +0,5 m

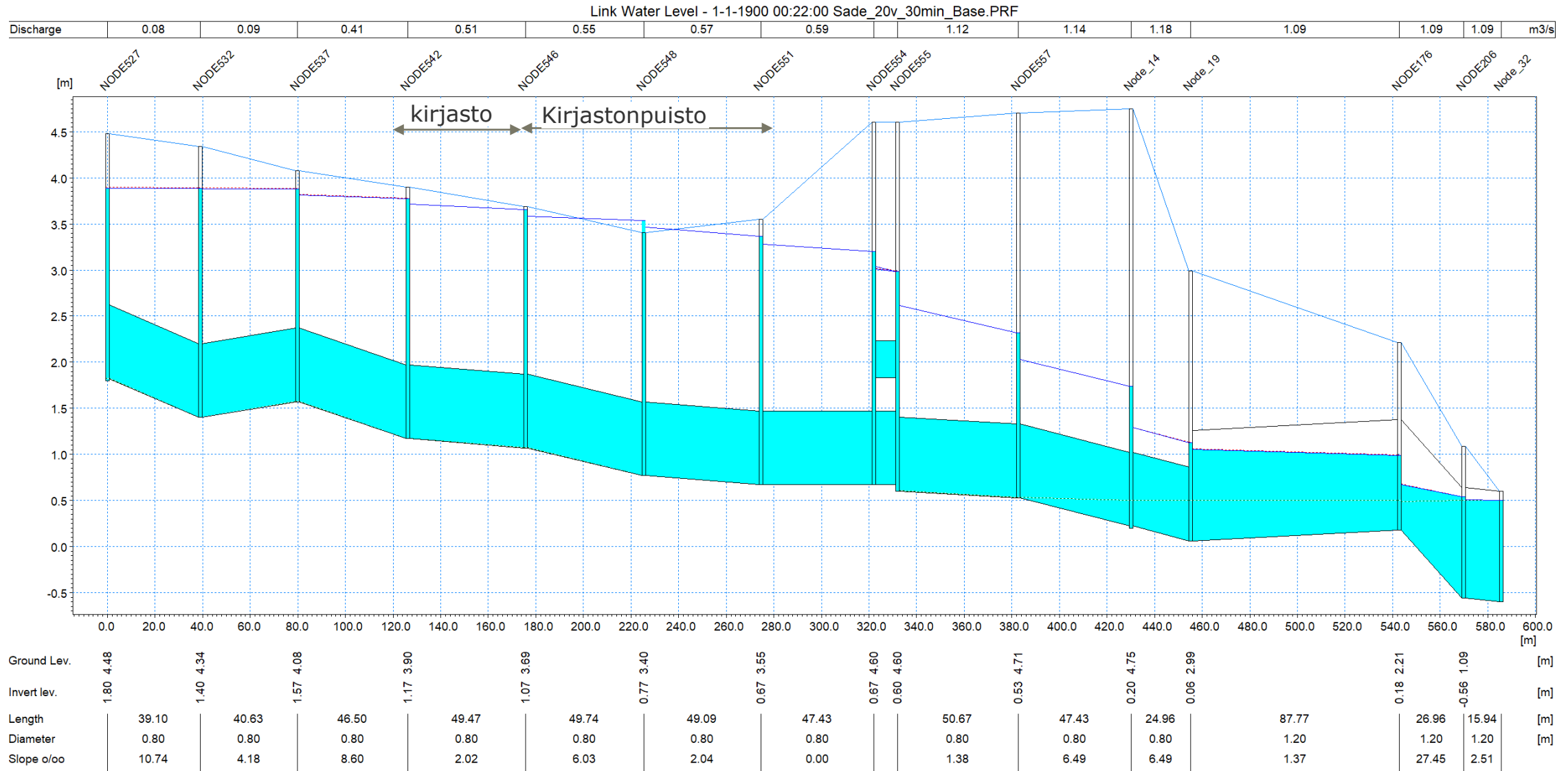


Mallinnusteknisistä syistä vesi purkautuu mallista kadulle. Todellisuudessa verkosto jatkuu etelään.

1) WÄRTSILÄN TONTIN LÄPI

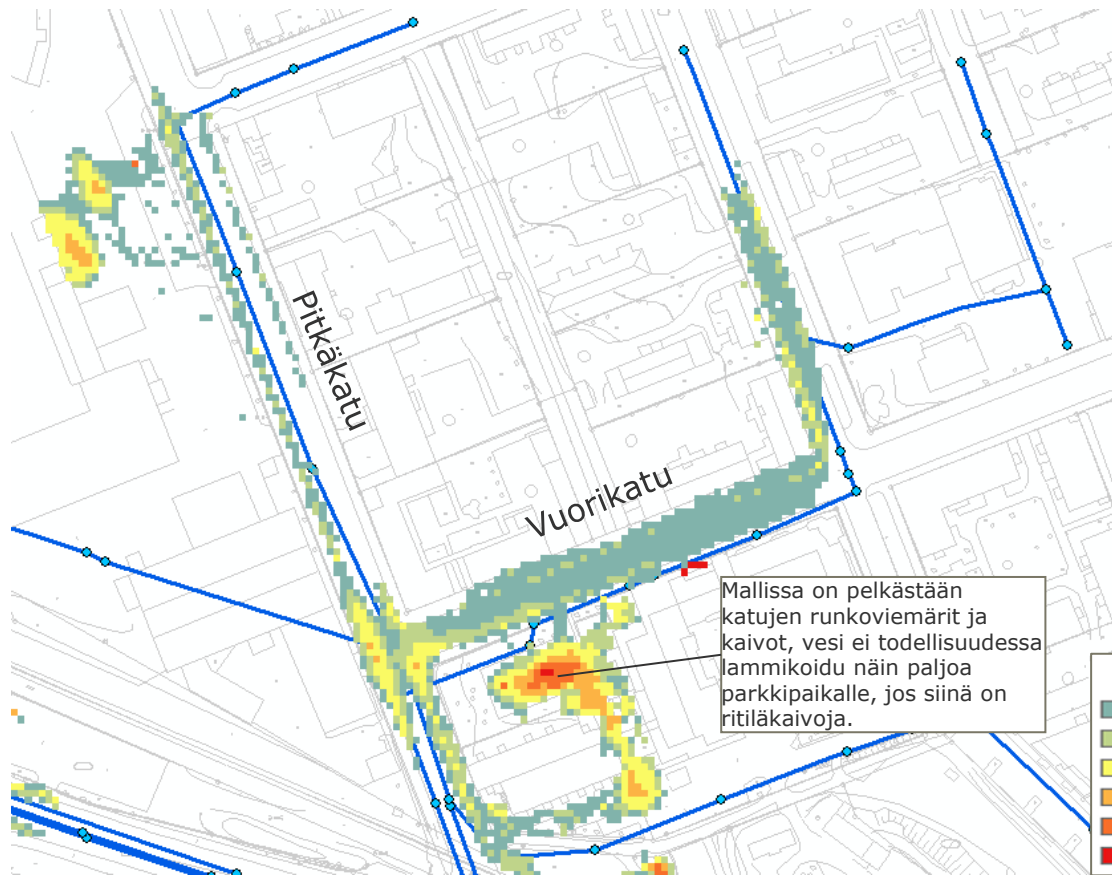


2) KIRJASTON EDESTÄ

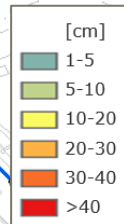
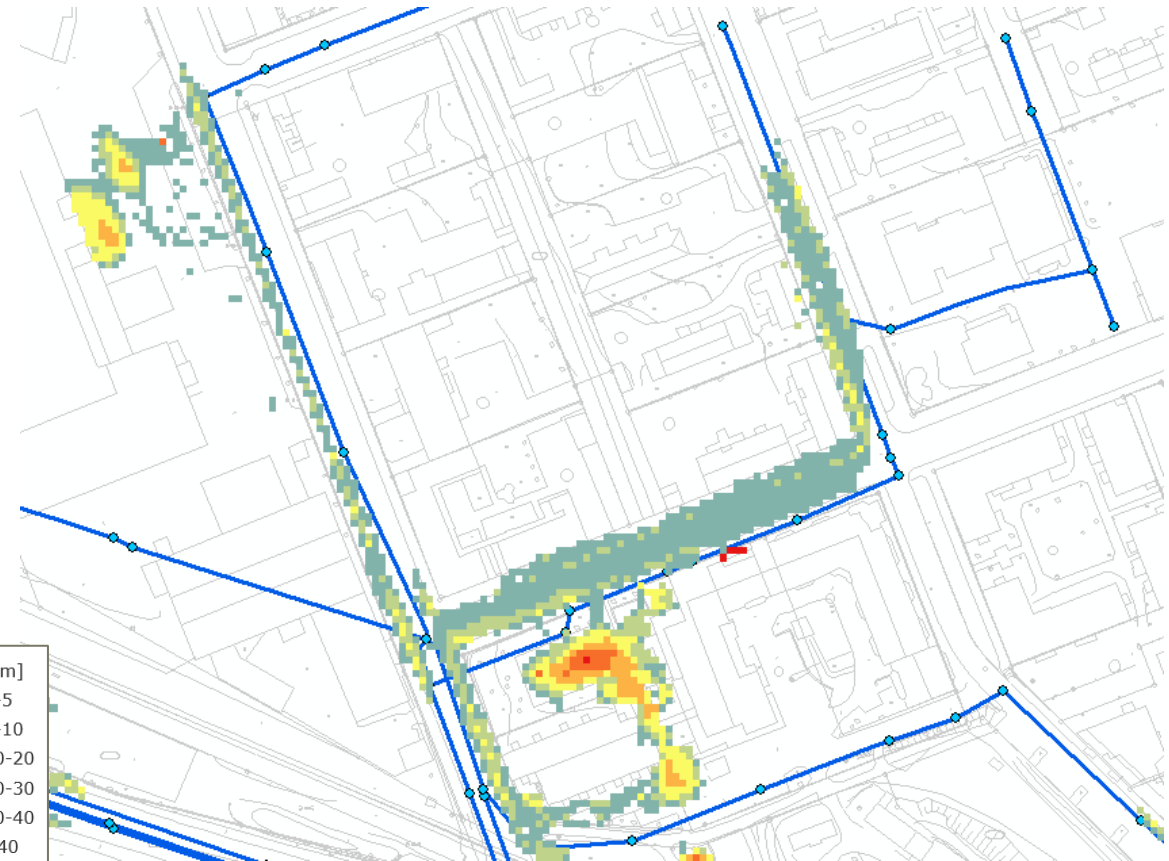


TOIMENPIDE: RITILÄKAIVOJEN LISÄÄMINEN

Alkuperäinen tilanne

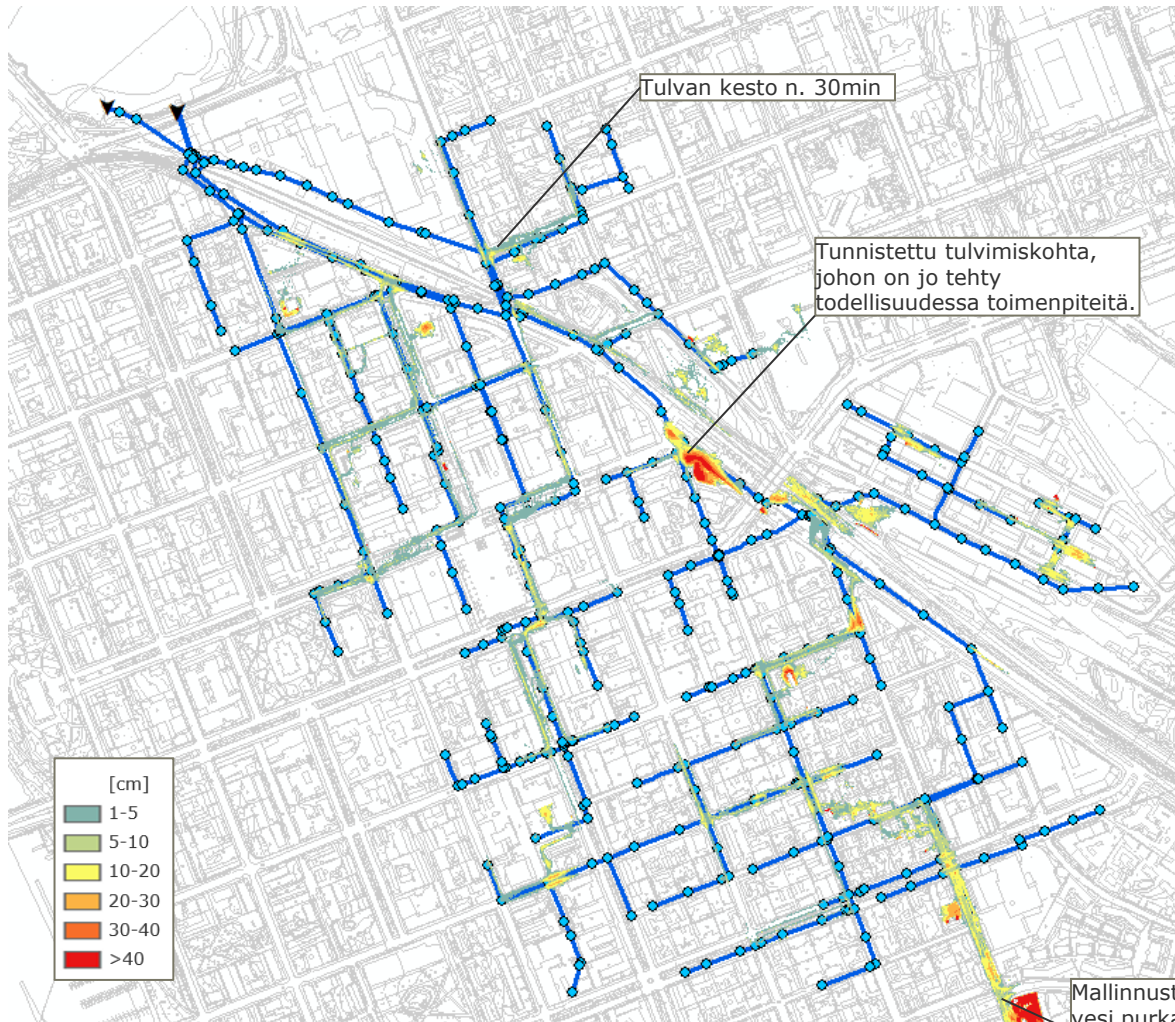


Toimenpiteen jälkeen

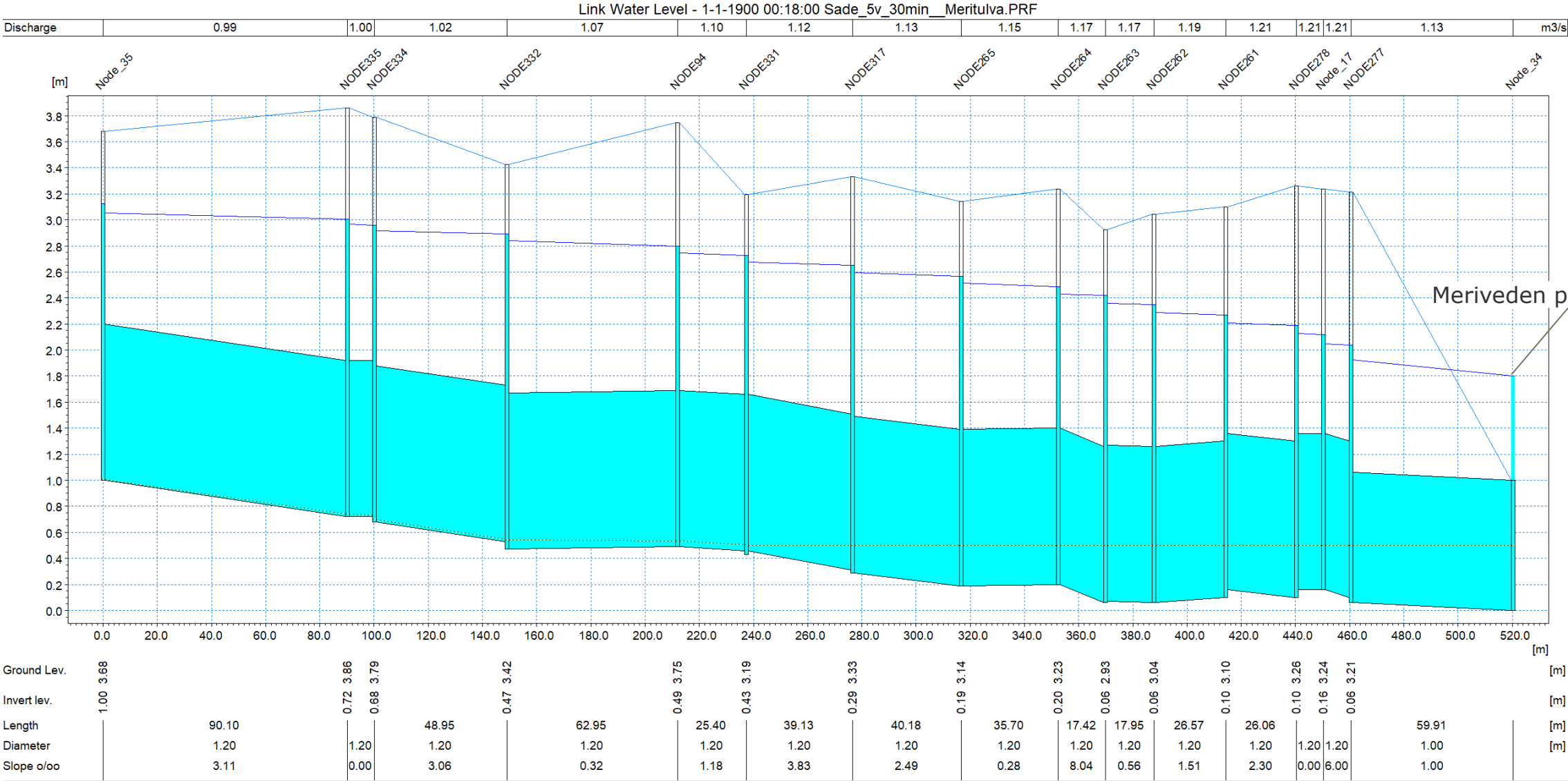


3. MERITULVA

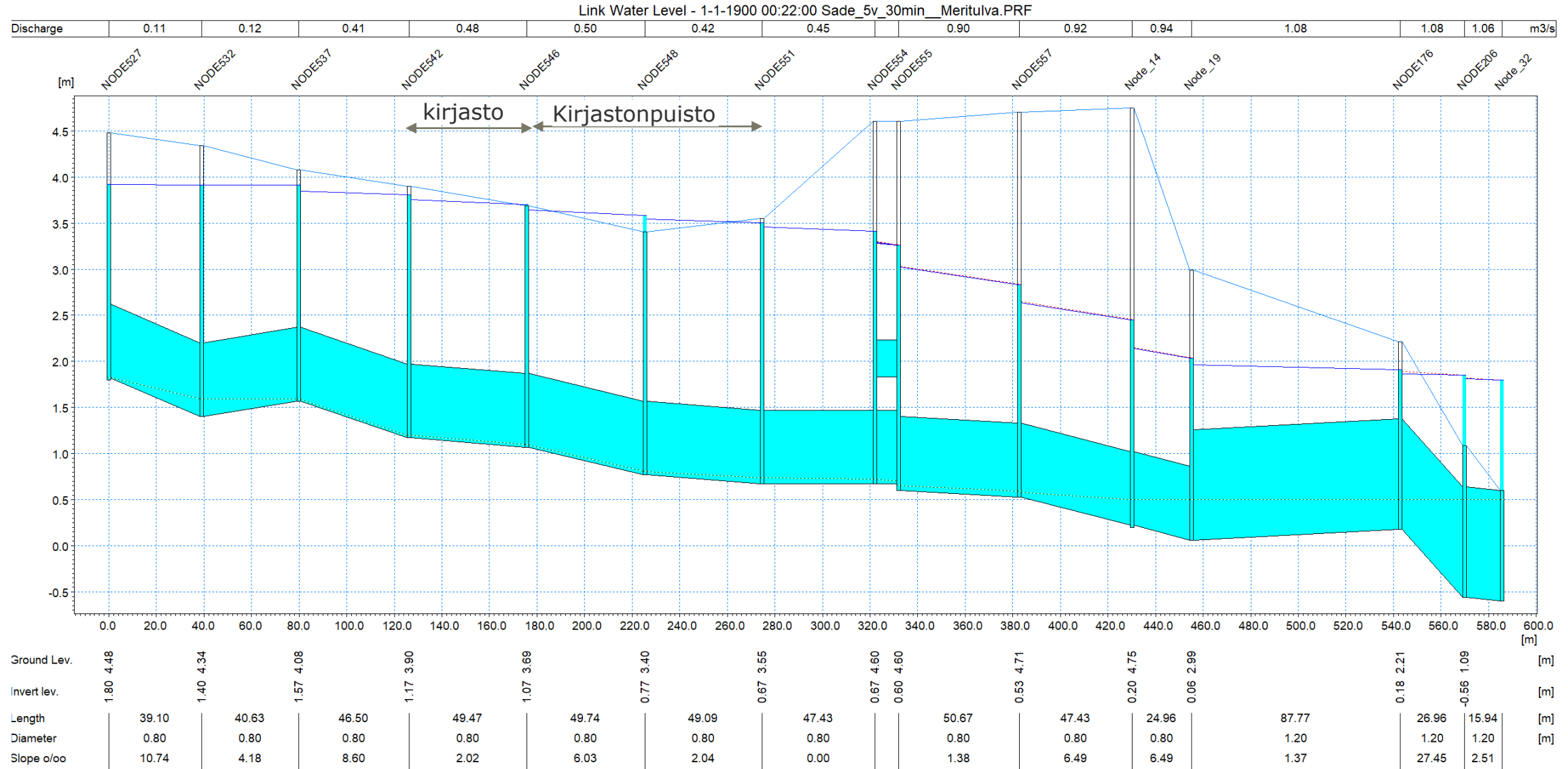
Sade 1/5v 30min, meriveden korkeus +1,80m



1) WÄRTSILÄN TONTIN LÄPI



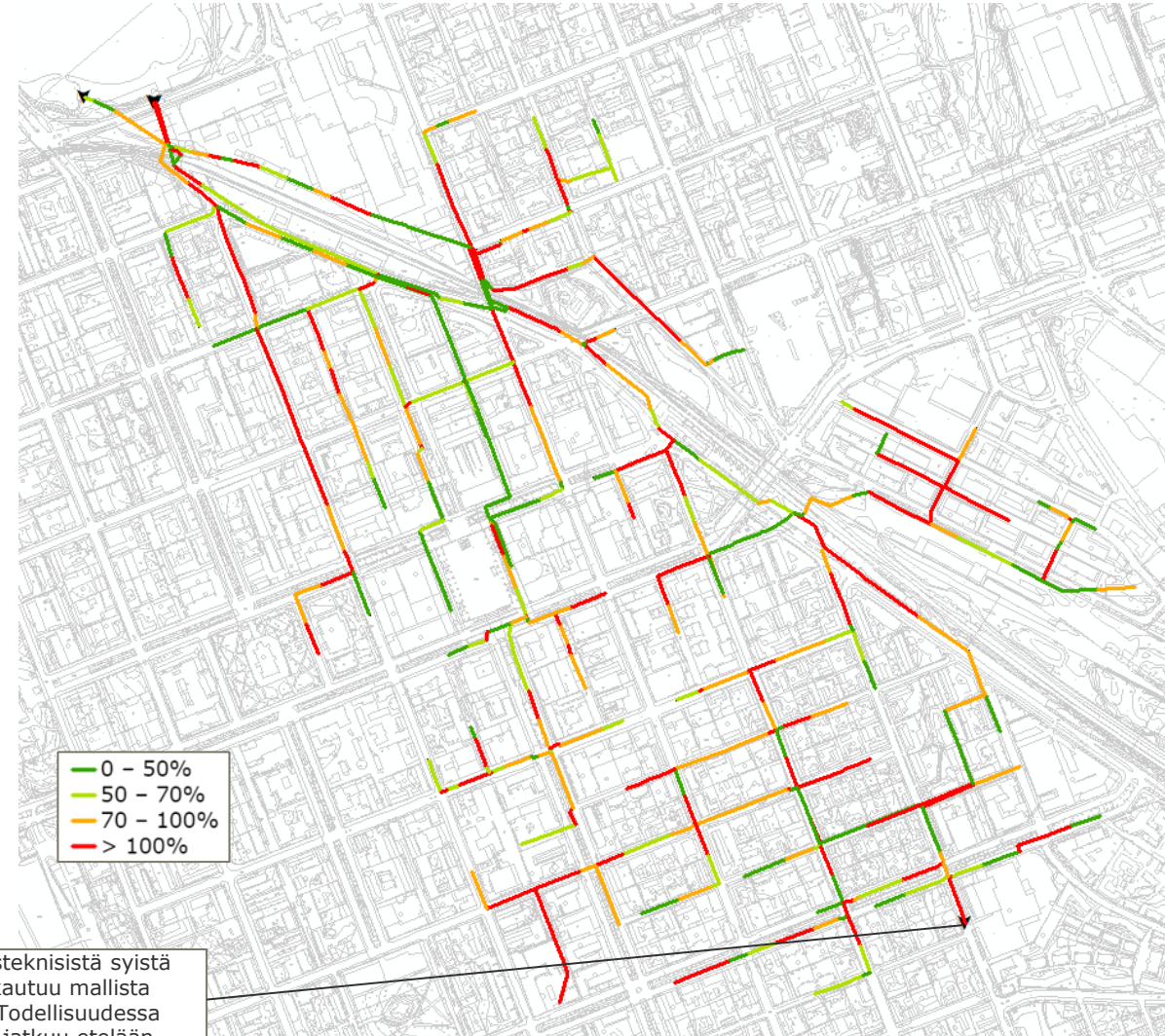
2) KIRJASTON EDESTÄ



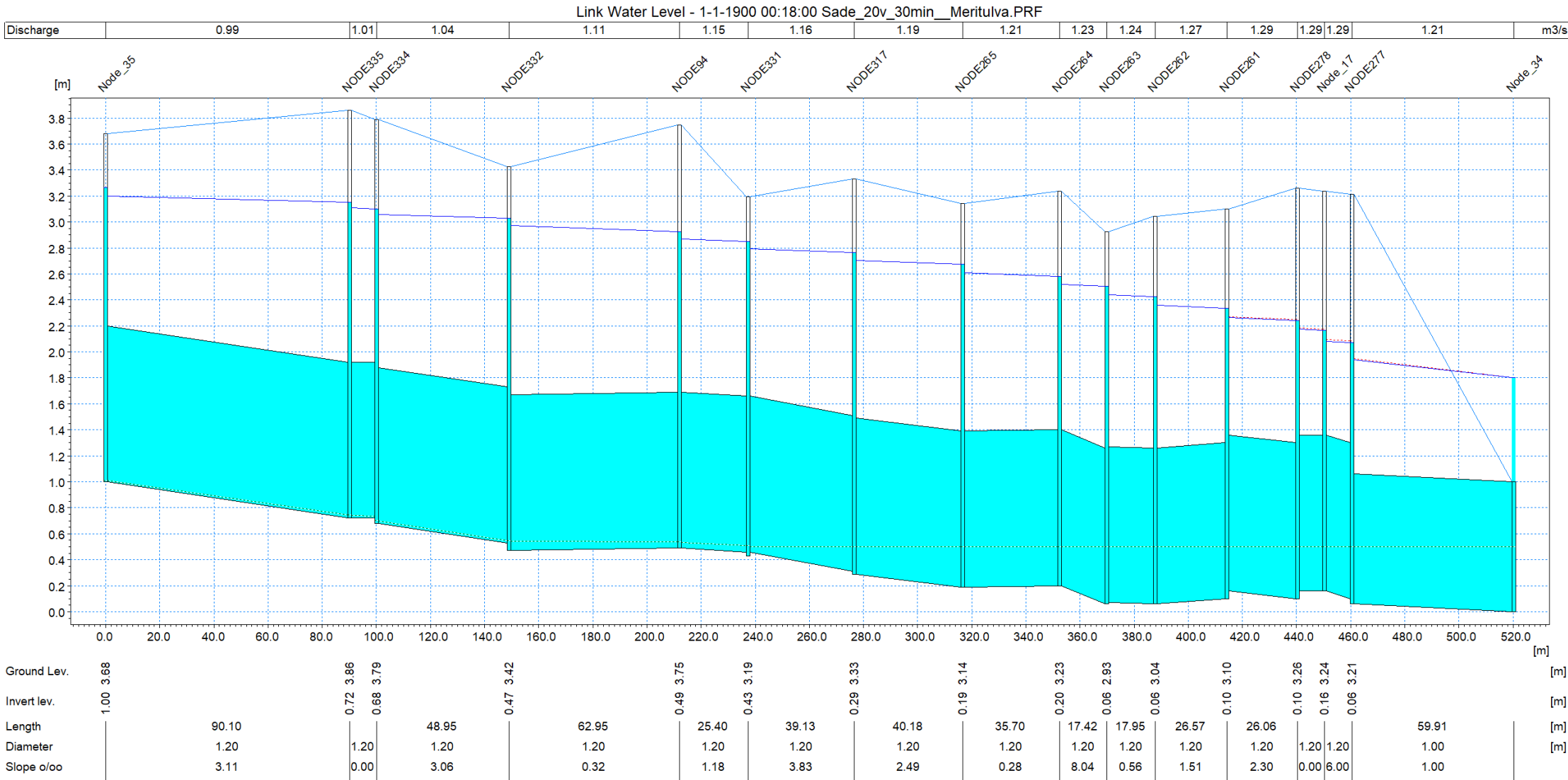
4. HULEVESI- JA MERITULVA

Purkuputkien lähellä takaisinvirtauksen estävät venttiilit.

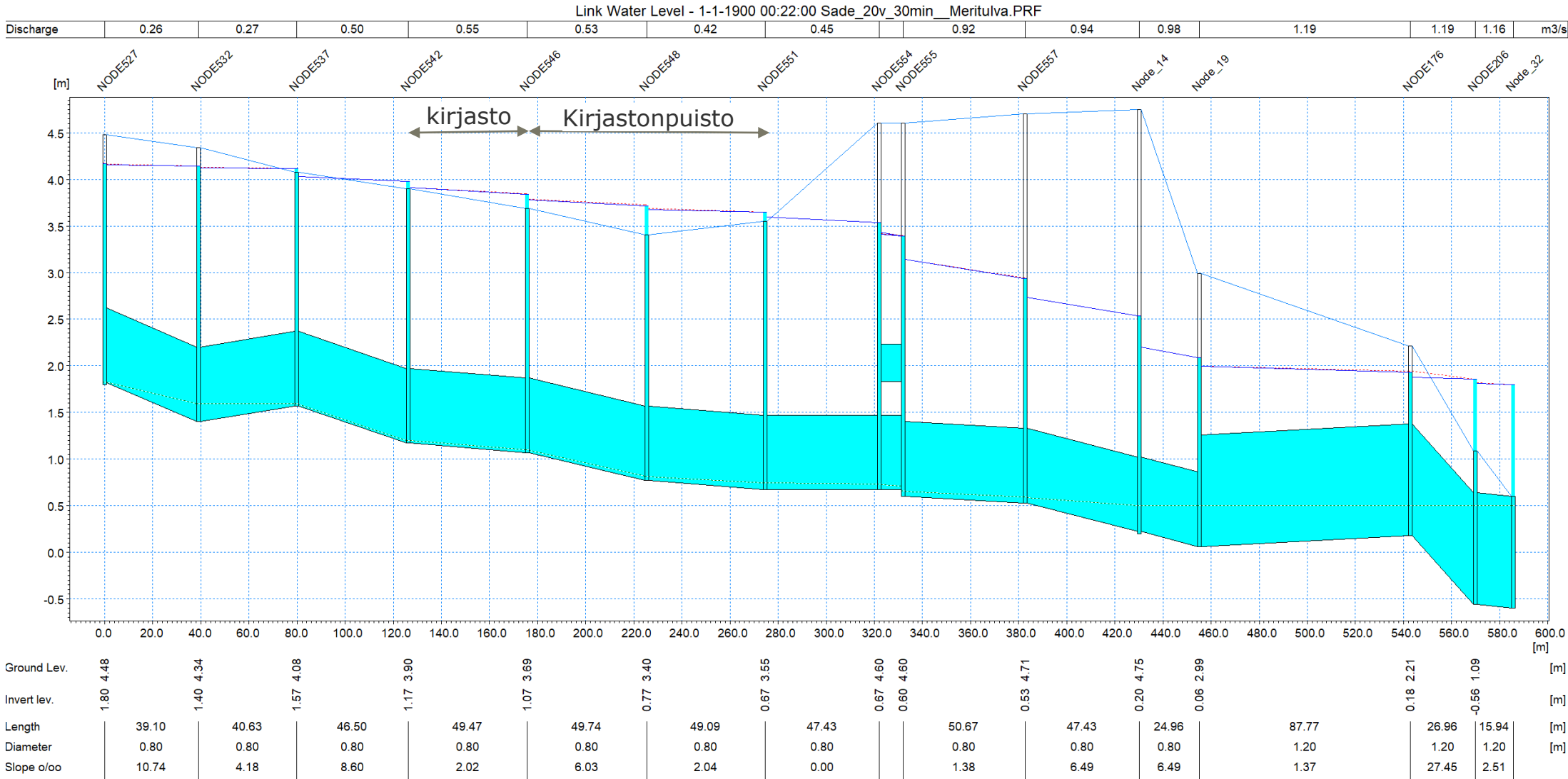
Sade 1/20v 30min, meriveden korkeus +1,80m



1) WÄRTSILÄN TONTIN LÄPI

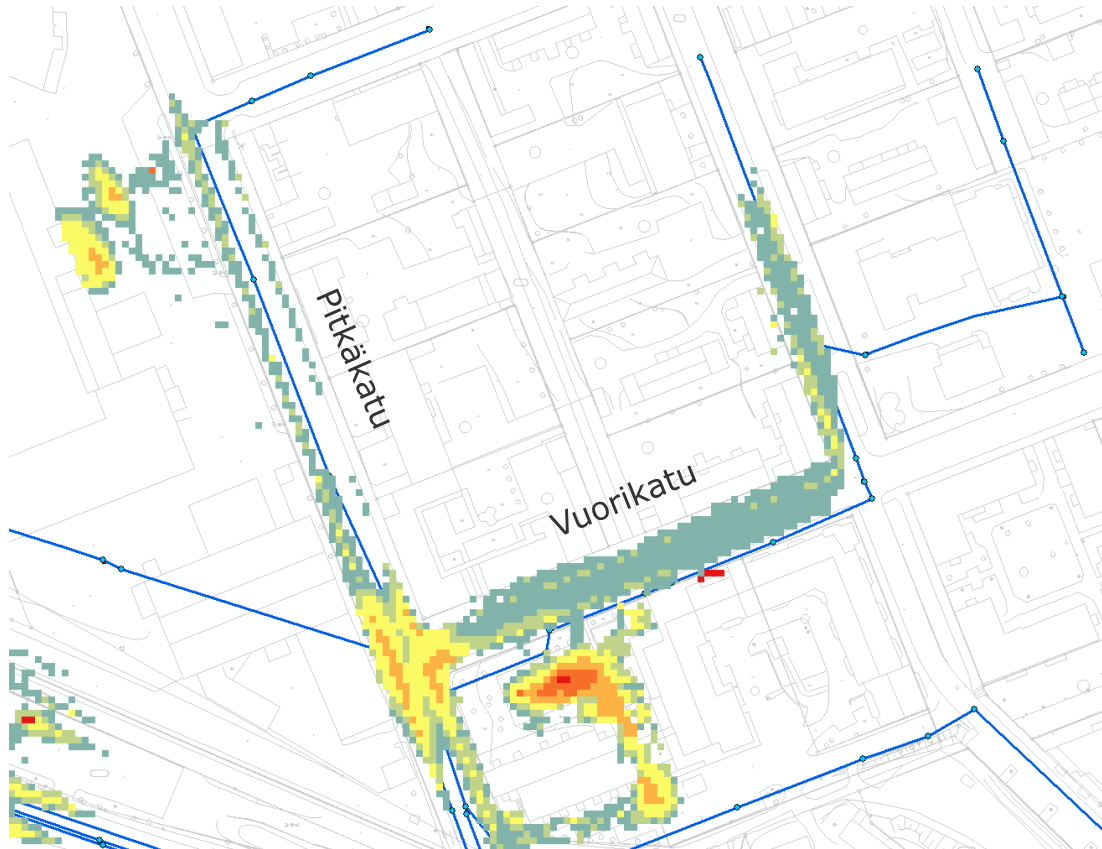


2) KIRJASTON EDESTÄ

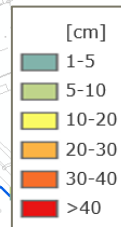
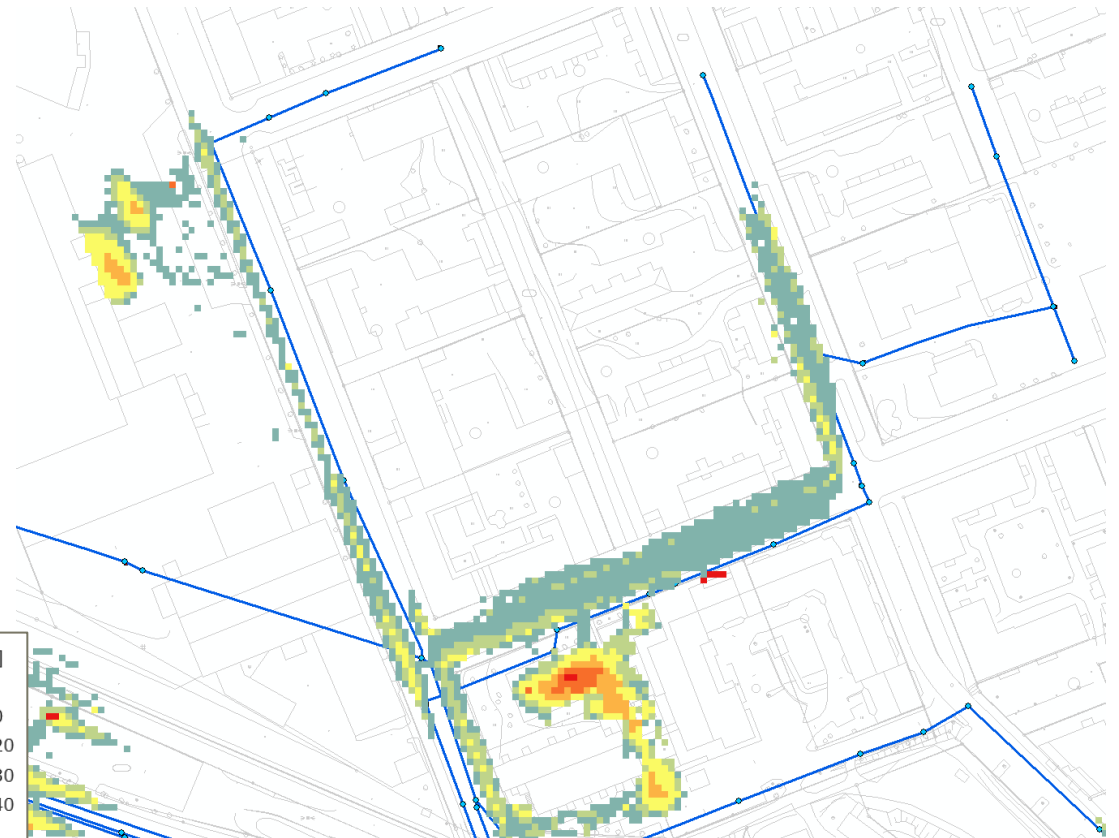


TOIMENPIDE: RITILÄKAIVOJEN LISÄÄMINEN

Alkuperäinen tilanne



Toimenpiteen jälkeen

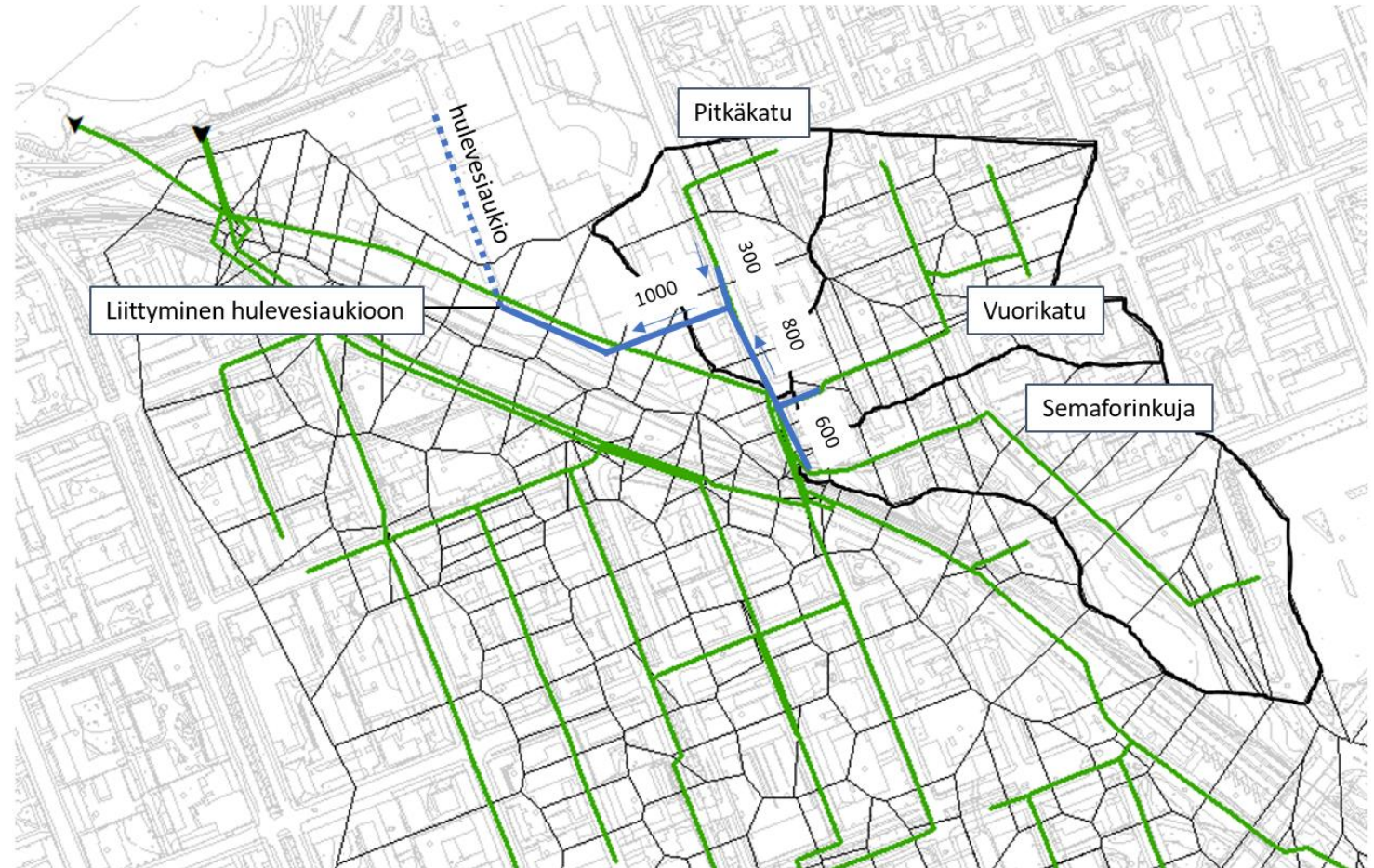


TARKASTELU: VESIEN OHJAAMINEN HULEVESIAUKIOILLE

	Lähtökorko (m)	liittymiskorko hulevesiaukioon (m)
Pitkäkatu	+3,30	+2,8
Vuorikatu	+2,82	+2,2
Semaforinkuja	+2,37	+1,7

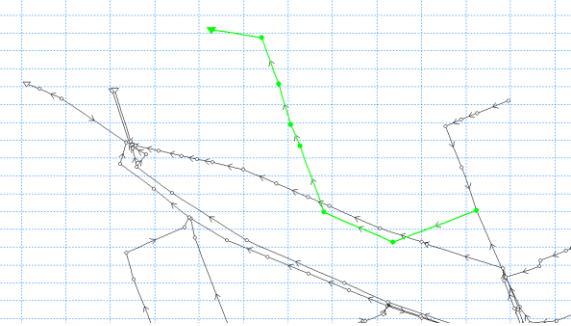
	max virtaama (m ³ /s)
Pitkäkatu	0,17
Vuorikatu	0,2
Semaforinkuja	0,23-0,26
yhteensä	0,6-0,63

Virtaamat laskettu 1/5v ja 1/20v sateilla.



Kuvaan merkitty suuntaa antavat putkikoot.

PROFIILI



Link Water Level - 1-1-1900 01:00:59 Puisto_sade_5v_30min_Hulevesipuisto_B.PRF

