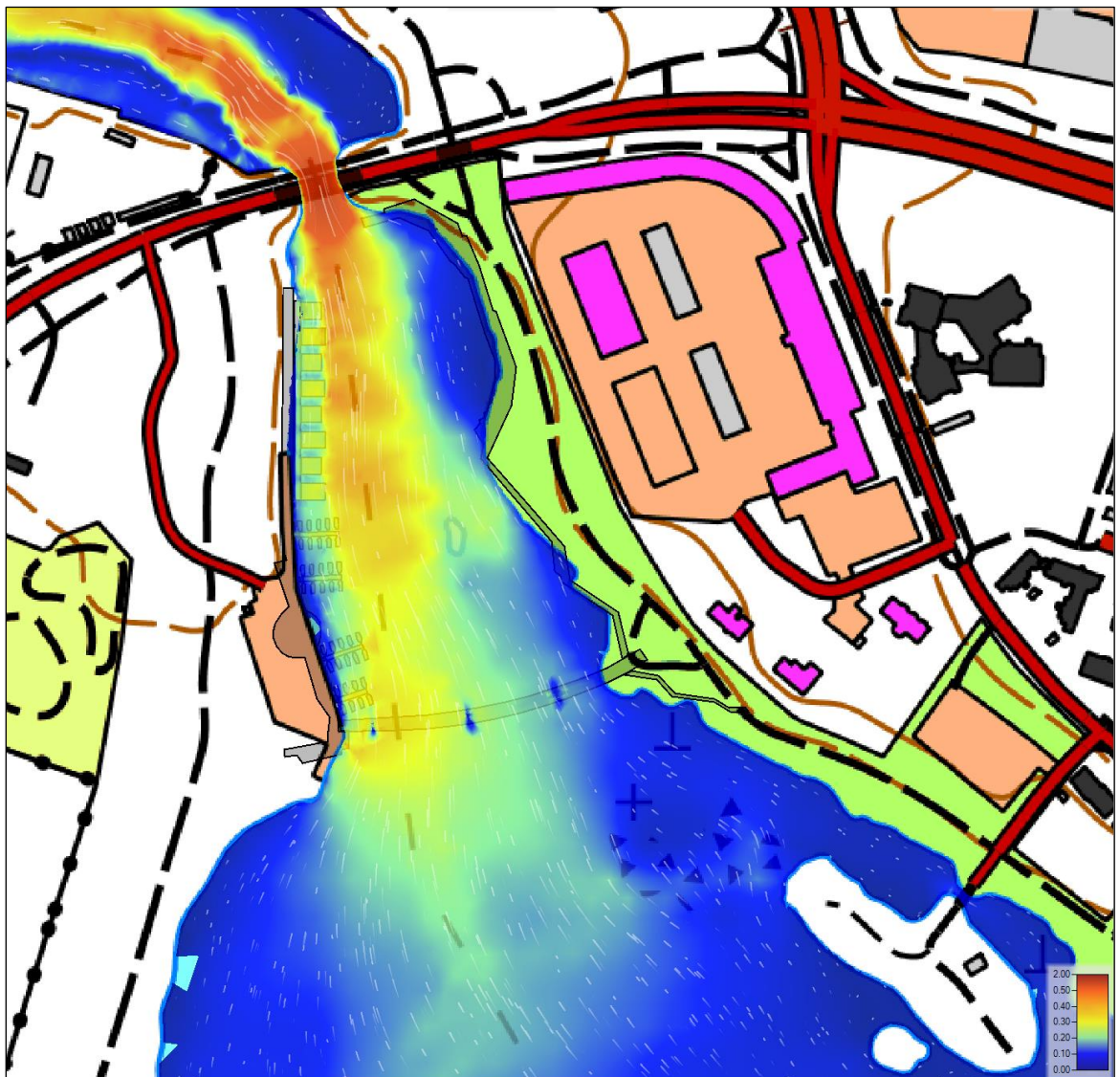


OULUN KAUPUNKI

Hartaanselänrannan asuntomessualueen rakentamisen vaikutus paikallisiin virtausolosuhteisiin -kelluvien asuntojen sijaintitarkastelut



27.11.2020

Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ.....	1
2	VIRTAUSMALLI	1
2.1	Maastomallit	1
2.2	Virtaama- ja vedenkorkeustilanteet	4
2.3	Reunaehdot ja laskentaparametrit	5
3	VIRTAUSMALLINNUKSEN TULOKSET.....	5
3.1	Oulujoen keskivirtaama MQ ja meriveden keskivesi MW, 1A, 1B, 1C	5
3.2	Oulujoen ylivirtaama HQ _M ja meriveden keskialivesi MNW, 2A, 2B, 2C	11
4	RAKENTAMISEN VAIKUTUS PAIKALLISIIN VIRTAUSOLOSUHTEISIIN.....	16
5	EPÄVARMUUSTEKIJÄT MALLINNUSTULOKSISSA JA MUITA HUOMIOITA.....	17
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	18

Liitteet

Liite 1. Ponttonirakenteiden arvioidut syväykset

Hartaanselänrannan asuntomessualueen rakentamisen vaikutus paikallisiin virtausolosuhteisiin -kelluvien asuntojen sijaintitarkastelut

1 YLEISTÄ

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy on Oulun kaupungin toimeksiannosta laatinut virtausmallitarkastelut Hartaanselänrannan asuntomessualueen rakentamisen vaikutuksesta paikallisiin virtausolosuhteisiin. Tämä raportti on aikaisemmin laatimaamme laajempaan virtausmallinnukseen¹ liittyvä lisäselvitys, jossa on tarkasteltu tarkemmin kelluvien asuntojen vaikutusta virtausolosuhteisiin.

Virtausmallinnukset ja raportoinnin on suorittanut dipl.ins. Mikael Stening. Asian tuntijana ja laadunvarmistajana on toiminut ins.(YAMK) Markku Vähäkäkelä.

2 VIRTAUSMALLI

Virtausmallinnus perustuu korkeussuhteita kuvaavaan maastomalliin, johon virtaamatietoihin sekä tietoihin merivedenpinnan korkeuksista. Virtausmallinnus on suoritettu USACE:n ohjelmistolla HEC-RAS 5.0.6. HEC-RAS-ohjelmisto laskee solukohtaisia virtauksia kahdessa ulottuvuudessa (2D). Ohjelma ei ota huomioon veden vertikaaliliikkeitä.

2.1 Maastomallit

Maastomallit on laadittu kolmiopintoina (TIN) ja tulostettu HEC-RAS-ohjelmistoon soveltuvaksi topografiakartaksi.

Suistoalueen nykytilan maastomalli on laadittu useiden linja- ja monikeilausluotustietojen, merikartassa esitettyjen syvyyskäyrien ja syvyyspisteiden, maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistojen, väylien ruoppaussuunnitelmien, peruskartan ja ilmakuvien pohjalta. Mallin merenpohjan korkeusasemia on lisäksi täydennetty arvioimalla syvyyskäyrien sijainteja saatavilla olevien syvyystietojen pohjalta. Useasta tietolähteestä koottu malli kuvaa kattavasti Oulujoen koko suistoalueen korkeussuhteita.

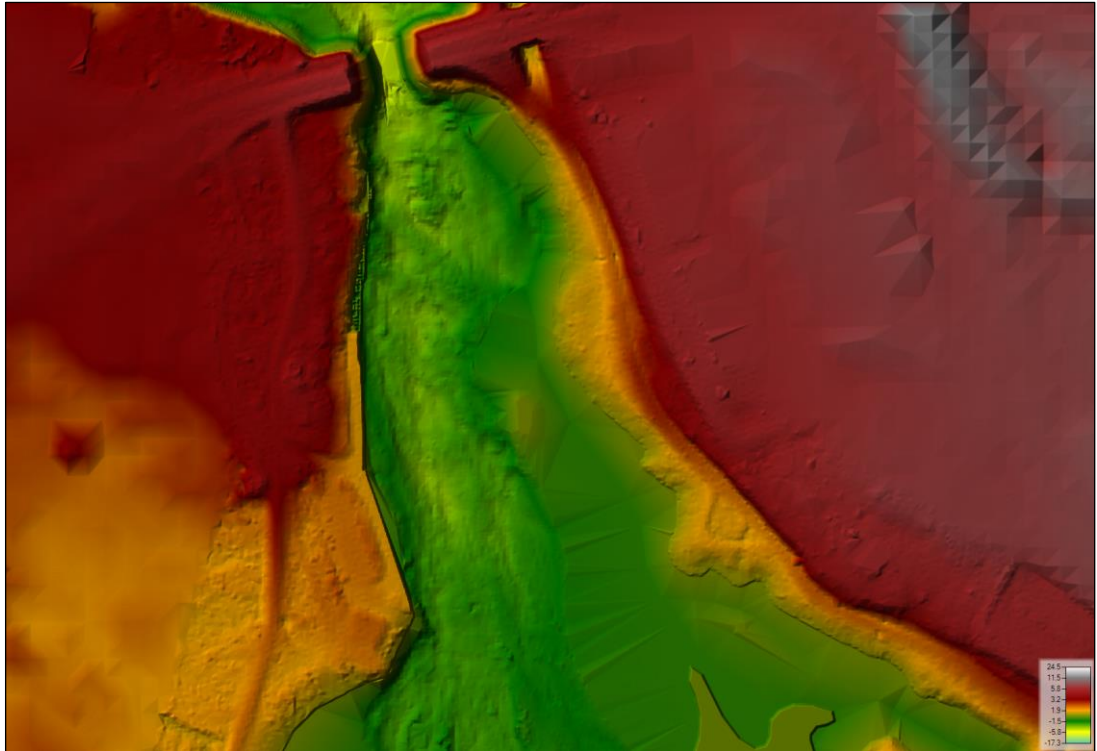
Topografiamallin kokonaispituus etelä-pohjoissuunnassa on noin 5,8 km (etelä-pohjoinen) ja leveys itä-länsisuunnassa on noin 5,0 km. Mallin korkeusjärjestelmä on N2000.

Hartaanselänrannan asuntomessualueen suunnitelmissa esitetyt rakenteet on otettu huomioon alueen maastomallien paikallisissa korkeusolosuhteissa. Vesialueelle sijoittuvat rakenteet kuten siltapilarit on mallinnettu todellisuutta vastaavan kokoisina ja kelluvien laiturirakenteiden kohdalla maastomallin pohjan korkeusasemia on nostettu rakenteiden syvyyden, jolloin laskennallinen virtausala (poikileikkauksen pinta-ala) vastaa todellista virtausalaa. Topografiamallissa otettiin huomioon myös suistoalueen vesialueen ylittävien nykyisten siltojen siltapilarirakenteet. Nykyisiä kelluvia laiturirakenteita ei tässä yhteydessä mallinnettu.

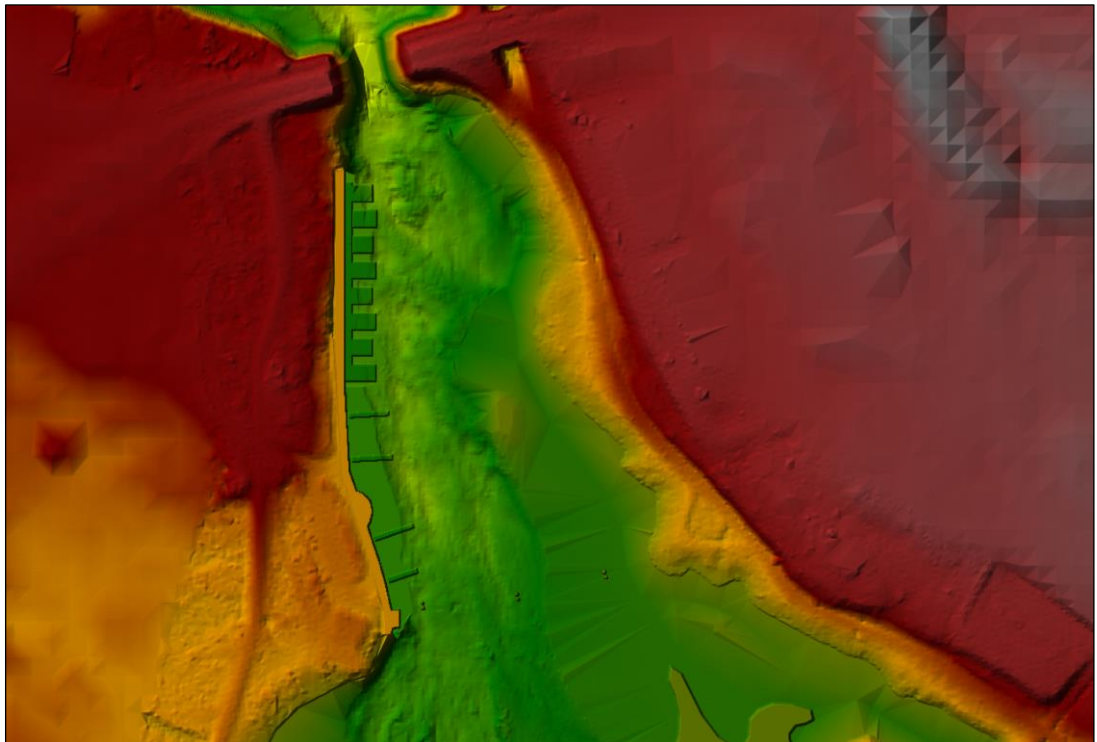
Topografiamalleja tulostettiin 5 kpl:

- topografiamalli A) nykytilan malli (ks. Kuva 1)
- topografiamalli B1) kelluvat asunnot rivissä rannan suuntaisesti (ks. Kuva 2)
- topografiamalli B2) Kuin B1, mutta sillan tyvessä louhepengeri (ks. Kuva 3)
- topografiamalli C1) kerrostalo, syvä, pysäköintipaikat kellarissa (ks. Kuva 4)
- topografiamalli C2) kerrostalo, matala (ks. Kuva 4)

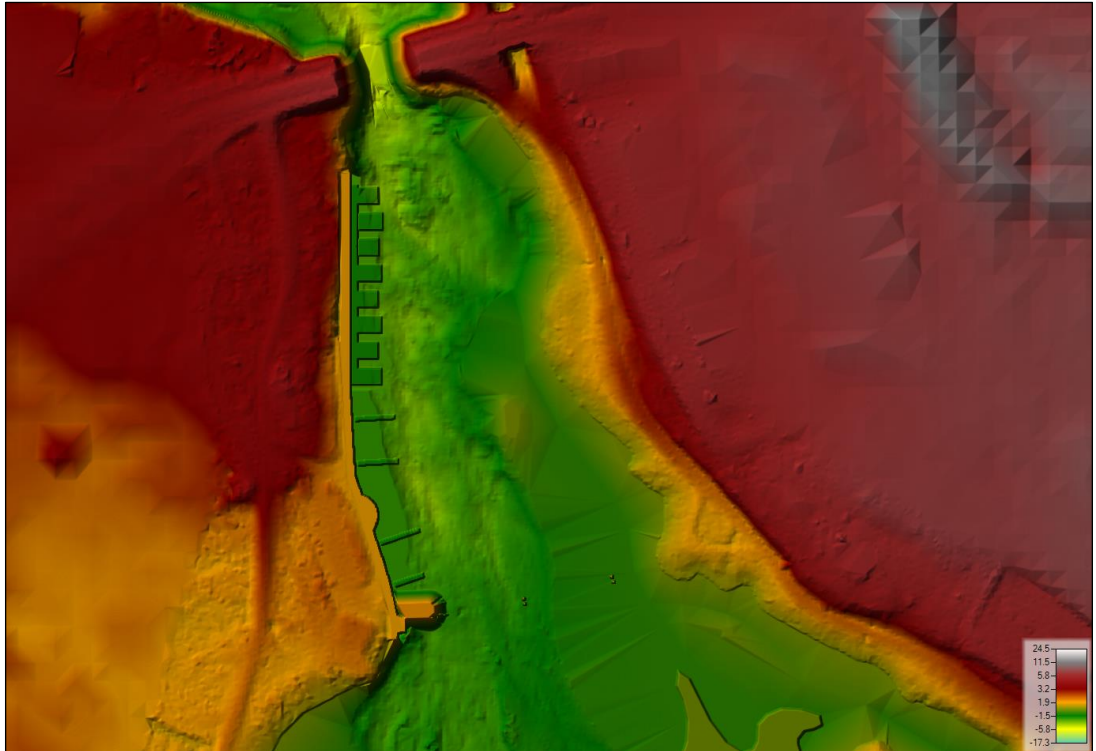
¹ Hartaanselän asuntomessualueen rakentamisen vaikutus paikallisiin virtausolosuhteisiin ja lietetattaren esiintymisalueisiin, FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy, 9.10.2020



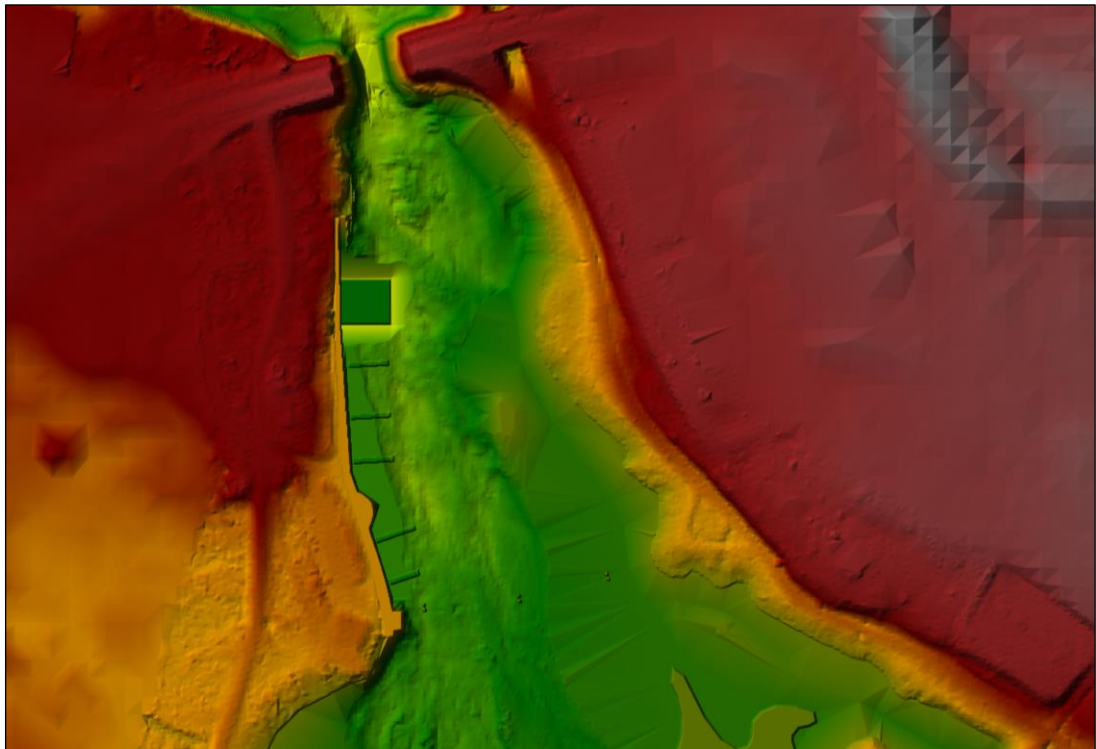
Kuva 1. Ote topografiamallista A.



Kuva 2. Ote topografiamallista B1.



Kuva 3. Ote topografiamallista B2.



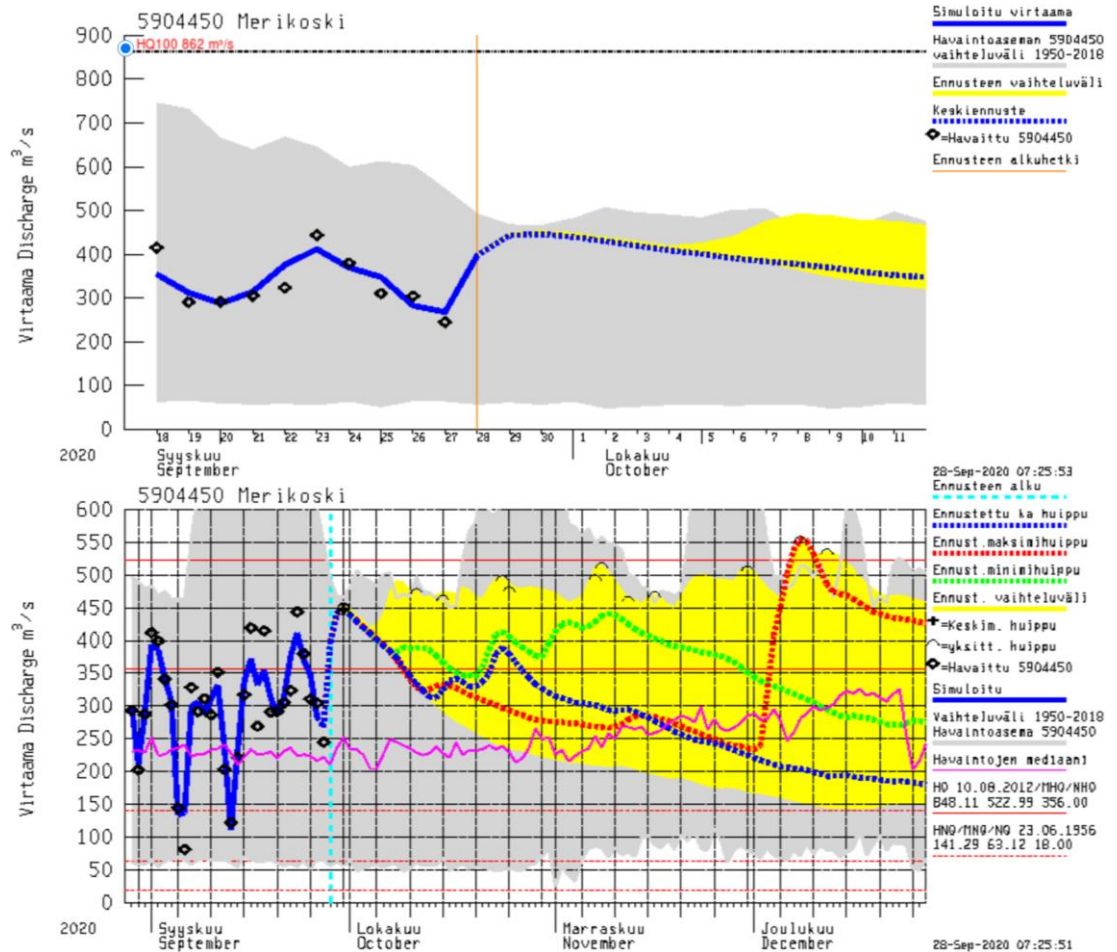
Kuva 4. Ote topografiamalleista C1. Topografiamalli C2 on vastaava, mutta kerrostalonpontonin syväys on pienempi.

Venesataman alue on topografiamalleissa esitetty ruopattavaksi tasoon N2000 - 2,4 m. Kelluvien asuntojen kohdalla (topografiamallit B1 ja B2) ruoppaustasoksi on esitetty -2,8 m ja kelluvan kerrostalon kohdalla ruoppaustasot ovat -5,0 m (C1) ja -3,5 (C2). Kelluvien asuinrakennusten kohdalta on esitetty periaateleikkaus liitteessä 1.

Topografiatallit tulostettiin aikaisemmasta virtausmallitarkastelusta (9.10.2020) poiketen ruutukokoon 0,5 m * 0,5 m. Mahdollisimman tarkalla topografiatallilla saadaan otettua tarkemmin huomioon paikalliset maasto-olosuhteet.

2.2 Virtaama- ja vedenkorkeustilanteet

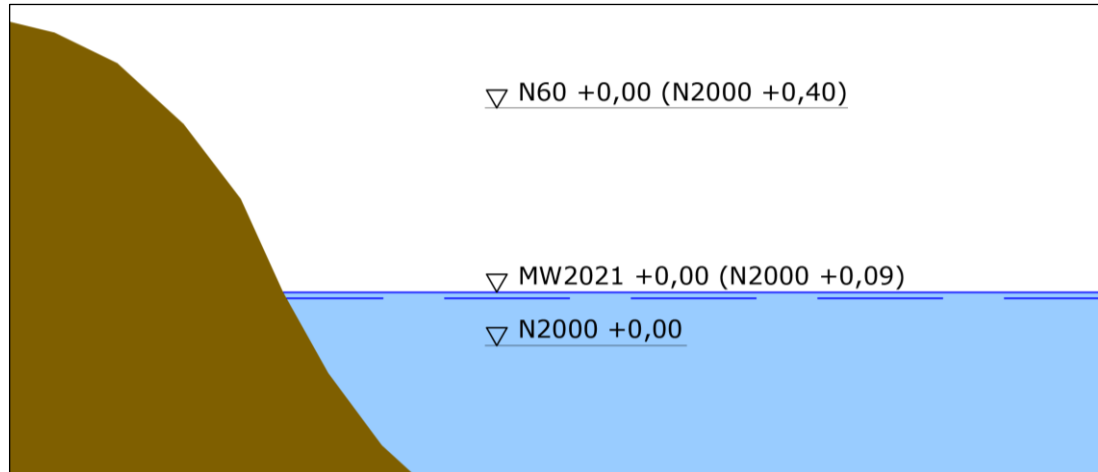
Virtausmallinnuksessa on keskitytty tutkimaan staattisia virtaamatilanteita, joissa reunaehdot (merivedenpinta ja jokivirtaama) eivät muutu. Mallinnetut virtaamatilanteet pohjautuvat Oulujoen Merikosken virtaamatietoihin (Kuva 5, ympäristöhallinto, SYKE) sekä Toppilansalmen mareografilla mitattuihin meriveden korkeustietoihin (Taulukko 1, Ilmatieteen laitos).



Kuva 5. Oulujoen virtaama syyskuussa 2020 sekä virtaamien ääriarvot HQ, MHQ, NHQ, HNQ, MNQ ja NQ (www.ymparisto.fi, ladattu 28.9.2020).

Taulukko 1. Merkitsevät vedenkorkeudet Toppilansalmen mareografilla Ilmatieteen laitoksen tietojen mukaan eri korkeusjärjestelmissä (periaate ks. Kuva 6).

	Merkitsevät vedenkorkeudet		
	MW2021-vertilutaso	N60	N2000
HW, ylivesi	+1,83	+1,52	+1,92
MHW, keskiylivesi	+1,17	+0,86	+1,26
MW, keskivesi	±0,00	-0,31	+0,09
MNW, keskialivesi	-0,83	-1,14	-0,74
NW, alivesi	-1,31	-1,62	-1,22



Kuva 6. Periaatekuva vedenkorkeudesta eri korkeusjärjestelmissä Oulussa vuonna 2021.

Edellä esitettyjen virtaama- ja vedenkorkeustietojen perusteella on määritetty kaksi virtausmallinnuksella tarkasteltavaa tilannetta, jotka kuvaavat keskimääräisiä tilanteita sekä ääritilannetta (Taulukko 2). Ylivirtaamatilanne $HQ_M = 800 \text{ m}^3/\text{s}$ vastaa harvinaista, mutta usean kerran vuosisadassa toistuvaa jokivirtaamaa.

Taulukko 2. Virtausmallinnuksessa tarkastellut jokivirtaama- ja merivedenkorkeustilanteet.

Mallinnus	Joki- virtaama	Oulujoen kokonais- virtaama	Koneisto- virtaama	Pokkisen- väylän virtaama	Ohjuoksu- tusvirtaama	Meriveden- korkeus
1	MQ	263 m^3/s	262 m^3/s	1 m^3/s	0 m^3/s	MW 0.1 m
2	HQ_M	800 m^3/s	450 m^3/s	1 m^3/s	349 m^3/s	MNW -0.7 m

2.3 Reunaehdot ja laskentaparametrit

Laskenta-alueen yleinen laskentahilakoko on $20 \text{ m} * 20 \text{ m}$. Uomien ympäristössä sekä rakenteiden läheisyydessä laskentahilakokoa on tarkennettu siten, että pienin hilakoko on noin $0,5 \text{ m} * 0,5 \text{ m}$. Virtausnopeuksien laskennassa on käytetty Saint Venantin liikemääräyhtälöitä.

Laskentageometrian reunaehdot käsittävät Oulujoen virtaaman ja merivedenpinnan korkeusaseman. Joki-, meri- ja suistoalueen pohjan Manningin yleiseksi karkeuskertoimeksi asetettiin $n=0,035$. Kelluvien laiturirakenteiden kohdalla Manningin karkeuskertoimeksi asetettiin $n=0,06$. Korkeampi karkeuskerroin perustuu hydraulisen säteen muutokseen.

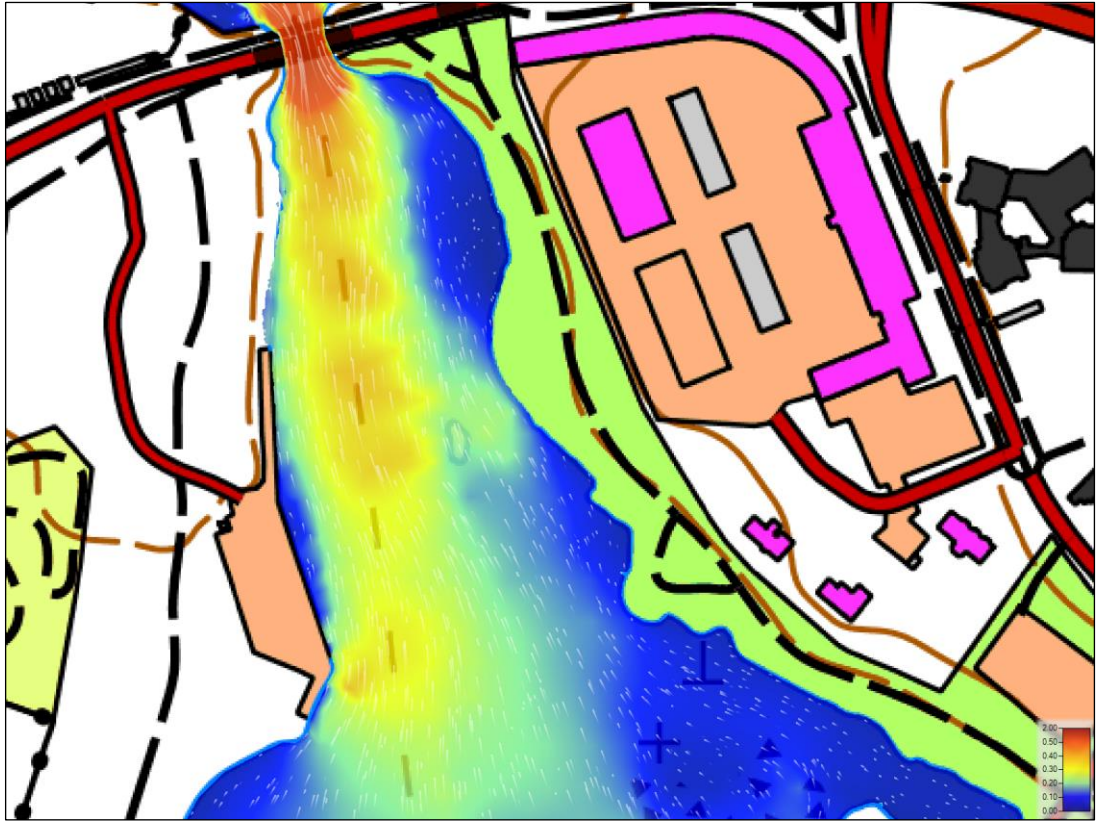
Topografiamallit, reunaehdot yms. lähtötiedot on esitetty kattavammin laajemmassa virtausmallinnusraportissa (FCG 9.10.2020).

3 VIRTAUSMALLINNUKSEN TULOKSET

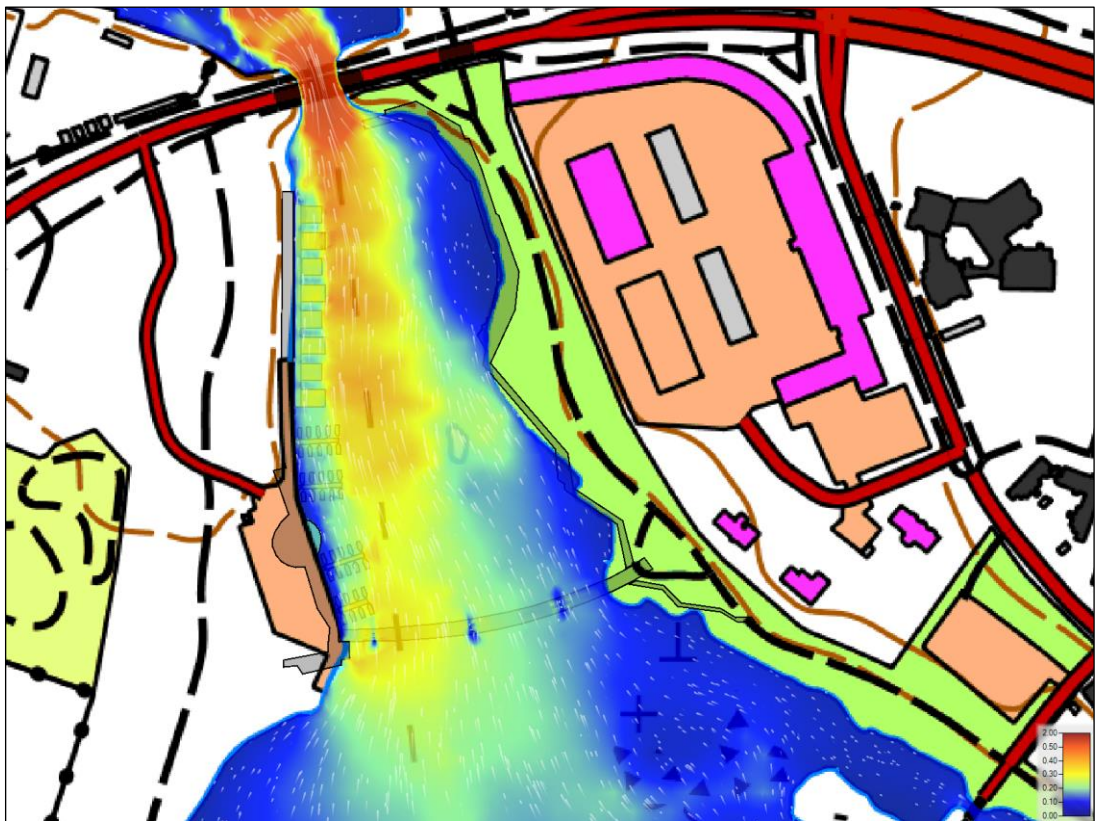
3.1 Oulujoen keskivirtaama MQ ja meriveden keskivesi MW, 1A, 1B, 1C

Oulujoen keskivirtaama MQ $263 \text{ m}^3/\text{s}$ juoksetaan Merikosken voimalaitoksen koneistojen kautta ($262 \text{ m}^3/\text{s}$). Pokkisenväylään purkautuva virtaama on $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Meriveden keskivedenkorkeus MW on $+0,1 \text{ m}$.

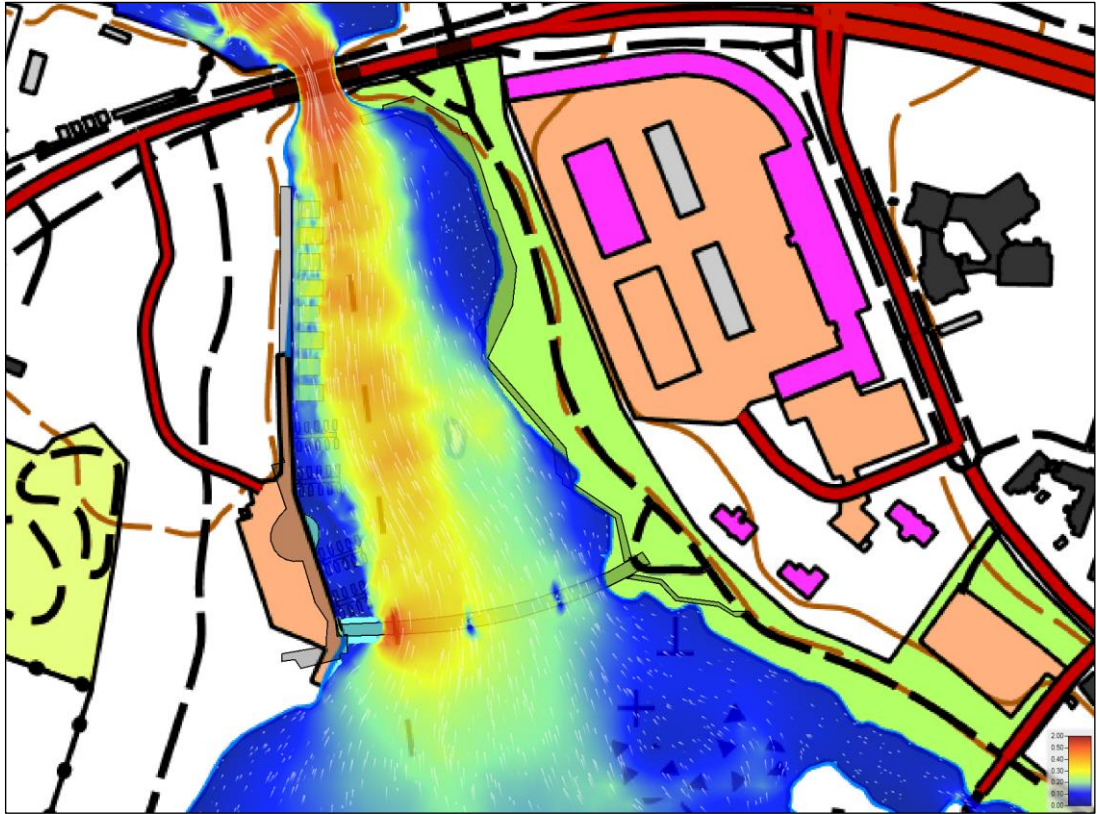
Virtausmallinnustapausten 1 (1A, 1B1, 1B2, 1C1 ja 1C2) tulosteita on esitetty kuvissa 4...11.



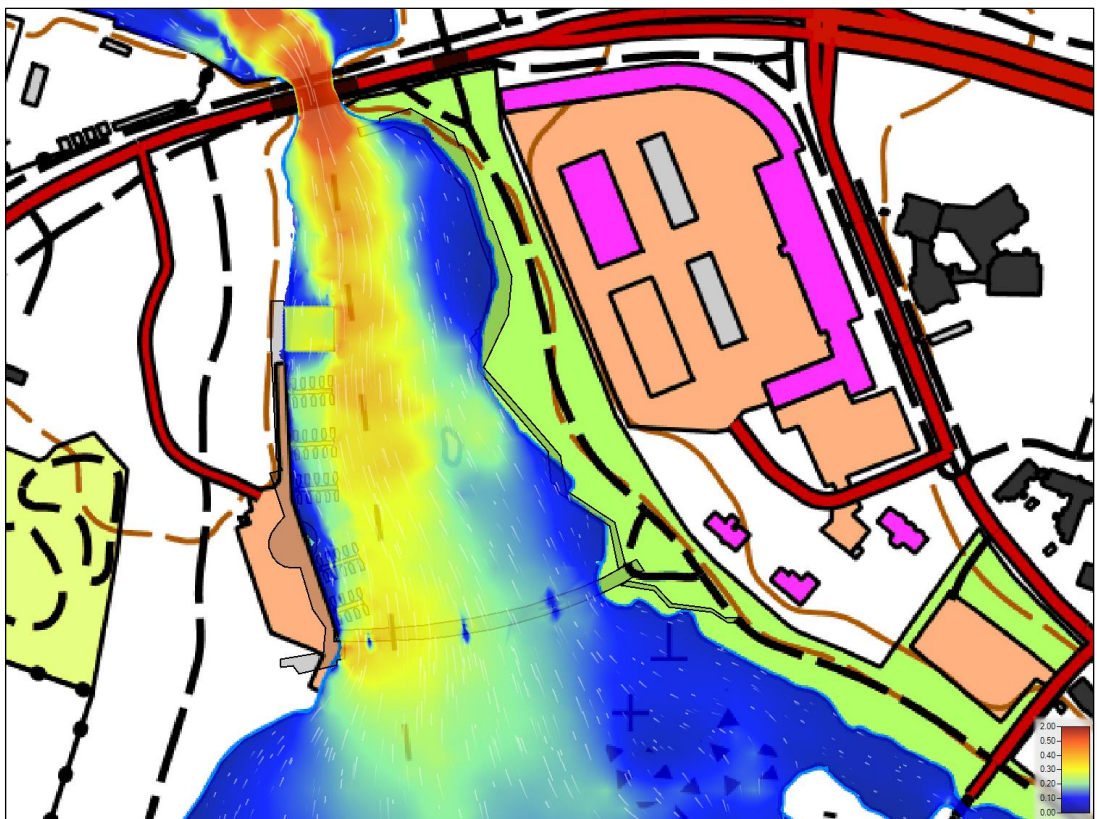
Kuva 7. Virtausnopeudet [m/s] mallinnustapauksessa 1A: keskivirtaama MQ ja keskivesi MW, topografia A.



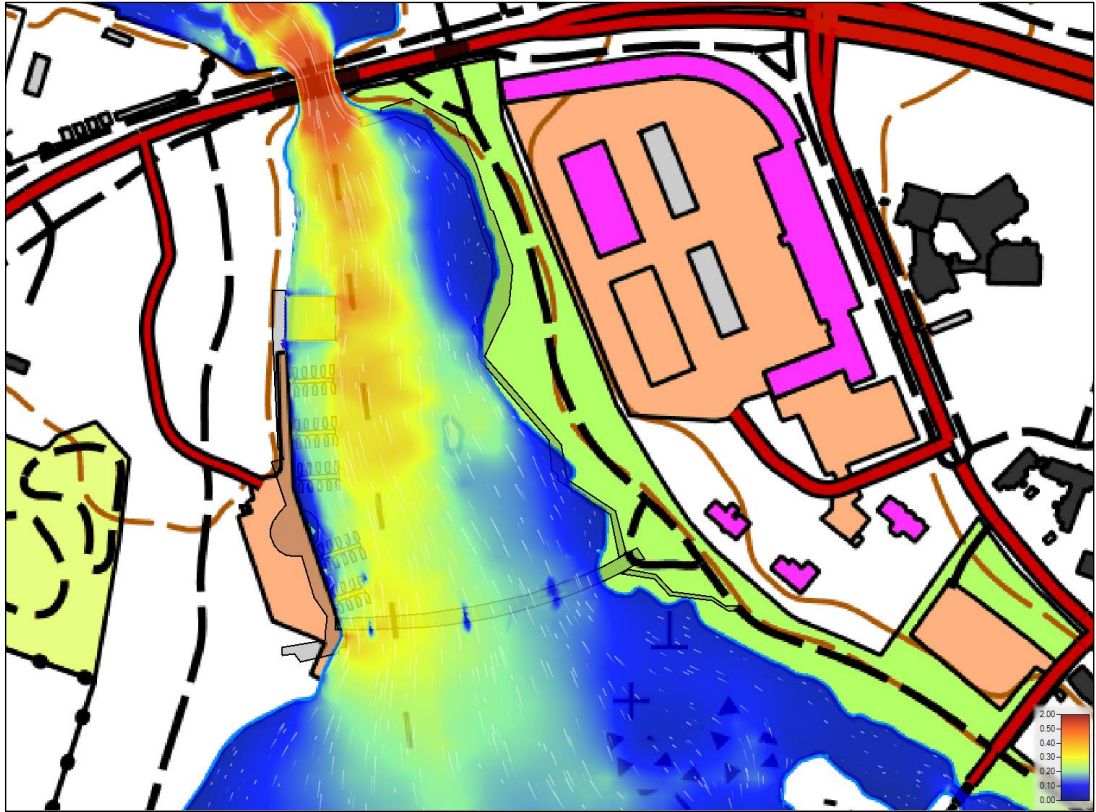
Kuva 8. Virtausnopeudet [m/s] mallinnustapauksessa 1B1: keskivirtaama MQ ja keskivesi MW, topografia B1. Sillan vaikutukset virtausnopeuksiin ovat paikallisia. Ponttonien kohdalla virtausnopeudet ovat hieman suurempia kuin niitä ennen tai niiden jälkeen.



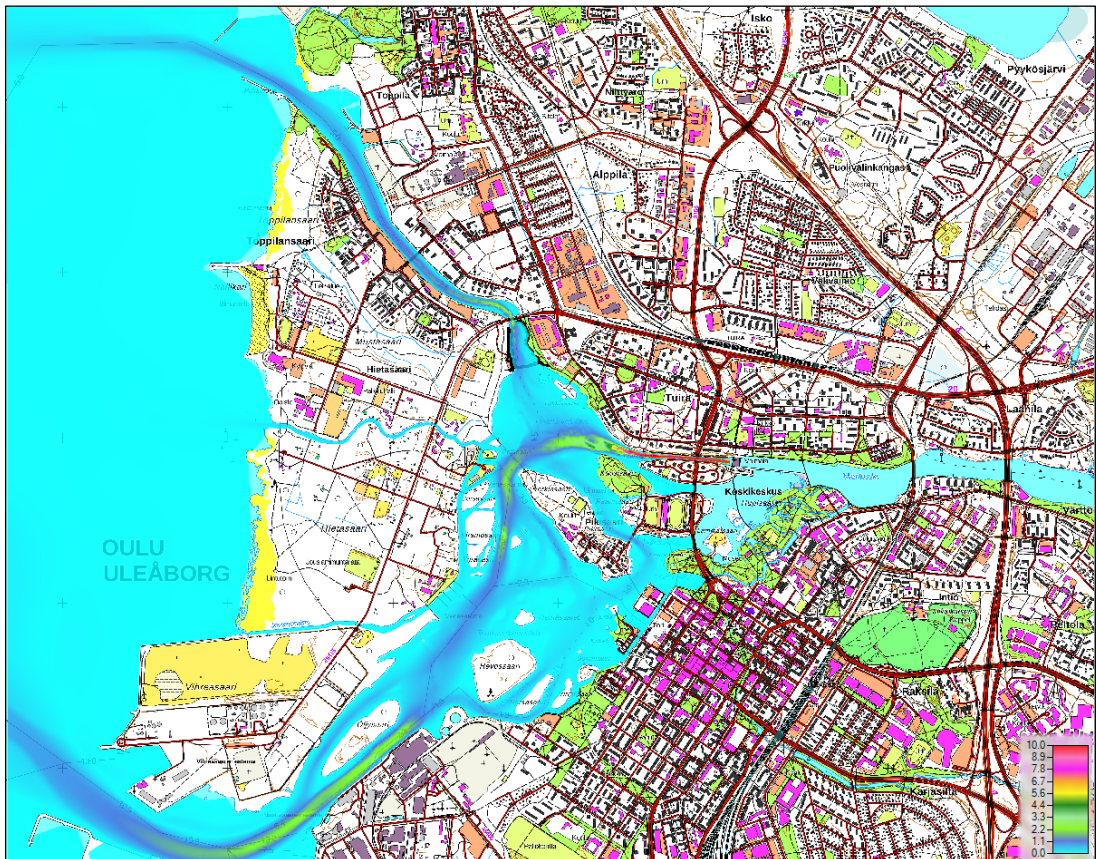
Kuva 9. Virtausnopeudet [m/s] mallinnustapauksessa 1B2: keskivirtaama MQ ja keskivesi MW, topografia B2. Sillan länsirannan tyveen esitetty maatuon louhepenger suojaa laiturerakenteita virtauksilta.



Kuva 10. Virtausnopeudet [m/s] mallinnustapauksessa 1C1: keskivirtaama MQ ja keskivesi MW, topografia C1. Syvällä kelluva kerrostaloponttoni hidastaa huomattavasti virtausnopeuksia ponttonin etelä- ja pohjoispuolella.



Kuva 11. Virtausnopeudet [m/s] mallinnustapauksessa 1C2: keskivirtaama MQ ja keskivesi MW, topografia C2.



Kuva 12. Virtausnopeus*vesisyvyys [m²/s] mallinnustapauksessa 1C1: keskivirtaama MQ ja keskivesi MW, nykytila (topografia C1). Vesisyvyydellä kerrottu virtausnopeus kuvaa virtaamaa paremmin kuin pelkkä virtausnopeus.



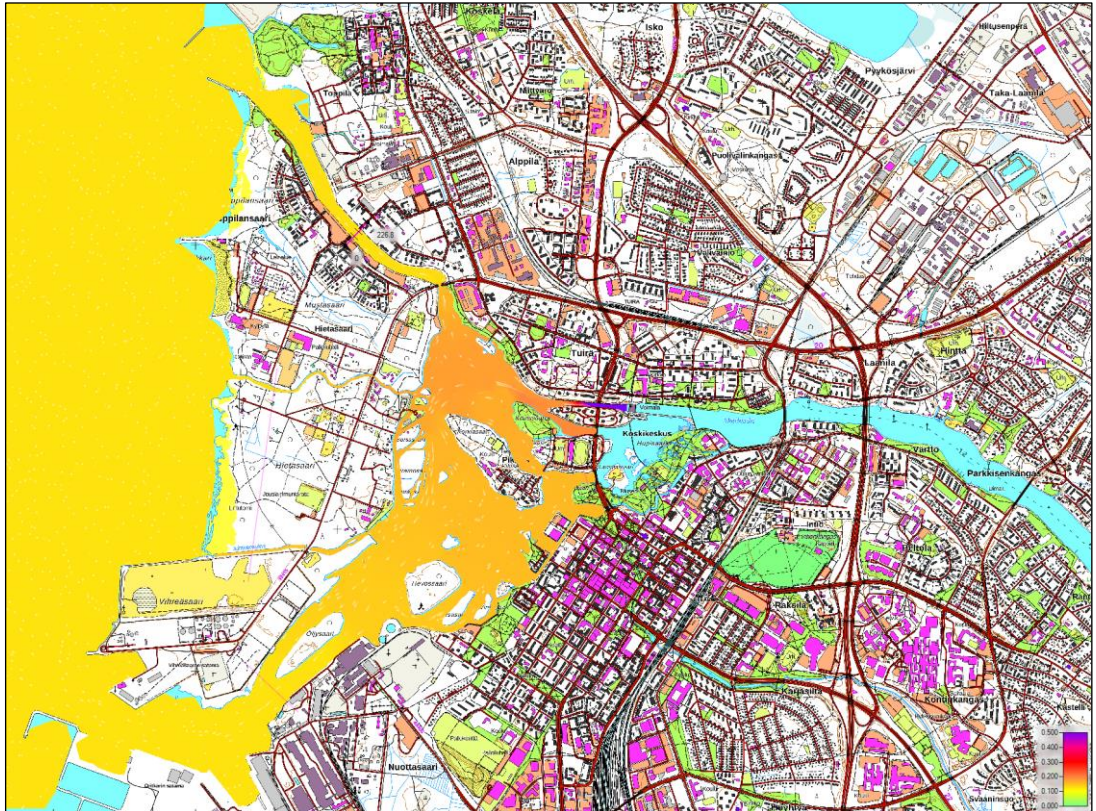
Kuva 13. Virtausnopeus*vesisyvyys [m^2/s] mallinnustapauksessa 1A asuntomessualueen edustalla: keskivirtaama MQ ja keskivesi MW, nykytila (topografia A).



Kuva 14. Virtausnopeus*vesisyvyys [m^2/s] mallinnustapauksessa 1B1 asuntomessualueen edustalla: keskivirtaama MQ ja keskivesi MW, nykytila (topografia B1). Kelluvien asuntojen rakentaminen rannan edustalle ei vaikuta salmen kokonaisvirtaamaan, mutta keskittää virtaamaa salmen keskelle. Rakentaminen ei vaikuta vastarannan virtausnopeuksiin ja virtaamiin. Sillan vaikutukset ovat paikallisia.



Kuva 15. Virtausnopeus*vesisyvyys [m²/s] mallinnustapauksessa 1B2.

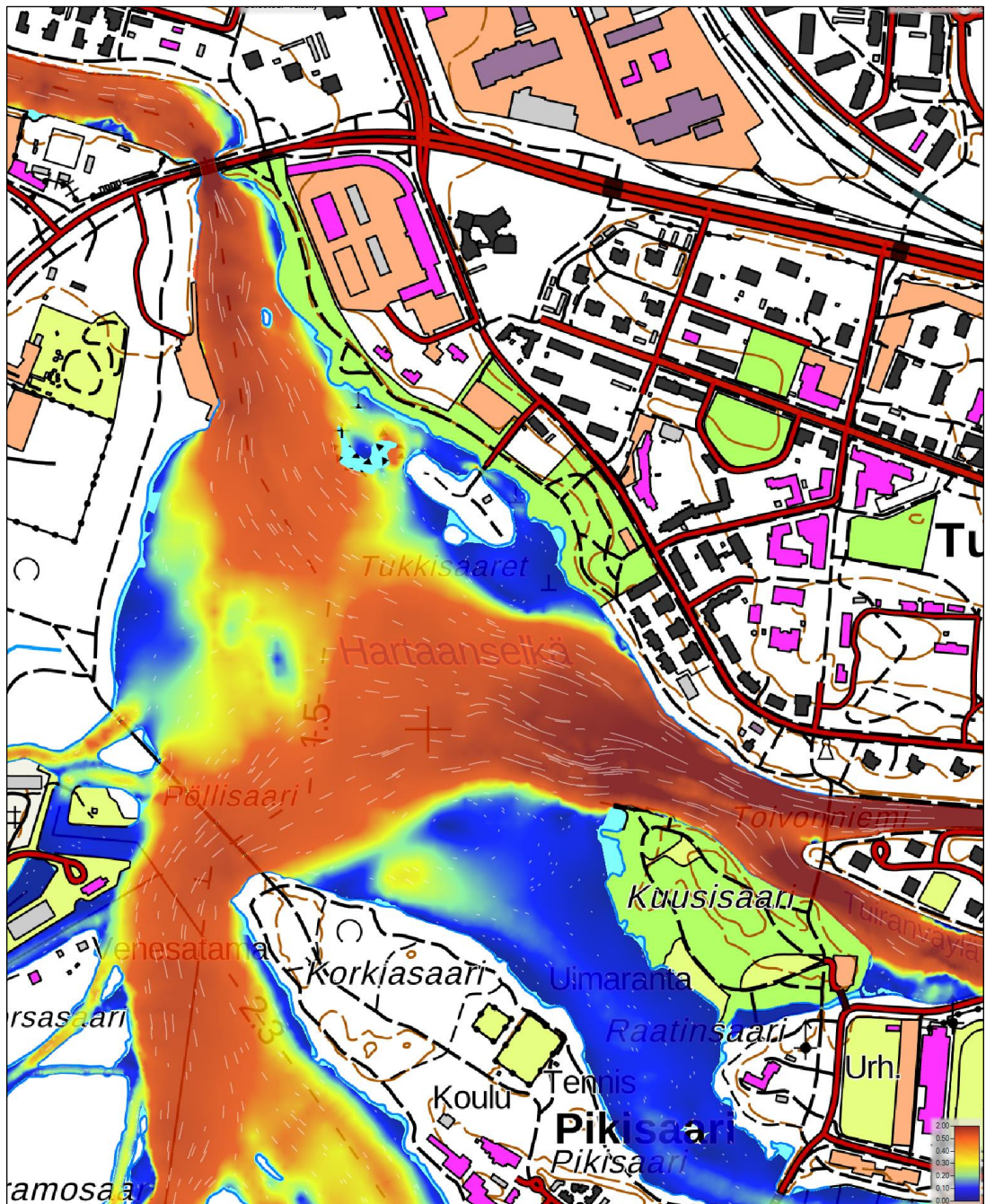


Kuva 16. Vedenkorkeus mallinnustapauksessa 1A: keskivirtaama MQ ja keskivesi MW, topografia A. Oulujoen Keskivirtaamalla Hartaanselän vedenkorkeus on noin 5-6 cm korkeammalla kuin merellä Toppilansalmen edustalla. Asuntomessualueen edusta on noin 3-4 cm korkeammalla kuin merivedenkorkeus.

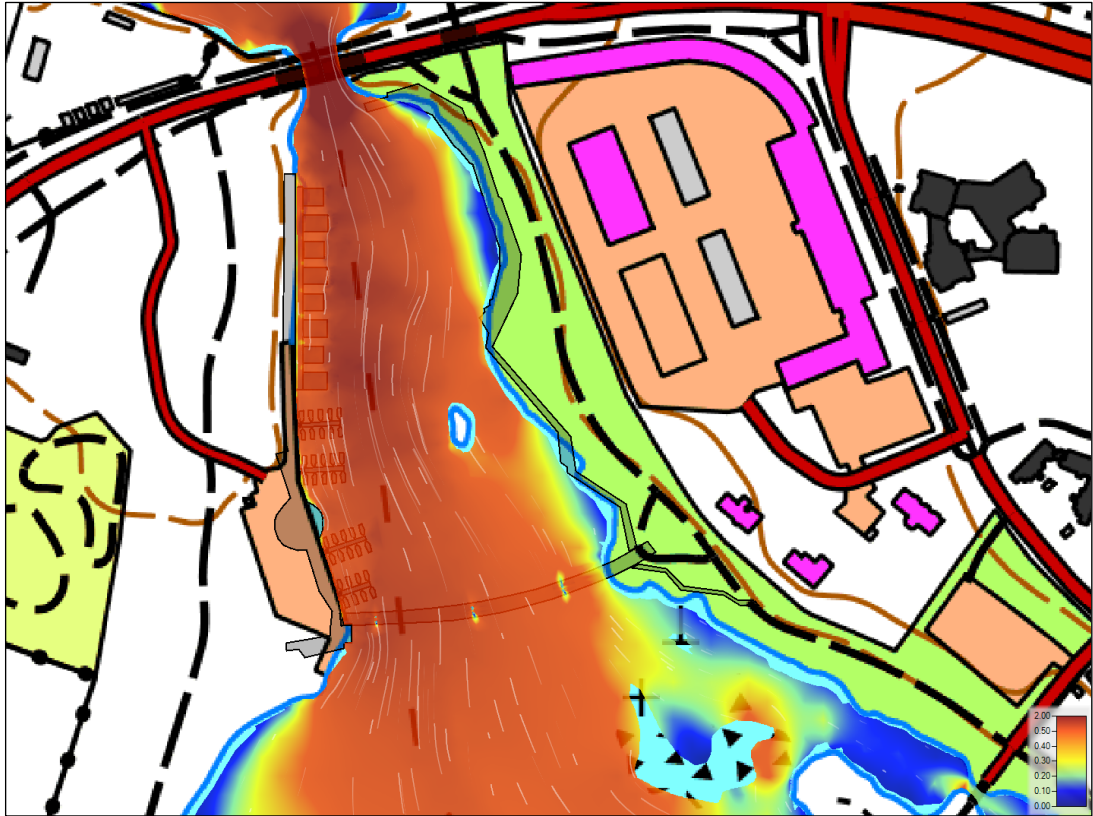
3.2 Oulujoen ylivirtaama HQ_M ja meriveden keskialivesi MNW, 2A, 2B, 2C

Oulujoen ylivirtaama HQ_M $800 \text{ m}^3/\text{s}$ juoksetaan osittain Merikosken voimalaitoksen koneistojen kautta ($450 \text{ m}^3/\text{s}$) ja osittain ohijuoksuosluukkujen kautta ($349 \text{ m}^3/\text{s}$). Pokkisenväylään purkautuva virtaama on $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Meriveden keskialivesi MNW on $+0,7 \text{ m}$.

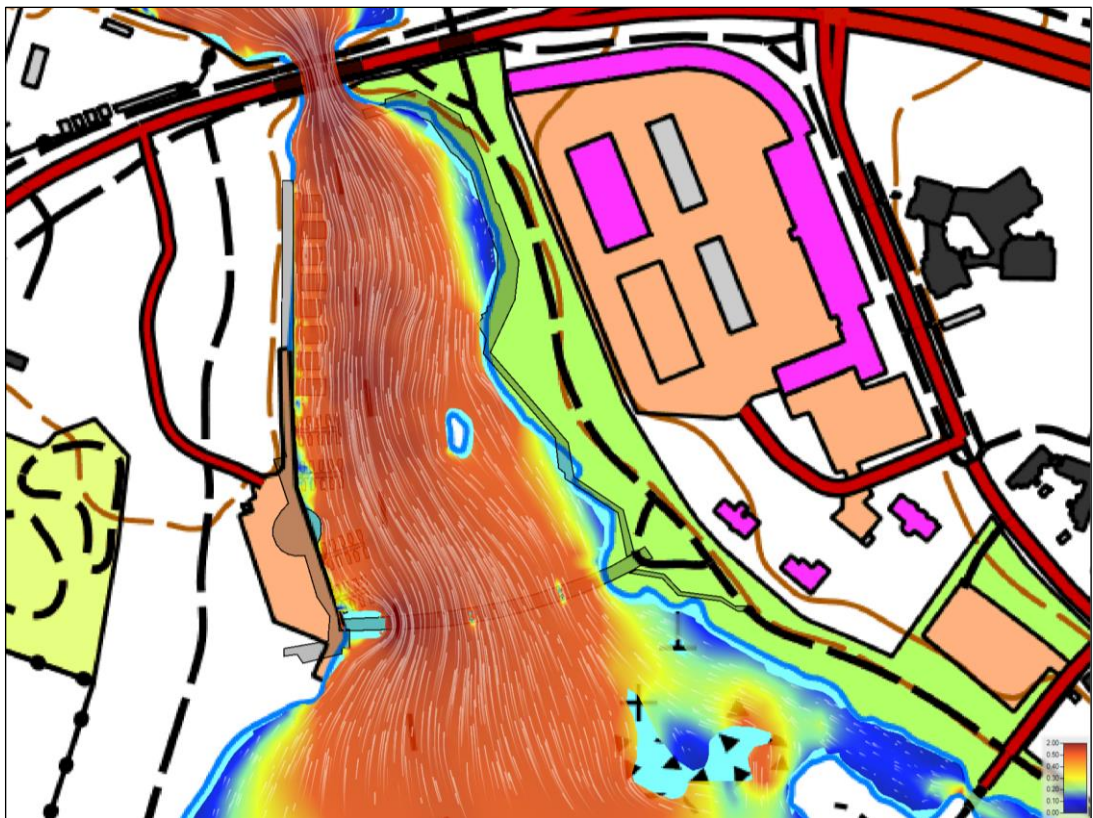
Virtausmallinnustapausten 2 (2A, 2B1, 2B2, 2C1 ja 2C2) tulosteita on esitetty kuvissa 12...19.



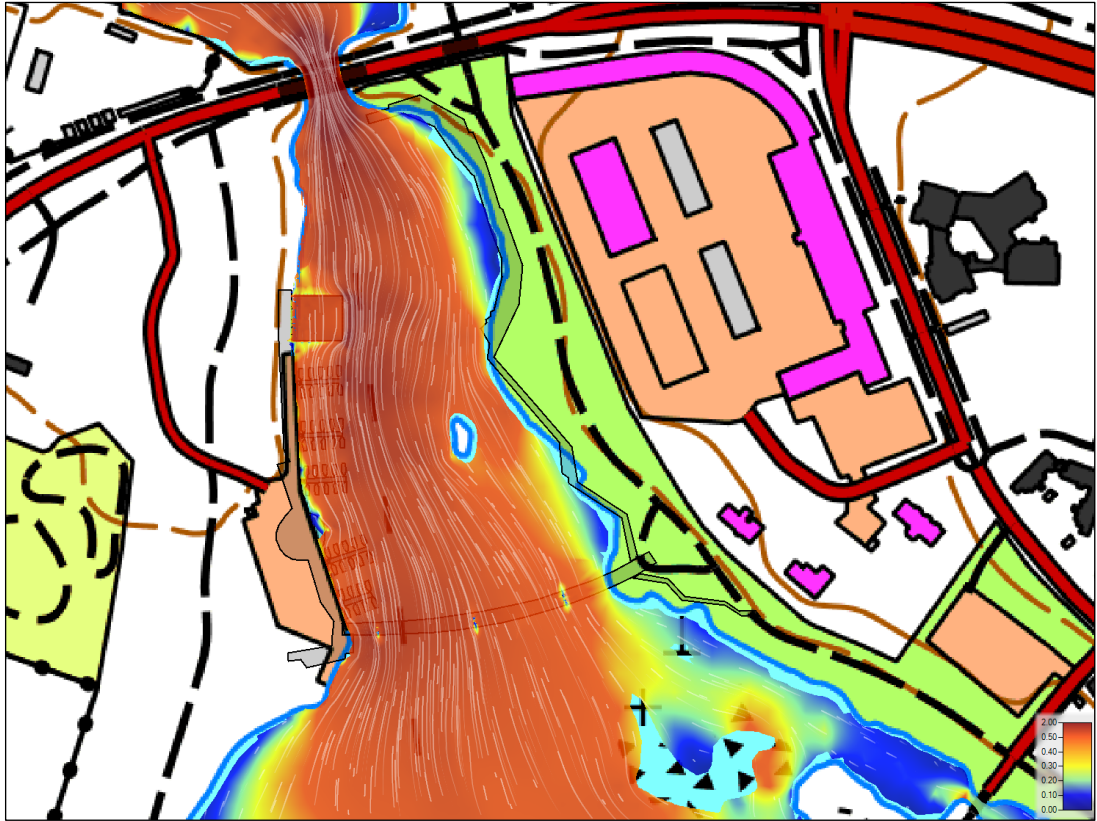
Kuva 17. Virtausnopeudet [m/s] mallinnustapauksessa 2A: ylivirtaama HQ_M ja keskialivesi MNW, topografia A.



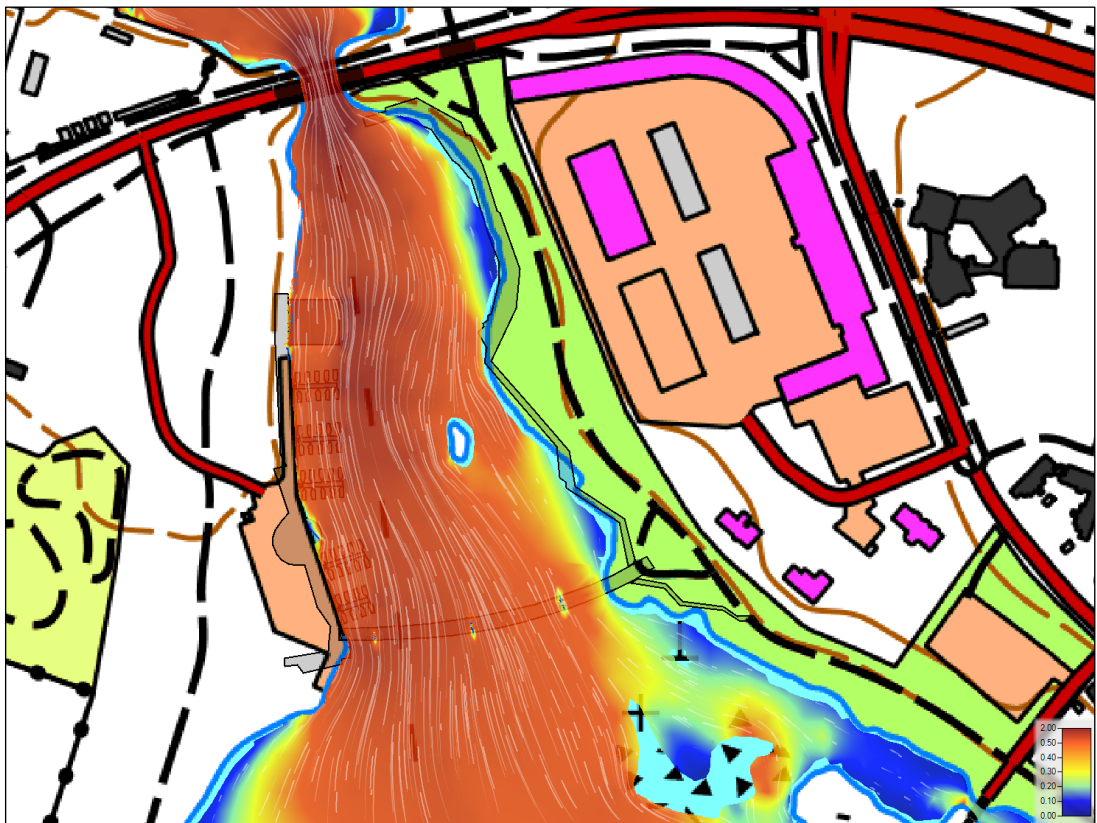
Kuva 18. Virtausnopeudet [m/s] mallinnustapauksessa 2B1: ylivirtaama HQ_M ja keskialivesi MNW, topografia B1. Sillan vaikutukset virtausnopeuksiin ovat paikallisia. Ponttonien kohdalla virtausnopeudet ovat hieman suurempia kuin niitä ennen tai niiden jälkeen.



Kuva 19. Virtausnopeudet [m/s] mallinnustapauksessa 2B2: ylivirtaama HQ_M ja keskialivesi MNW, topografia B2. Sillan länsirannan tyveen esitetty maatuen louhepenger suojaa laiturerakenteita virtauksilta.



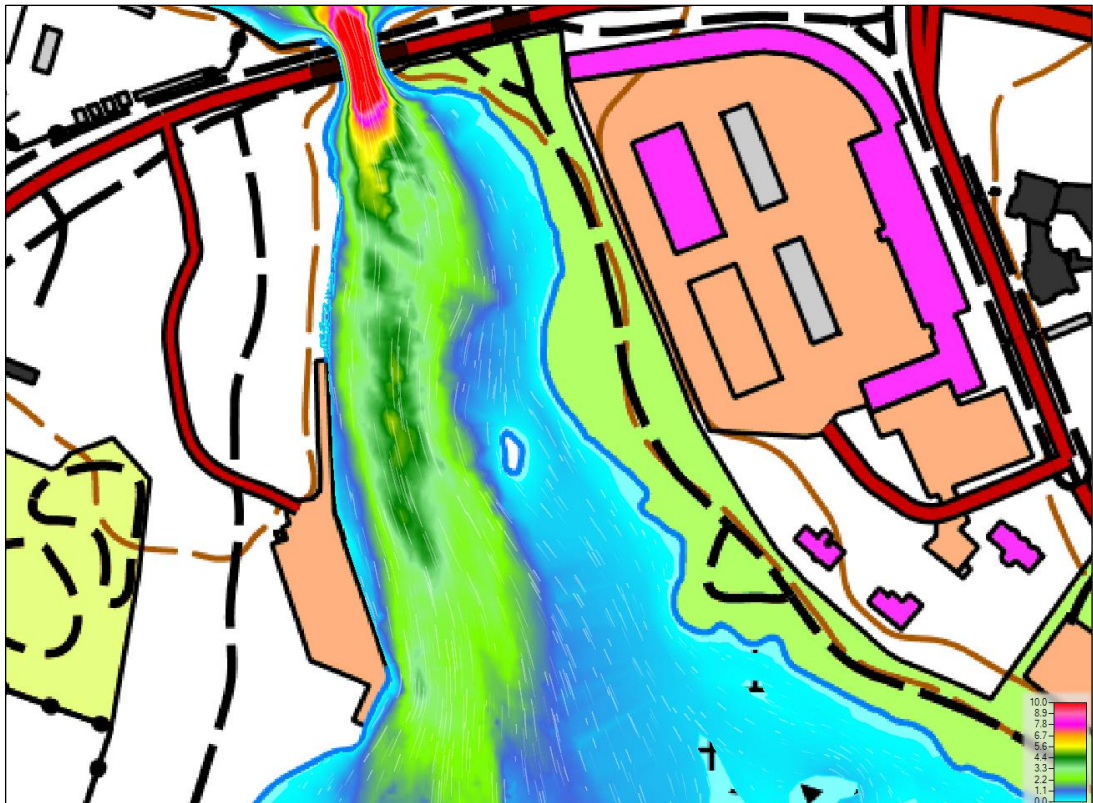
Kuva 20. Virtausnopeudet [m/s] mallinnustapauksessa 2C1: ylivirtaama HQ_M ja keskialivesi MNW, topografia C1.



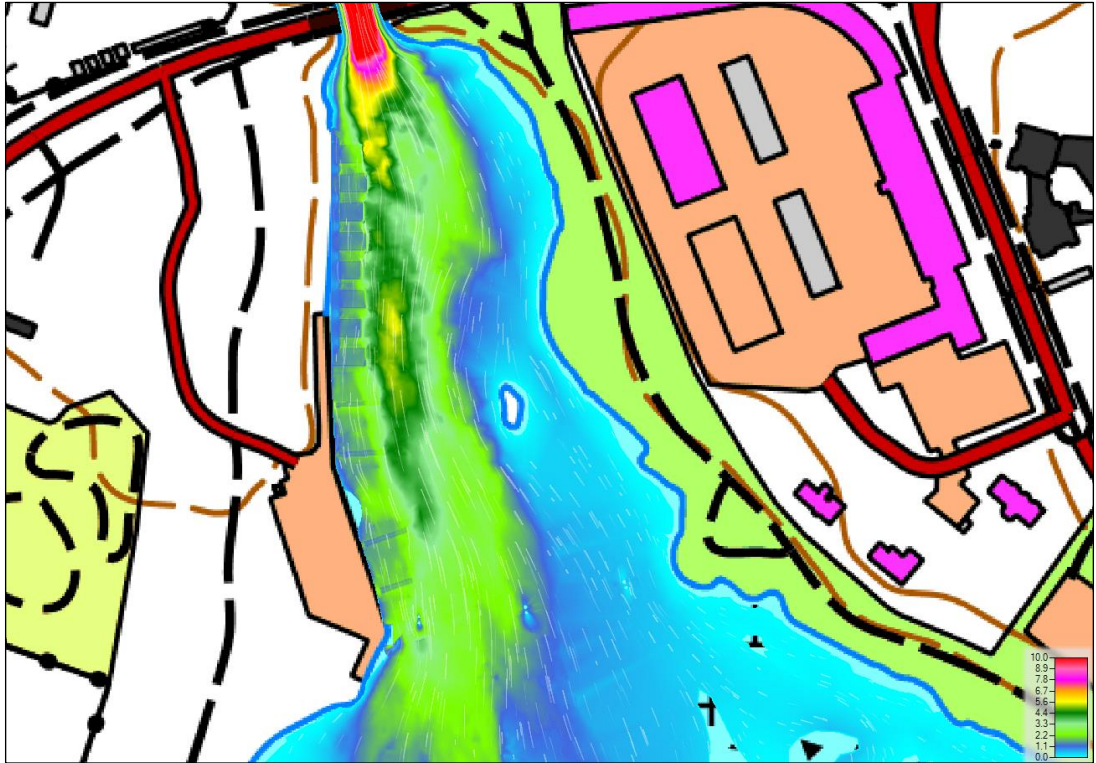
Kuva 21. Virtausnopeudet [m/s] mallinnustapauksessa 2C2: ylivirtaama HQ_M ja keskialivesi MNW, topografia C2.



Kuva 22. Virtausnopeus*vesisyvyys [m^2/s] mallinnustapauksessa 2C1: ylivirtaama HQ_M ja keskialivesi MNW, nykytila (topografia C1). Vesisyvyydellä kerrottu virtausnopeus kuvaa virtaamaa paremmin kuin pelkkä virtausnopeus.



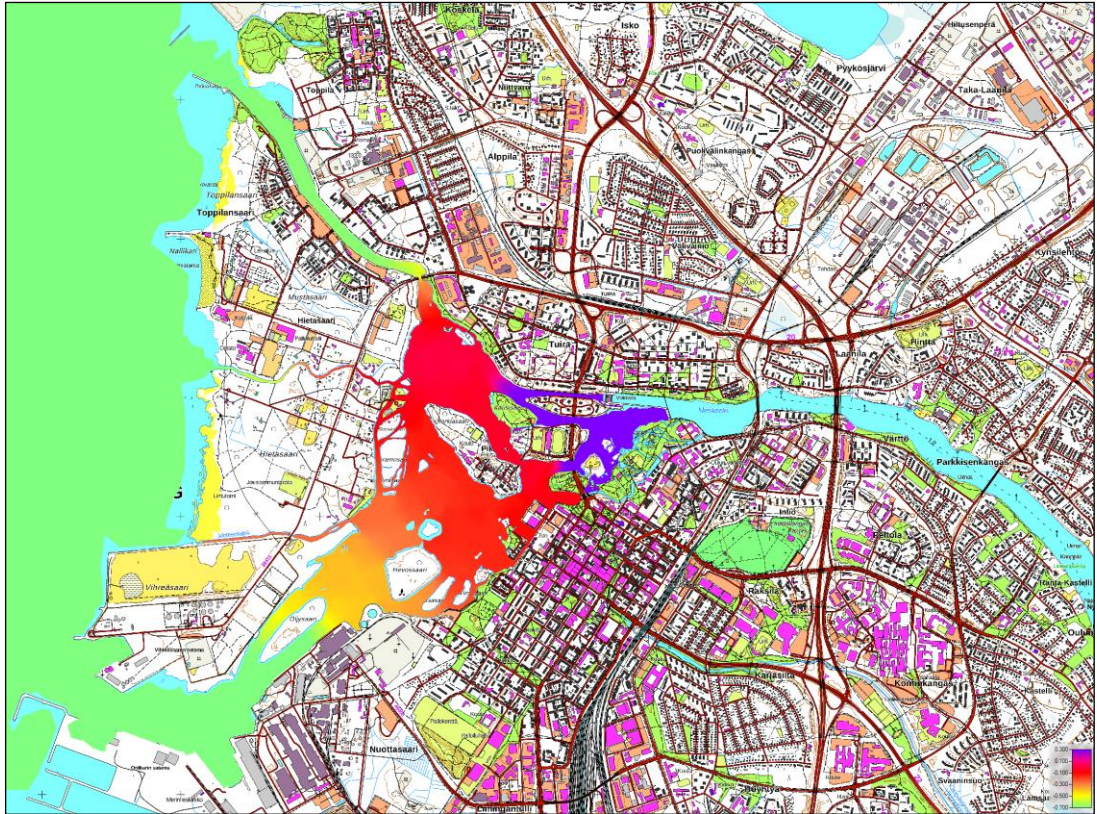
Kuva 23. Virtausnopeus*vesisyvyys [m^2/s] mallinnustapauksessa 2A asuntomessualueen edustalla: ylivirtaama HQ_M ja keskialivesi MNW, nykytila (topografia A).



Kuva 24. Virtausnopeus*vesisyvyys [m^2/s] mallinnustapauksessa 2B1 asuntomessualueen edustalla: ylivirtaama HQ_M ja keskialivesi MNW, topografia B1. Kelluvien asuntojen rakentaminen rannan edustalle ei vaikuta salmen kokonaisvirtaamaan, mutta keskittää virtaamaa salmen keskelle. Rakentaminen ei vaikuta vastarannan virtausnopeuksiin ja virtaamiin. Sillan vaikutukset ovat paikallisia.



Kuva 25. Virtausnopeus*vesisyvyys [m^2/s] mallinnustapauksessa 2B2: ylivirtaama HQ_M ja keskialivesi MNW, topografia B2. Ylivirtaamatilanteessa sillan länsityven louhepenger suojaa lähinnä lähimpiä venelaitureita sekä rannan puoleisen päädyn venepaikkoja.



Kuva 26. Vedenkorkeus mallinnustapauksessa 2A: ylivirtaama H_{QM} ja keskialivesi MNW , nykytilan topografia A. Oulujoen ylivirtaamalla Hartaanselän vedenkorkeus on noin 59-72 cm korkeammalla kuin merellä Toppilansalmen edustalla. Asuntomessualueen edustan vedenpinta on noin 40-59 cm korkeammalla kuin merivedenpinta.

4 RAKENTAMISEN VAIKUTUS PAIKALLISIIN VIRTAAUSOLOSUHTEISIIN

Lietetattaren nykyiset sekä potentiaaliset esiintymisalueet on esitetty FCG:n laatimassa aikaisemmassa laajemmassa virtausmallinnusraportissa (FCG 9.10.2020). Lietetattaren viihtymiselle on eduksi, että alueelle sedimentoituu kiintoainesta. Laji hyötyy hydrologisista ja pohjan korkeusasemien muutoksista. Laji ei viihdy staattisissa olosuhteissa. Yleiset johtopäätökset sedimentin kertymisen sekä lietetattaren viihtyvyyden osalta on esitetty aikaisemmassa raportissa.

Asuntomessualueen edustalla virtausnopeudet ovat jo keskivirtaamalla arviolta niin suuria, ettei merkittävää sedimentaatiota tapahdu. Asuntomessualueen rannan rakentamisen ei siten arvioida vaikuta lietetattaren elinolosuhteisiin, sillä virtausnopeudet alueella ovat nykyisellään arviolta liian suuria sedimentaatiolle.

Tarkennetuilla topografiamalleilla suoritettujen virtausmallinnusten perusteella sillan välitukien ja kelluvien rakenteiden rakentamisella on ainoastaan marginaalinen vaikutus kokonaisvirtaamien jakautumiseen Oulujoen suistoalueella. Louhepenkereen rakentaminen sillan länsirannan tyveen (topografia B2) suojaa venepaikkoja virtaamilta, mutta kaventaa paikallisesti salmea ja vähentää hieman Toppilansalmen kokonaisvirtaamaa (ks. Taulukko 3).

Kelluvilla asuinrakennuksilla on vaikutuksia paikallisiin virtaamiin (Kuva 13...Kuva 14 ja Kuva 23...Kuva 24) sekä paikallisiin virtausnopeuksiin (Kuva 7...Kuva 11 ja Kuva 17...Kuva 21). Etenkin syvemmälle ulottuvan kerrostalon (C1) havaittiin selvästi pienentävän virtausnopeuksia rannan ja kerrostalon läheisyydessä nykytilaan verrattuna. Virtausnopeuksien pienenemistä oli havaittavissa myös toteutusvaihtoehdoissa B ja C2. Ranta-alueen rakentaminen keskittää salmen virtaamia ranta-alueelta salmen keskelle.

Vertaamalla kuvia 6 ja 7 sekä 14 ja 15 voidaan selvästi havaita, että ponttonirakenteen syvyyksellä on merkitystä paikallisiin virtausnopeuksiin (C1 vs. C2). Vaihtoehdossa C1 virtausnopeus hidastuu niin paljon ennen kerrostaloponttonia ja kerrostaloponttonin jälkeen, että sen yhteydessä oletettavasti tapahtuu sedimentaatiota (liettymistä).

Kelluvat asuinrakennukset eivät virtausmallinnuksen perusteella vaikuta vastarannan virtaamiin tai virtausnopeuksiin.

Jokivirtaama ja merivedenkorkeus vaikuttavat virtaamien jakautumiseen alueella. Oulujoen keskivirtaamaalla ja meriveden keskivedellä Toppilansalmen kautta virtaavan veden osuus suistoalueen kokonaisvirtaamasta on noin 25 %. Joen ylivirtaamalla ja meriveden alivedenkorkeudella Toppilansalmen kautta virtaavan veden osuus kokonaisvirtaamasta on noin 27 %.

Taulukko 3. Oulujoen kokonaisvirtaamien jakautuminen suistoalueella eri mallinnustilanteissa. Virtaama-arvot on laskettu kahden vuorokauden keskiarvona, sillä virtausmallinnuksen laskennalliset virtaamat eivät koskaan tasaannu kokonaan, vaan vaihtelevat hiekan ajan kanssa. Mallinnustapaukset A kuvaavat nykytilaa ja B sekä C rakentamisen jälkeistä tilannetta.

Mallinnus	Joki- virtaama	Meriveden- korkeus	Toppilansalmen virtaama	Virtaama sataman kautta	Mustasalmen ja Johteensalmen virtaama
1A			64,6 m ³ /s, 24,6 %	194,0 m ³ /s	4,4 m ³ /s
1B1			65,4 m ³ /s, 24,9 %	193,2 m ³ /s	4,4 m ³ /s
1B2	MQ _M	263 m ³ /s MW +0,1 m	63,5 m ³ /s, 24,1 %	195,2 m ³ /s	4,4 m ³ /s
1C1			64,8 m ³ /s, 24,7 %	193,8 m ³ /s	4,4 m ³ /s
1C2			64,7 m ³ /s, 24,6 %	193,9 m ³ /s	4,3 m ³ /s
2A			213,7 m ³ /s, 26,7 %	577,1 m ³ /s	9,2 m ³ /s
2B1			211,9 m ³ /s, 26,5 %	579,1 m ³ /s	9,0 m ³ /s
2B2	MHQ _M	800 m ³ /s MNW -0,7 m	206,3 m ³ /s, 25,8 %	584,3 m ³ /s	9,4 m ³ /s
2C1			211,9 m ³ /s, 26,5 %	579,1 m ³ /s	9,0 m ³ /s
2C2			211,9 m ³ /s, 26,5 %	579,4 m ³ /s	8,8 m ³ /s

5 EPÄVARMUUSTEKIJÄT MALLINNUSTULOKSISSA JA MUITA HUOMIOITA

Virtausmallinnuksen epävarmuustekijät liittyvät lähinnä topografiomallien paikallisiin vesisyvyyksiin. Vesisyvyyksiä on paikoitellen arvioitu, sillä koko vesialuetta ei ole luodattu. Myös rakenteiden lopulliseen toteutukseen liittyy epävarmuutta. Laaditut virtausmallinnukset perustuvat alustaviin kelluvien asuntojen sijaintipii-rustuksiin.

Virtausmallinnuksessa ei ole ollut mahdollista tarkastella paikallisen tuulen aiheuttamaa veden kiertoliikettä. Tuulen vaikutuksia on toisaalta osin otettu huomioon merivedenpinnan vaihtelussa.

Epävarmuustekijät eivät merkittävästi vaikuta tuloksiin ja johtopäätöksiin.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Virtausmallinnusten perusteella Hartaanselänrannan asuntomessualueen rakentamisen vaikutus alueellisiin ja paikallisiin virtausnopeuksiin on hyvin pieni, eikä rakentaminen siten vaikuta lietetattaren nykyisiin ja potentiaalsiin esiintymisalueisiin.

Kelluvien asuinrakennusten toteutustavalla on paikallisia ponttonirakenteiden ympäristöön rajoittuvia vaikutuksia virtausolosuhteisiin. Kelluvien asuinrakennusten toteutus ei vaikuta kokonaisvirtaamiin tai esim. vastarannan virtausolosuhteisiin.

Esitettyjä venepaikkoja voidaan suojata rakentamalla louhepenger sillan länsirannan tyveen, mutta kyseinen toimenpide pienentäisi hieman Toppilansalmen kokonaisvirtaamaa.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy



Markku Vähäkälä
suunnittelupäällikkö, ins. (YAMK)



Mikael Stening
suunnitteluinsinööri, dipl.ins.