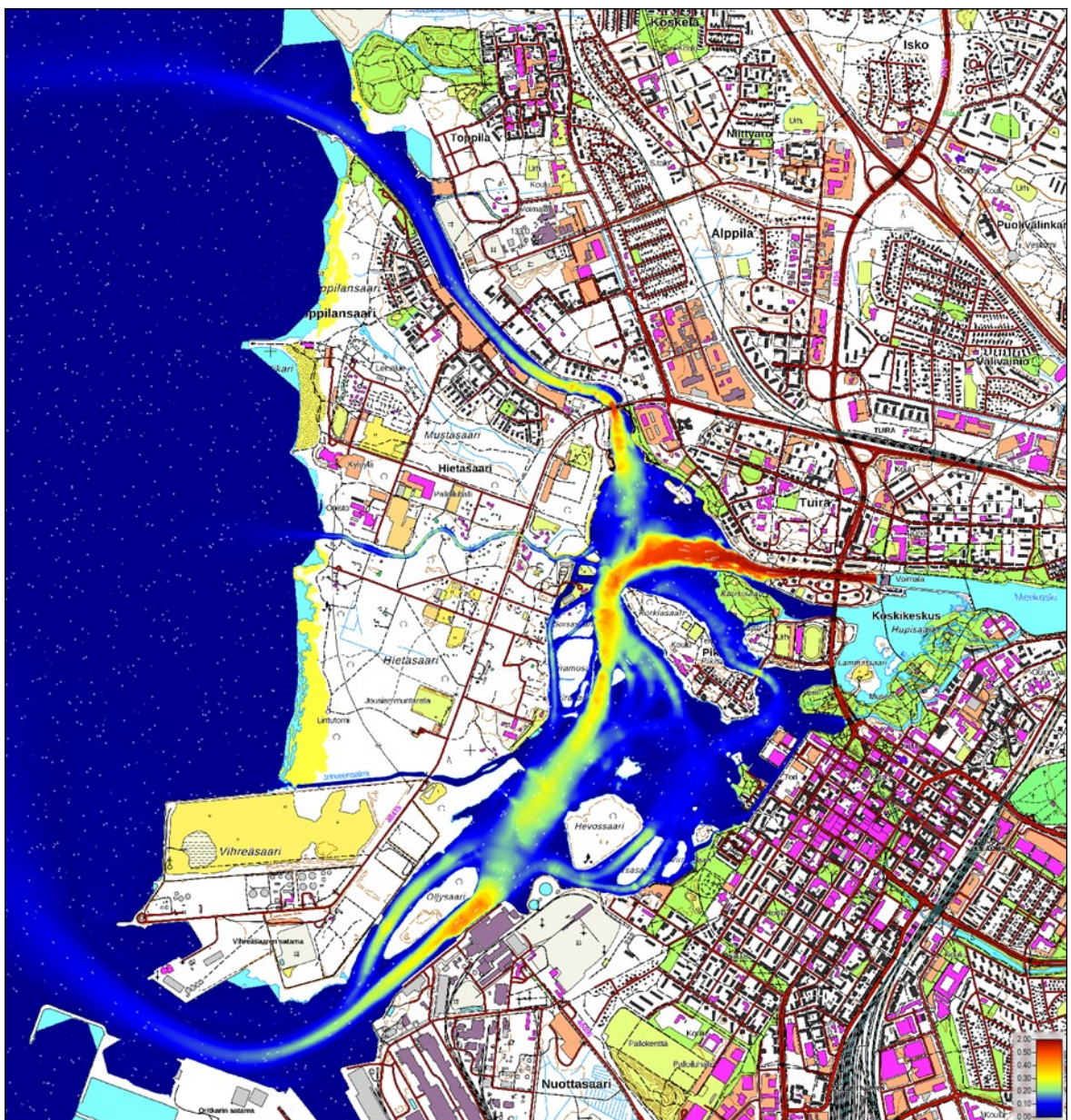


OULUN KAUPUNKI

Hartaanselänrannan asuntomessualueen rakentamisen vaikutus paikallisiin virtausolosuhteisiin ja lietetattaren esiintymisalueisiin



9.10.2020

Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ	1
2	VIRTAUSMALLI	2
	2.1 Maastomallit.....	2
	2.2 Virtaama- ja vedenkorkeustilanteet	4
	2.3 Reunaehdot ja laskentaparametrit	5
	2.4 Eroosio ja sedimentaatio	6
3	VIRTAUSMALLINNUKSEN TULOKSET	9
	3.1 Oulujoen keskialivirtaama MNQ_M ja meriveden keskialivesi MNW , 1A ja 1B .	9
	3.2 Oulujoen ylivirtaama HQ_M ja meriveden keskialivesi MNW , 2A ja 2B	10
	3.3 Oulujoen keskivirtaama MQ ja meriveden keskivesi MW , 3A ja 3B	11
	3.4 Oulujoen virtaama $Q=450 \text{ m}^3/\text{s}$ ja meriveden keskivesi MW , 4A ja 4B	13
	3.5 Oulujoen keskialivirtaama MNQ_M ja meriveden keskiylivesi MHW , 5A ja 5B	14
	3.6 Oulujoen ylivirtaama HQ_M ja meriveden keskiylivesi MHW , 6A ja 6B	15
	3.7 Oulujoen harvinainen ylivirtaama $HQ_{1/250a}$ ja meriveden keskivesi MW , 7A ja 7B.....	16
4	RAKENTAMISEN VAIKUTUS VIRTAUSOLOSUHTEISIIN JA LIETETATTAREEN	18
5	EPÄVARMUUSTEKIJÄT MALLINNUSTULOSSA JA MUITA HUOMIOITA	21
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	21

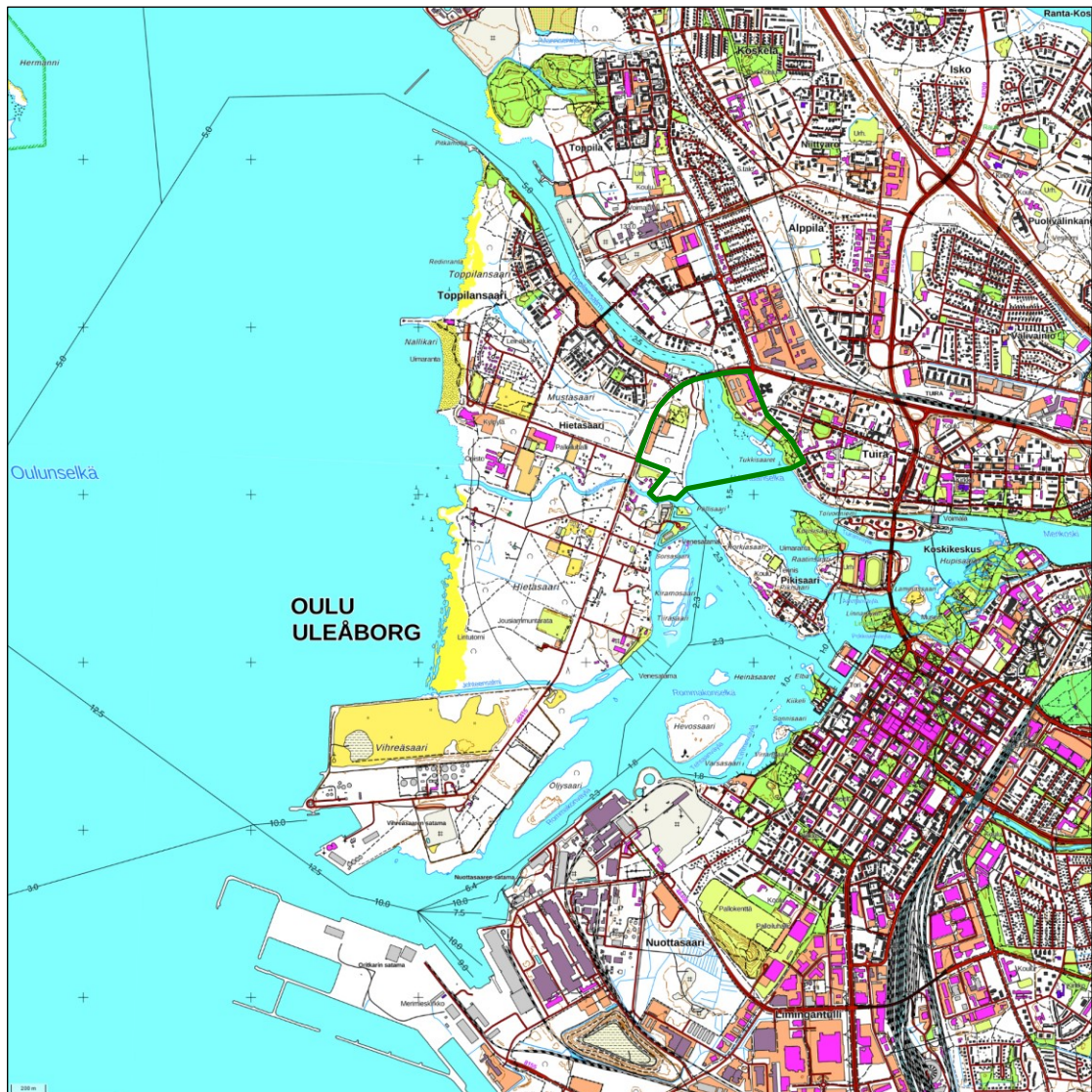
Hartaanselänrannan asuntomessualueen rakentamisen vaikutus paikallisiin virtausolosuhteisiin ja lietetattaren esiintymisalueisiin

1 YLEISTÄ

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy on Oulun kaupungin toimeksiannosta laatinut virtausmallitarkastelut Hartaanselänrannan asuntomessualueen rakentamisen vaikutuksesta paikallisiin virtausolosuhteisiin ja lietetattaren esiintymisalueisiin.

Virtausmallinnukset ja raportoinnin on suorittanut dipl.ins. Mikael Stening. Asiantuntijoina ja laadunvarmistajina ovat toimineet dipl.ins. Kari Koivisto ja ins.(YAMK) Markku Vähäkäkelä. Työ on tehty kiinteässä yhteistyössä alueen Natura-arvioinnin laatijan Jari Kärkkäisen kanssa.

Tarkasteltava kohde (**Kuva 1**). kattaa Hartaanselän vesialueen, joka rajoittuu pohjoisessa Toppilansalmen siltaan, lännessä Hietasaareen, etelässä Pikisaareen sekä idässä Hartaanrantaan ja Merikosken voimalaitokseen. Alueelle on suunnitteilla keluvia laiturirakenteita ja -asuntoja sekä Hartaanrannasta Hietasaareen johtava silta.



Kuva 1. Oulujoen suistoalue ja asuntomessualueen sijainti peruskartalla (maanmittauslaitos 2020).

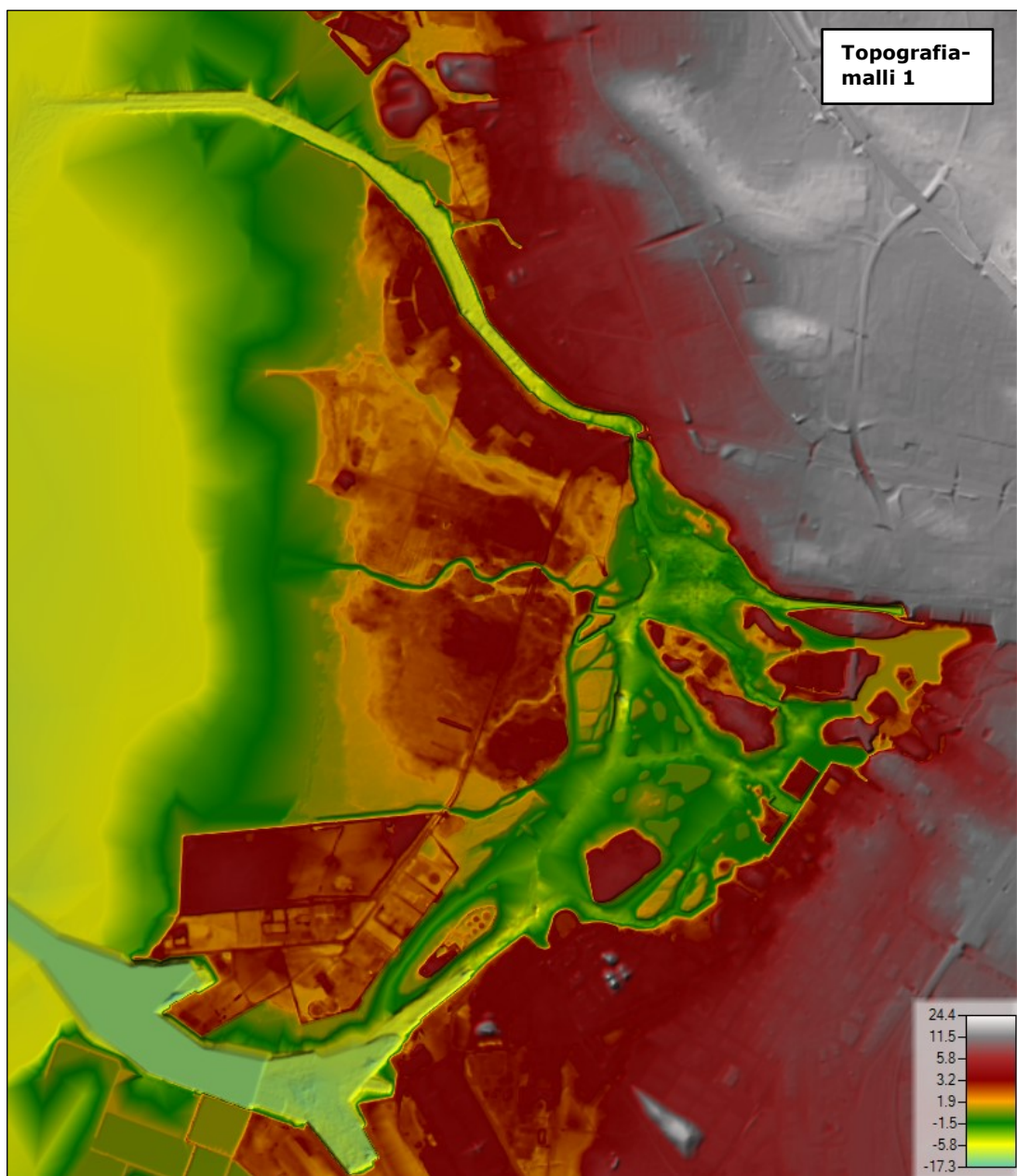
2 VIRTAUSMALLI

Virtausmallinnus perustuu korkeussuhteita kuvaavaan maastomalliin, johon virtaamatietoihin sekä tietoihin merivedenpinnan korkeuksista. Virtausmallinnus on suoritettu USACE:n ohjelmistolla HEC-RAS 5.0.6.

2.1 Maastomallit

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

Suistoalueen nykytilan maastomalli on laadittu useiden linja- ja monikeilausluo-
taustietojen, merikartassa esitettyjen syvyyskäyrien ja syvyyspisteiden, maan-
mittauslaitoksen laserkeilausaineistojen, väylien ruoppaussuunnitelmien, perus-
kartan ja ilmakuvien pohjalta. Mallin merenpohjan korkeusasemia on lisäksi täy-
dennetty arvioimalla syvyyskäyrien sijainteja saatavilla olevien syvyystietojen
pohjalta. Useasta tietolähteestä koottu malli kuvaa kattavasti Oulujoen koko suis-
toalueen korkeussuhteita (Kuva 2).

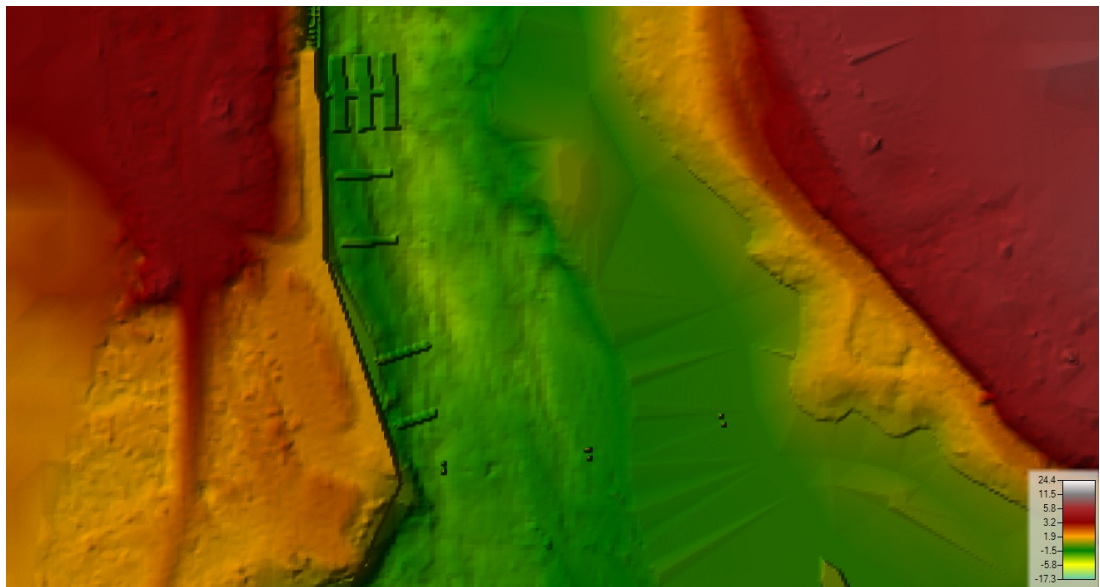


Kuva 2. Nykytilan topografiamalli (topografiamalli A).

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 siltpilarit on mallinnettu todellisuutta vastaavan kokoisina ja kelluvien laiturirakenteiden kohdalla maastomallin pohjan korkeus-
asemia on nostettu rakenteiden syvyyksen verran (**Kuva 3**), jolloin laskennallinen virtausala (poikkileikkauksen pinta-ala) vastaa todellista virtausalaa. HEC-RAS-ohjelmisto laskee solukohtaisia virtauksia kahdessa ulottuvuudessa (2D). Ohjelma ei ota huomioon veden vertikaaliliikkeitä.

Topografiamallissa otettiin huomioon myös suistoalueen vesialueen ylittävien nykyisten siltojen siltpilarirakenteet. Nykyisiä kelluvia laiturirakenteita ei tässä yhteydessä mallinnettu.



Kuva 3. Ote muokatun maanpinnan topografiamallista Hietasaaren puoleisten kelluvien laiturirakenteiden kohdalta. Malli kuvaa rakentamisen jälkeistä tilannetta (topografiamalli B).

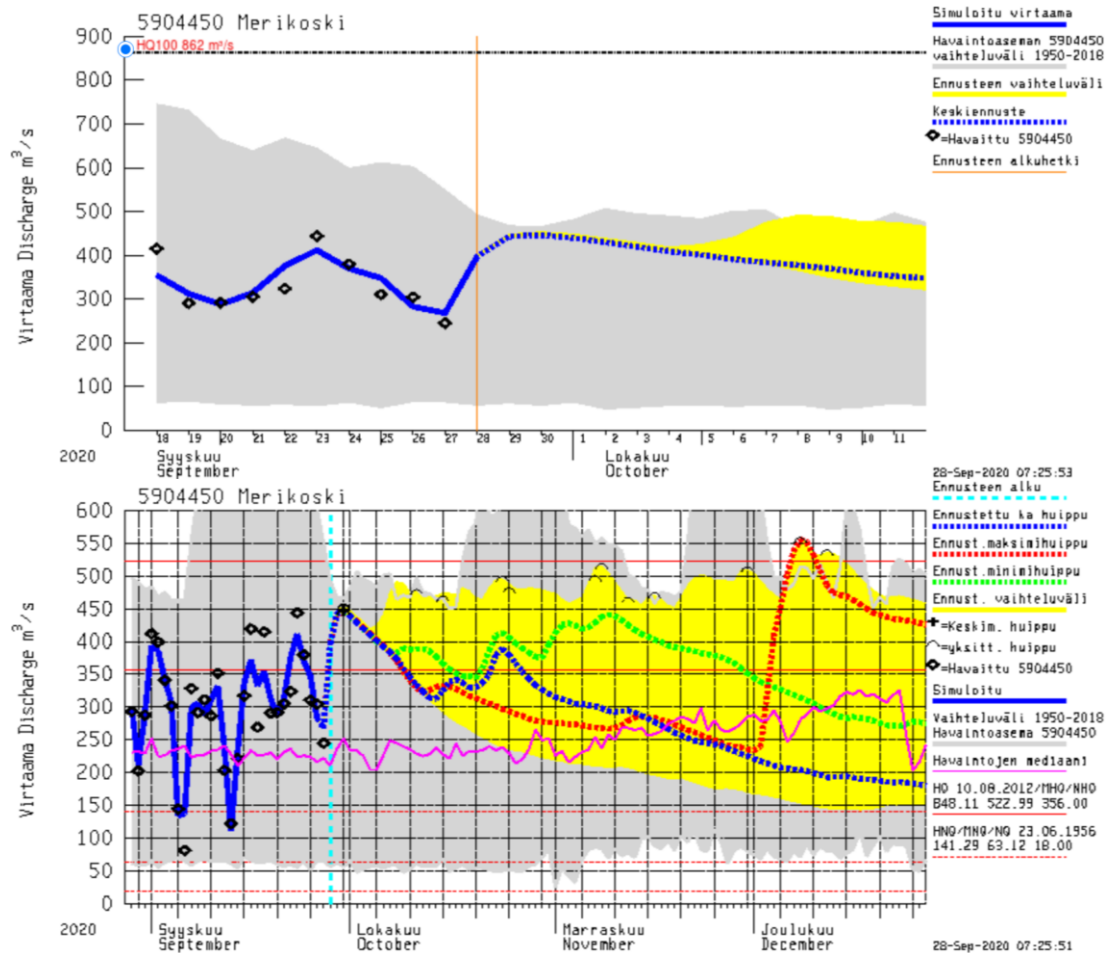
Topografiamalleja tulostettiin 2 kpl:

- topografiamalli A) nykytilan malli
- topografiamalli B) asuntomessualueen rakentamisen jälkeinen malli

Topografiamallit tulostettiin virtausmallinnusta varten ruutukokoon 1 m * 1 m, joka on riittävä tarkka mm. kelluvien laiturirakenteiden ja siltapilareiden huomiointiin ottamiseksi.

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 1**, ympäristöhallinto, SYKE) sekä Toppilansalmen mareografilla mitattuihin meriveden korkeustietoihin (**Taulukko 1**, Ilmatieteen laitos).



Kuva 4. Oulujoen virtaama syyskuussa 2020 sekä virtaamien ääriarvot HQ, MHQ, NHQ, HMQ, MNQ ja NQ (www.ymparisto.fi, ladattu 28.9.2020).

Taulukko 1. Merkitsevät vedenkorkeudet Toppilansalmen mareografilla Ilmatieteen laitoksen tietojen mukaan.

	Merkitsevät vedenkorkeudet		
	MW2021-verailutaso	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

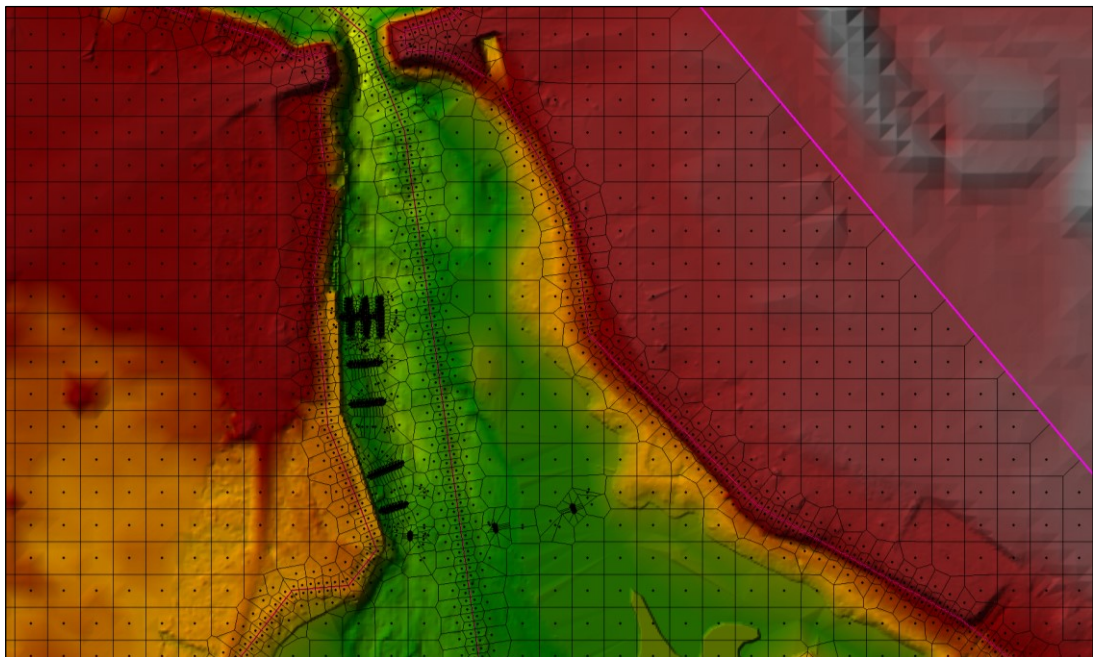
Edellä esitettyjen virtaama- ja vedenkorkeustietojen perusteella on määritetty virtausmallinnuksella tarkasteltavat tilanteet, jotka kuvaavat keskimääräisiä tilanteita sekä ääritilanteita (Taulukko 2). Ylivirtaamatilanne $HQ_M = 800 \text{ m}^3/\text{s}$ vastaa harvinaista, mutta usean kerran vuosisadassa toistuvaa jokivirtaamaa. Mallinnettu keskialivirtaamatilanne $MNQ_M = 70 \text{ m}^3/\text{s}$ on pyöristetty hieman ylöspäin todellisesta tilastollisesta keskialivirtaamasta $MNQ = 63 \text{ m}^3/\text{s}$. Ääriarvona on lisäksi tarkasteltu erittäin harvinaista Oulujoen tulvavirtaamaa $HQ_{1/250a} = 930 \text{ m}^3/\text{s}$.

Taulukko 2. Virtausmallinnuksessa tarkastellut jokivirtaama ja merivedenkorkeustilanteet.

Mallinnus	Joki- virtaama	Oulujoen kokonais- virtaama	Koneisto- virtaama	Pokkisen- väylän virtaama	Ohjjuksutus- virtaama		Meriveden- korkeus
1	MNQ_M	$70 \text{ m}^3/\text{s}$	$69 \text{ m}^3/\text{s}$	$1 \text{ m}^3/\text{s}$	$0 \text{ m}^3/\text{s}$	MNW	-0.7 m
2	HQ_M	$800 \text{ m}^3/\text{s}$	$450 \text{ m}^3/\text{s}$	$1 \text{ m}^3/\text{s}$	$349 \text{ m}^3/\text{s}$	MNW	-0.7 m
3	Q	$451 \text{ m}^3/\text{s}$	$450 \text{ m}^3/\text{s}$	$1 \text{ m}^3/\text{s}$	$0 \text{ m}^3/\text{s}$	MW	0.1 m
4	MQ	$263 \text{ m}^3/\text{s}$	$262 \text{ m}^3/\text{s}$	$1 \text{ m}^3/\text{s}$	$0 \text{ m}^3/\text{s}$	MW	0.1 m
5	MNQ_M	$70 \text{ m}^3/\text{s}$	$69 \text{ m}^3/\text{s}$	$1 \text{ m}^3/\text{s}$	$0 \text{ m}^3/\text{s}$	MHW	1.2 m
6	HQ_M	$800 \text{ m}^3/\text{s}$	$450 \text{ m}^3/\text{s}$	$1 \text{ m}^3/\text{s}$	$349 \text{ m}^3/\text{s}$	MHW	1.2 m
7	$HQ_{1/250a}$	$930 \text{ m}^3/\text{s}$	$450 \text{ m}^3/\text{s}$	$1 \text{ m}^3/\text{s}$	$479 \text{ m}^3/\text{s}$	MW	0.1 m

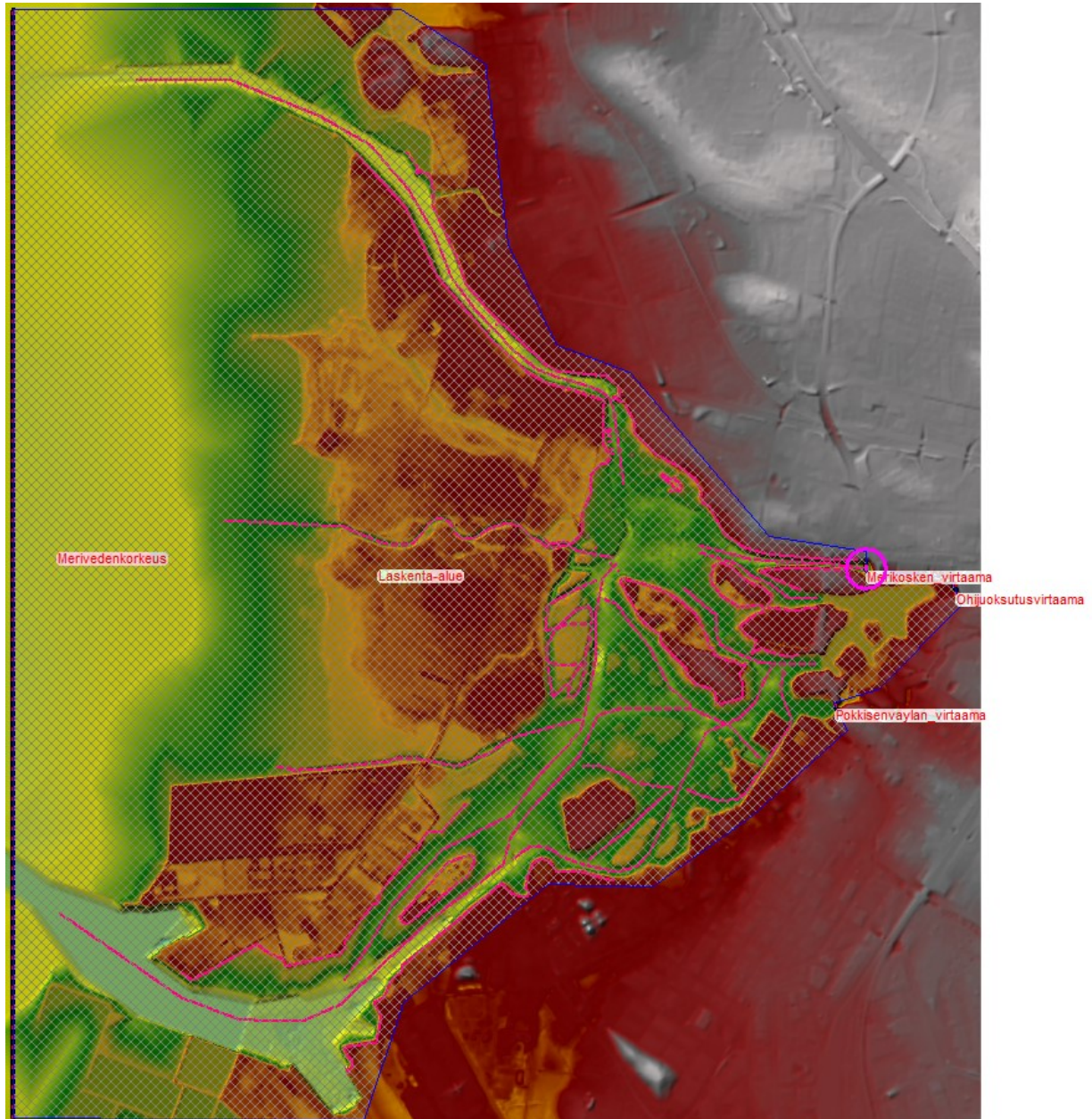
2.3 Reunaehdot ja laskentaparametrit

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



Kuva 5. Laskentahilan tarkennuksia rakenteiden ja uomien yms. kohdalla (ote laskenta-geometriamallista, topografiamalli B).

Laskentageometriian reunaehdot käsittävät Oulujoen virtaaman ja merivedenpinnan korkeusaseman (Kuva 6). Joki-, meri- ja suistoalueen pohjan Manningin yleiseksi karkeuskertoimeksi asetettiin $n=0,035$. Kelluvien laiturirakenteiden kohdalla Manningin karkeuskertoimeksi asetettiin $n=0,056$. Korkeampi karkeuskerroin perustuu hydraulisen säteen muutokseen.

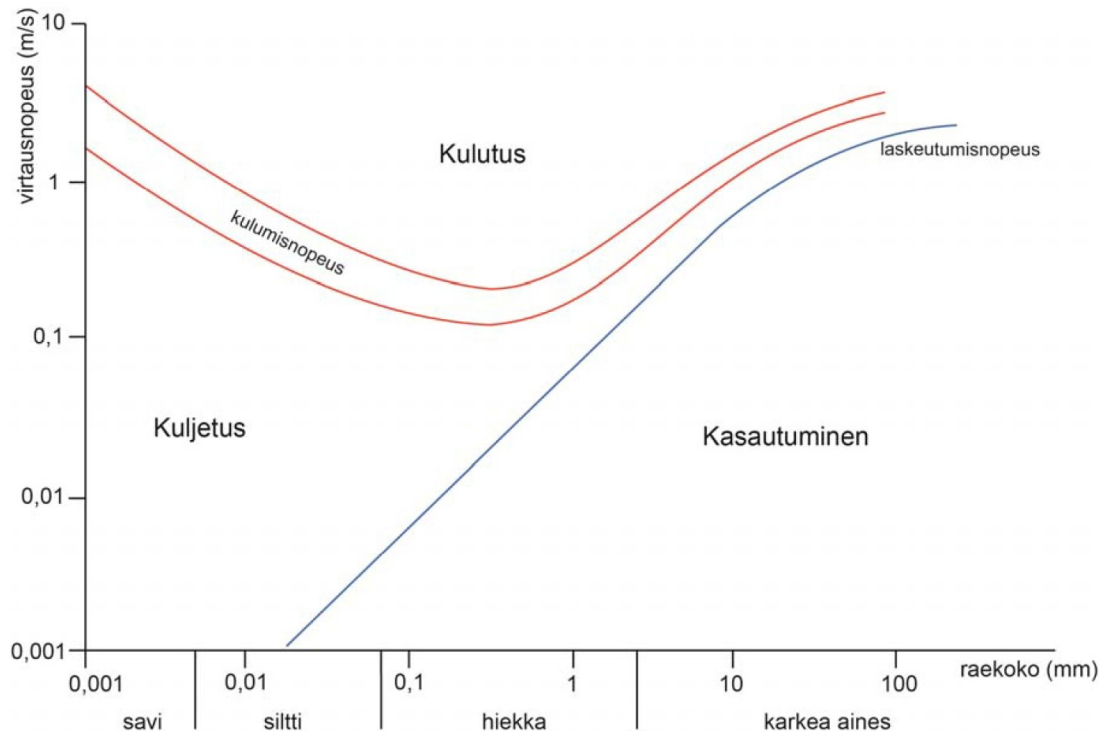


Kuva 6. Yleiskuva laskentageometriasta ja reunaehtojen sijainti (ote laskentageometriamallista, topografiamalli B).

2.4 Eroosio ja sedimentaatio

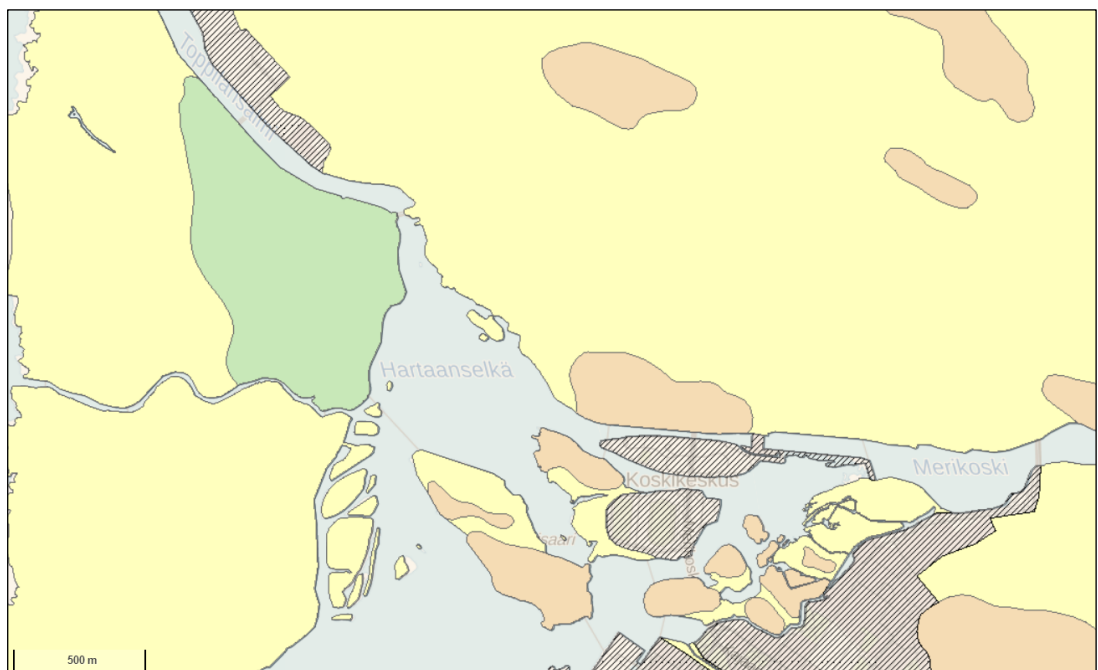
Vesistön pohjan eroosio tarkoittaa pohjan kiintoaineksen irtoamista ja sekoittamista vesimassoihin. Virtaava vesi aiheuttaa eroosiota ja kuljettaa kiintoainesta alueille, jossa virtausnopeudet ovat pienempiä. Kun virtausnopeudet ovat pieniä, niin veteen sekoittunut kiintoaines laskeutuu kohti pohjaa sedimentaatioksi kutsutussa prosessissa.

Eniten eroosiolle alttiit maalajit ovat siltti, hiekka ja hieno sora. Savi, karkeampi sora ja kivet ovat vähemmän herkkiä eroosiolle. Karkea kiintoaines sedimentoituu (varastoituu, kasautuu) pienemmissä virtausnopeuksissa kuin hienempi maa-aines (**Kuva 7**).

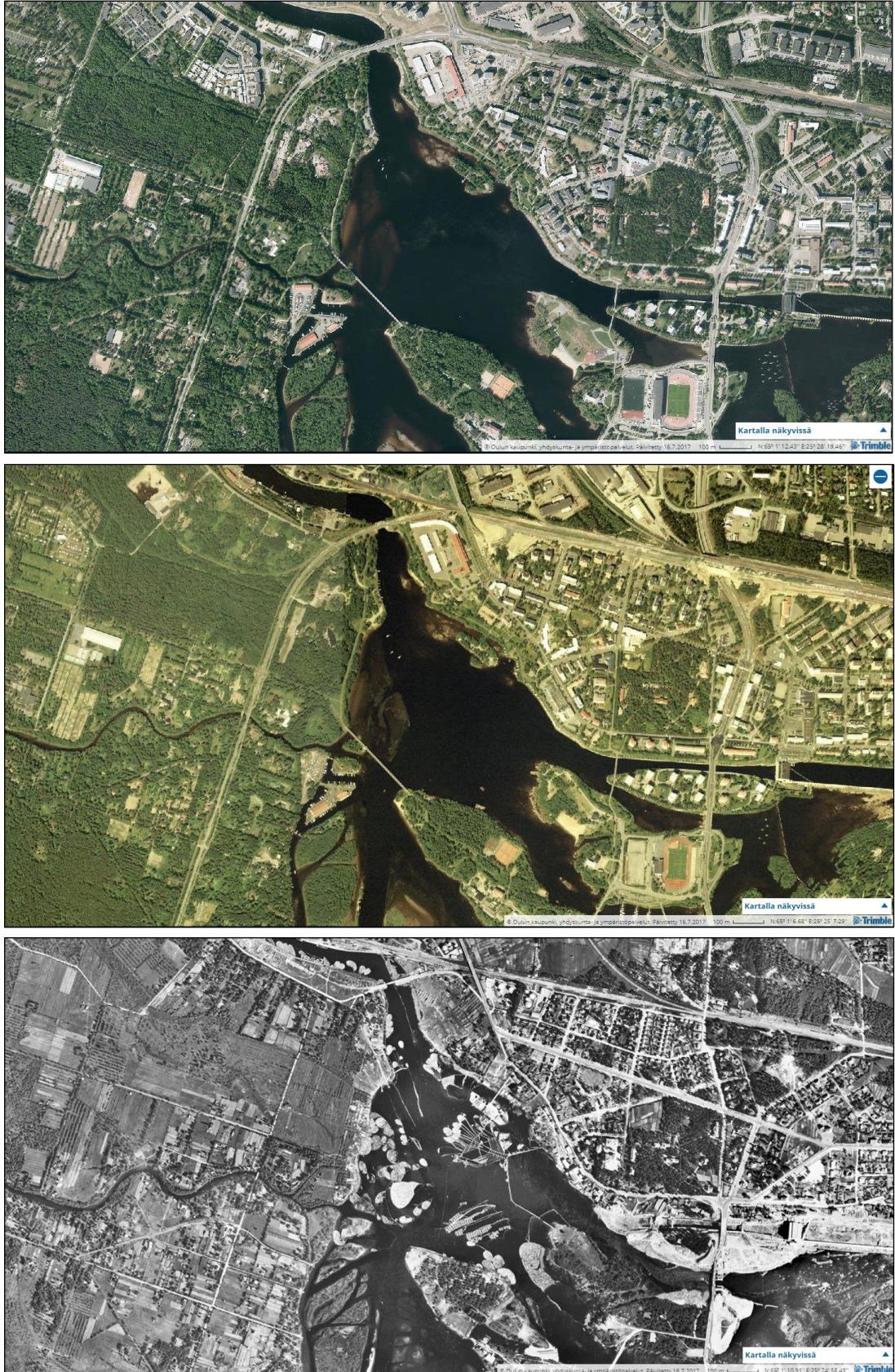


Kuva 7. Virtausnopeuden ja raekoon vaikutus aineskuljetukseen (Laamanen 2014, Hjultström 1935 mukailleen)

Oulujoen suistoalueella Hartaanselän ympäristössä vallitsevat maalajit ovat hiekka (Hk), karkea hieta (Ht) ja hiekkamoreeni (Mr, **Kuva 8**). Hieta (0,02-0,2 mm) on nimitys karkean siltin ja hienon hiekan välimuodolle. Kyseiset maalajit ovat herkkiä virtaavan veden aiheuttamalle eroosiolle, joten suistoalueen pohja muokkautuu jatkuvasti. Hiekka esim. kasautuu merkittävästi kun virtausnopeudet laskevat alle 0,1 m/s. Suistoalueen pohjan korkeusasemat muuttuvat hitaasti sedimentaation ja maannousun myötä (**Kuva 9**).



Kuva 8. Ote geologian tutkimuskeskuksen maaperäkartasta 1:20 000. Vallitsevat pinta-
maalajit: vihreä = hiekka Hk, ruskea = hiekkamoreenia Mr, keltainen, = karkea hieta KHT,
vinorasterit = täytemaa Ta (paikkatietoikkuna 2020)



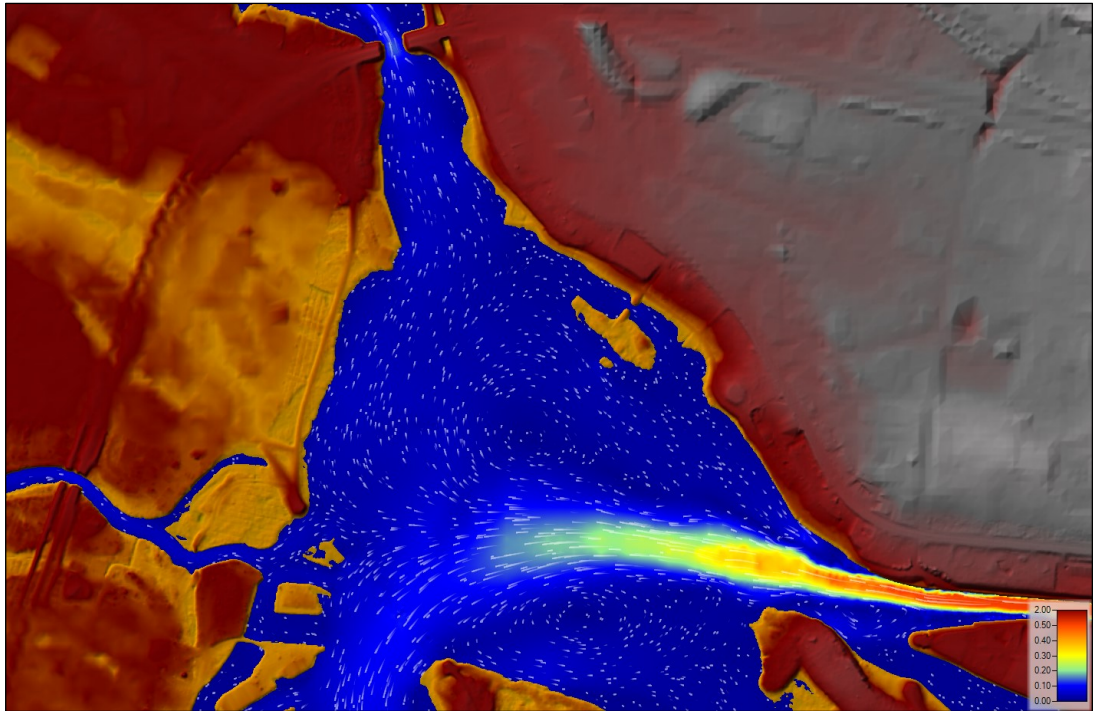
Kuva 9. Ilmakuvia Hartaanselän ympäristöstä: ylh. 2018, kesk. 1999 ja alh. 1947 (Oulun kaupungin karttapalvelu, www.kartta.ouka.fi).

Tässä virtausmallinnuksessa mahdollista eroosiota ja sedimentaatiota on tarkasteltu vertaamalla eri alueilla esiintyviä virtausnopeuksia maalajeihin ja aineskuljetuksen raja-arvoihin.

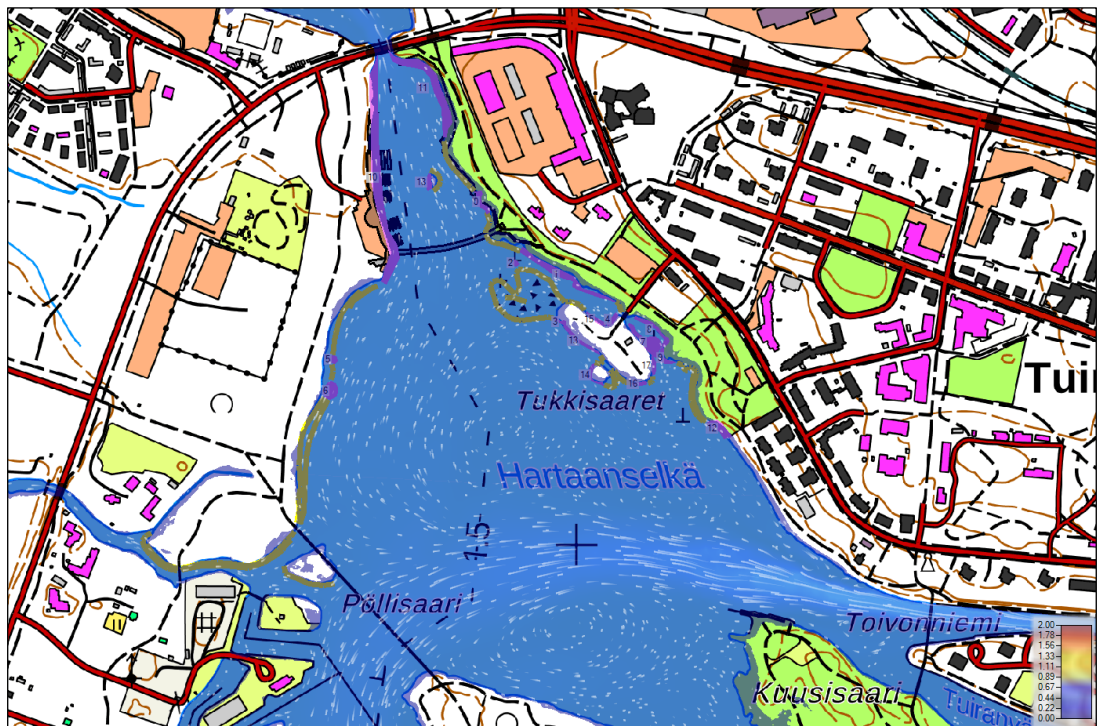
3 VIRTAUSMALLINNUKSEN TULOKSET

3.1 Oulujoen keskialivirtaama MN_{QM} ja meriveden keskialivesi MNW , 1A ja 1B

Oulujoen keskialivirtaama MN_{QM} 70 m³/s juoksetetaan Merikosken voimalaitoksen koneistojen kautta (69 m³/s) ja Pokkisenväylään purkautuva virtaama on 1 m³/s. Meriveden keskialivedenkorkeus MNW on -0,7 m.



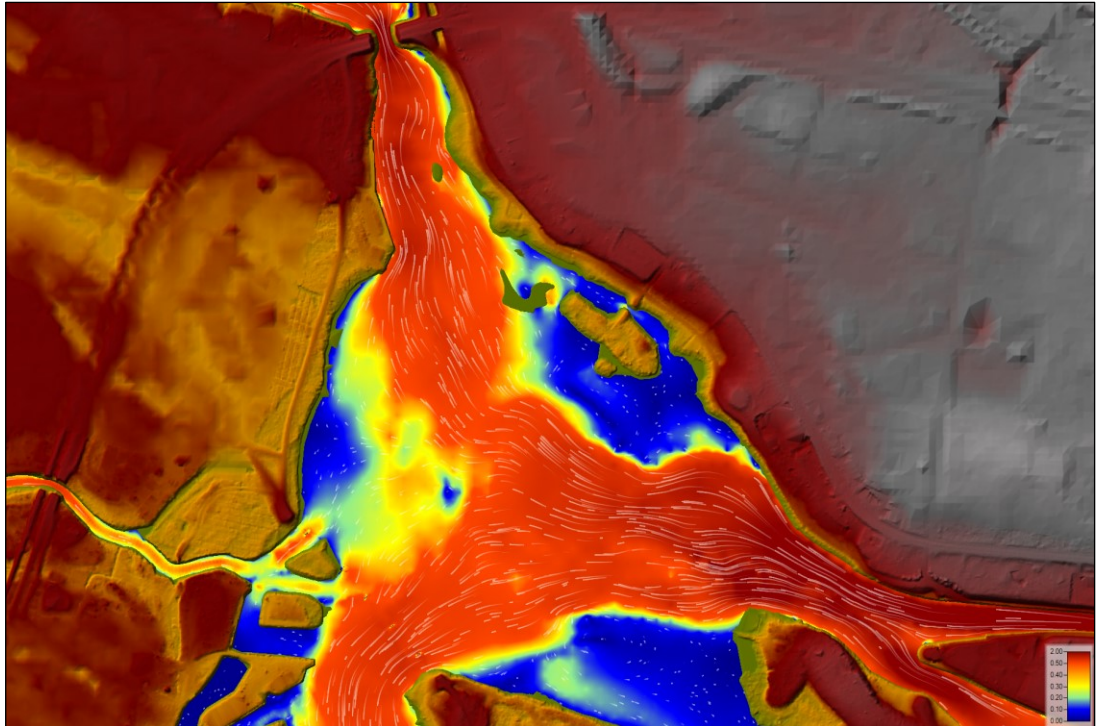
Kuva 10. Mallinnustapaus 1A: keskialivirtaama MN_{QM} ja keskialivesi MNW , topogr. A.



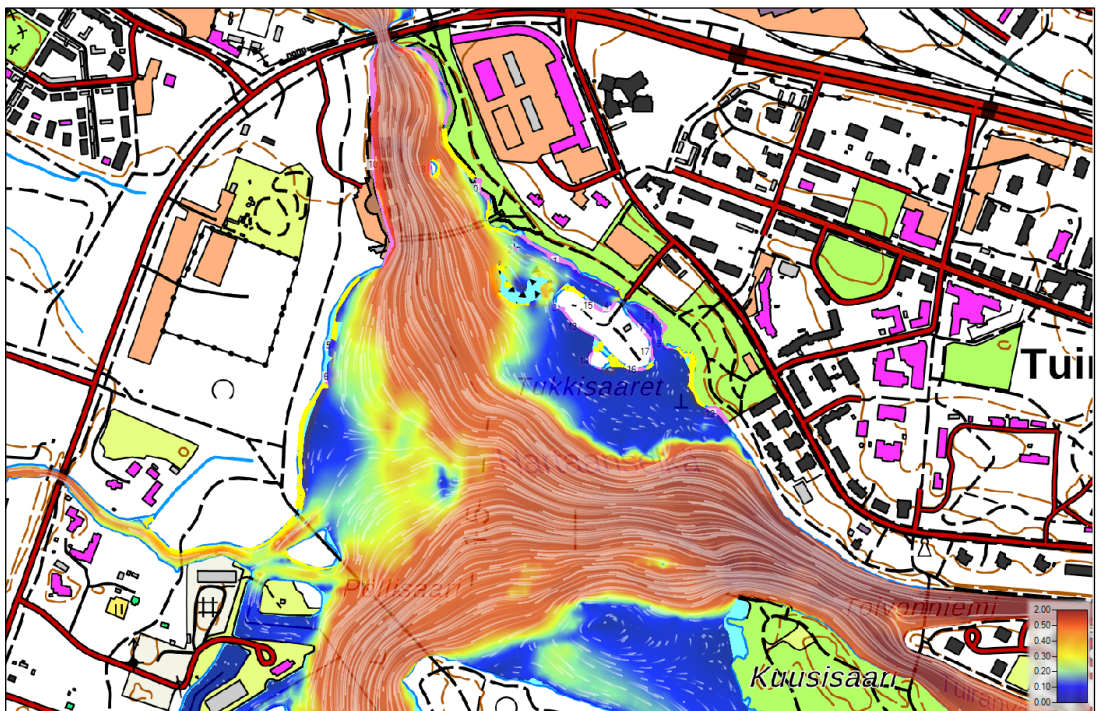
Kuva 11. Mallinnustapaus 1B: keskialivirtaama MN_{QM} ja keskialivesi MNW , topografiamalli B. Virtausnopeustaso on asetettu läpinäkyväksi lietetattaren nykyisten esiintymisalueiden (keltainen viiva), mahdollisten esiintymisalueiden (lilat alueet) sekä asuntomessualueen ranta- ja vesialueiden (mustat viivat) esittämiseksi.

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

Oulujoen ylivirtaama HQ_M 800 m³/s juoksetaan osittain Merikosken voimalaitoksen koneistojen kautta (450 m³/s) ja osittain ohijuoksuosuuksien kautta (349 m³/s). Pokkisenväylään purkautuva virtaama on 1 m³/s. Meriveden keskialivedenkorkeus MNW on -0,7 m.



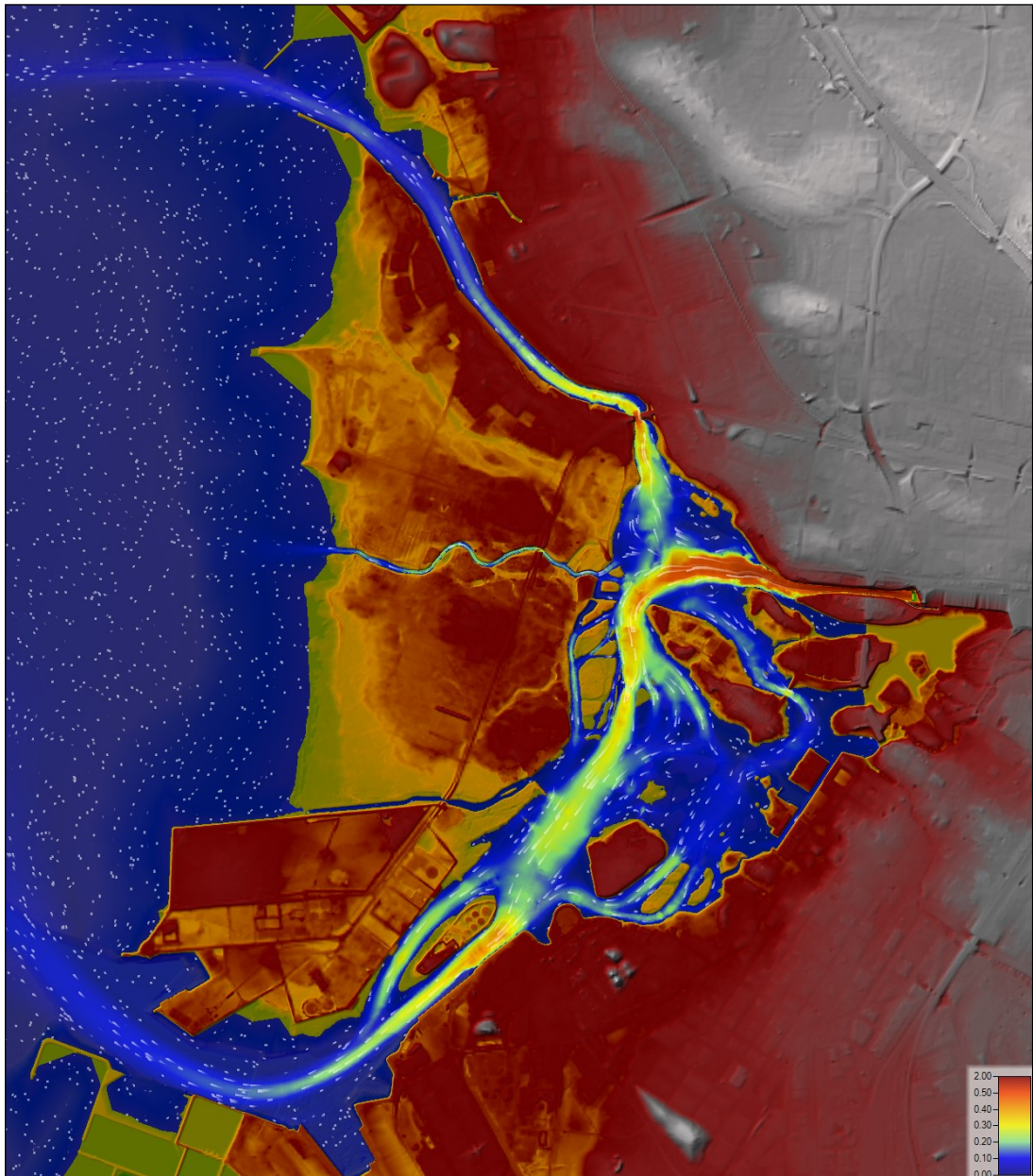
Kuva 12. Mallinnustapaus 2A: ylivirtaama HQ_M ja keskialivesi MNW, topografiamalli A.



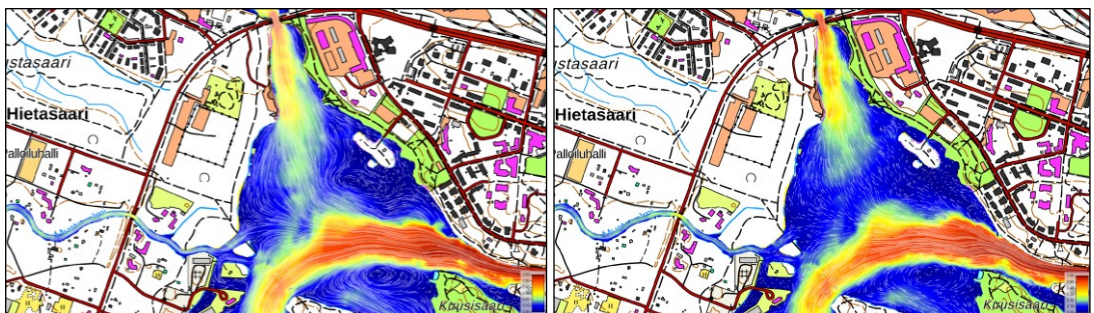
Kuva 13. Mallinnustapaus 2B: ylivirtaama HQ_M ja keskialivesi MNW, topografiamalli B. Virtausnopeustaso on asetettu läpinäkyväksi lietetattaren nykyisten esiintymisalueiden (keltainen viiva), mahdollisten esiintymisalueiden (lilat alueet) sekä asuntomessualueen ranta- ja vesialueiden (mustat viivat) esittämiseksi.

3.3 Oulujoen keskivirtaama MQ ja meriveden keskivesi MW, 3A ja 3B

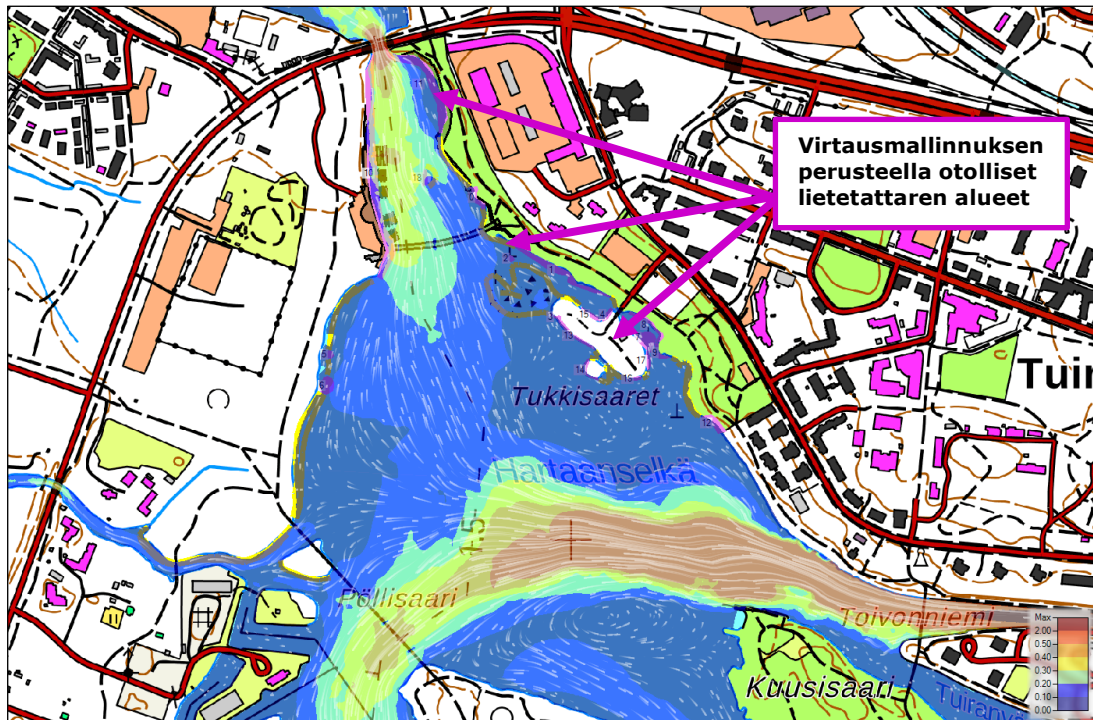
Oulujoen keskivirtaama MQ 263 m³/s juoksetaan Merikosken voimalaitoksen koneistojen kautta (262 m³/s). Pokkisenväylään purkautuva virtaama on 1 m³/s. Meriveden keskivedenkorkeus MW on +0,1 m.



Kuva 14. Mallinnustapaus 3A: keskivirtaama MQ ja keskivesi MW, nykytila (topogr. A).

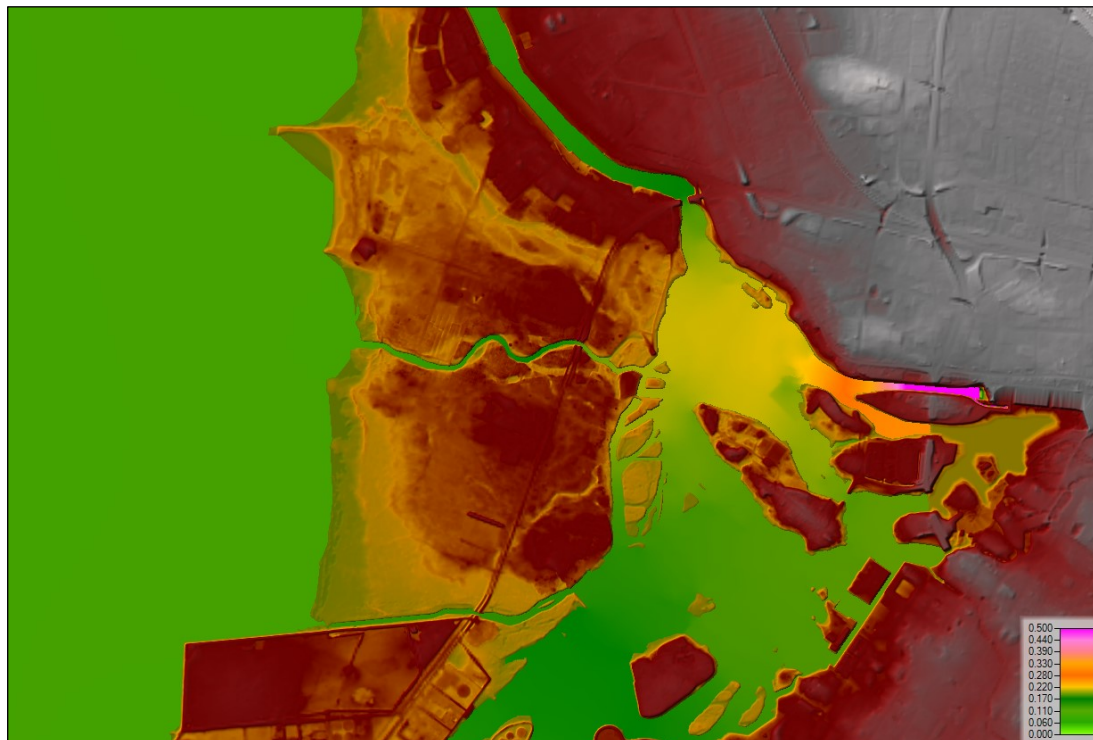


Kuva 15. Vas.: 3A (topografia A), oik.: 3B (topografia B). Merkittävimmät sedimentaatioalueet on esitetty tummansinisellä ja vaaleansinisellä ($v < 0,2$ m/s).



Kuva 16. Mallinnustapaus 3B: keskivirtaama MQ ja keskivesi MW, topografiamalli B. Virtausnopeustaso on asetettu läpinäkyväksi lietetattaren nykyisten esiintymisalueiden (keltainen viiva), alustavien mahdollisten esiintymisalueiden (lilat alueet) sekä asuntomessualueen ranta- ja vesialueiden (mustat viivat) esittämiseksi.

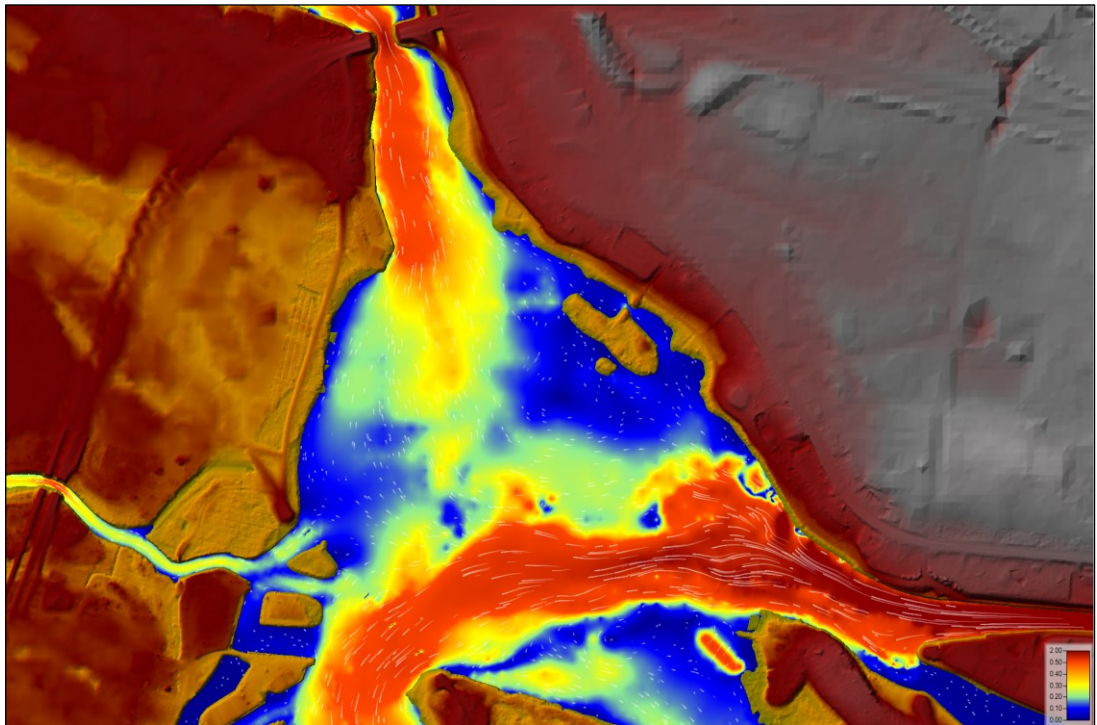
Keskivirtaamalla Hartaanselän vedenkorkeus on noin 10 cm korkeampi kuin merialueella (**Kuva 17**).



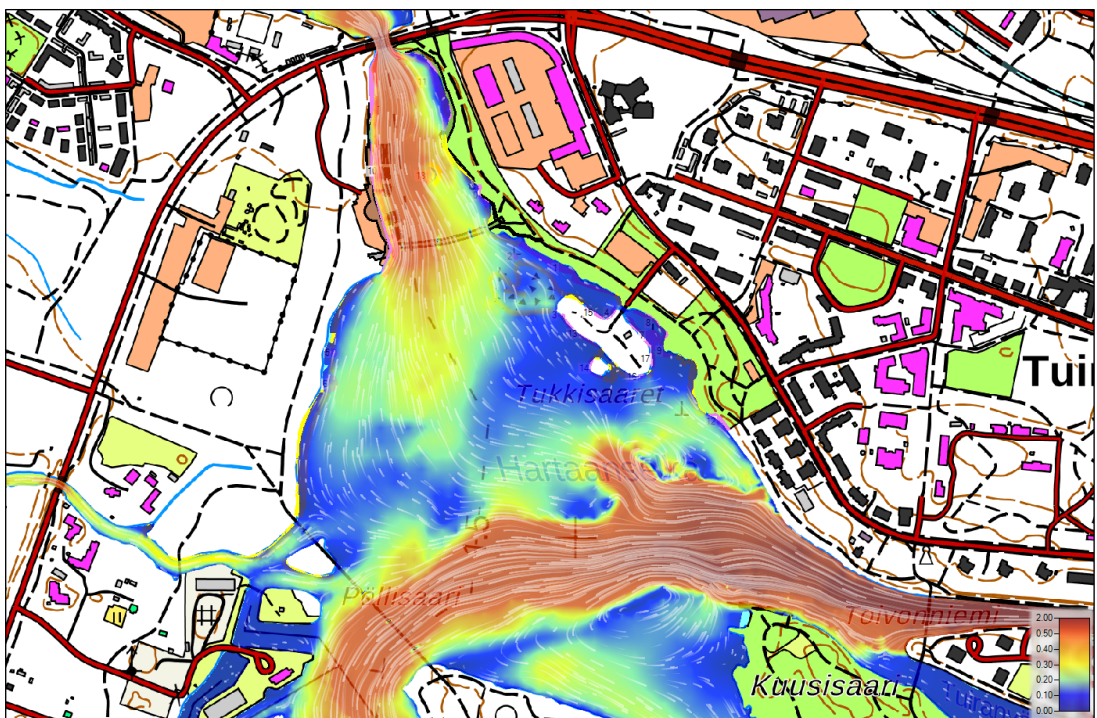
Kuva 17. Suistoalueen laskennallinen padotus keskivirtaamalla MQ ja keskivedenkorkeudella MW.

3.4 Oulujoen virtaama $Q=450 \text{ m}^3/\text{s}$ ja meriveden keskivesi MW, 4A ja 4B

Oulujoen virtaama $Q=450 \text{ m}^3/\text{s}$ juoksetetaan Merikosken voimalaitoksen koneistojen kautta ($449 \text{ m}^3/\text{s}$) ja Pokkisenväylään purkautuva virtaama on $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Meriveden keskivedenkorkeus MW on $+0,1 \text{ m}$.



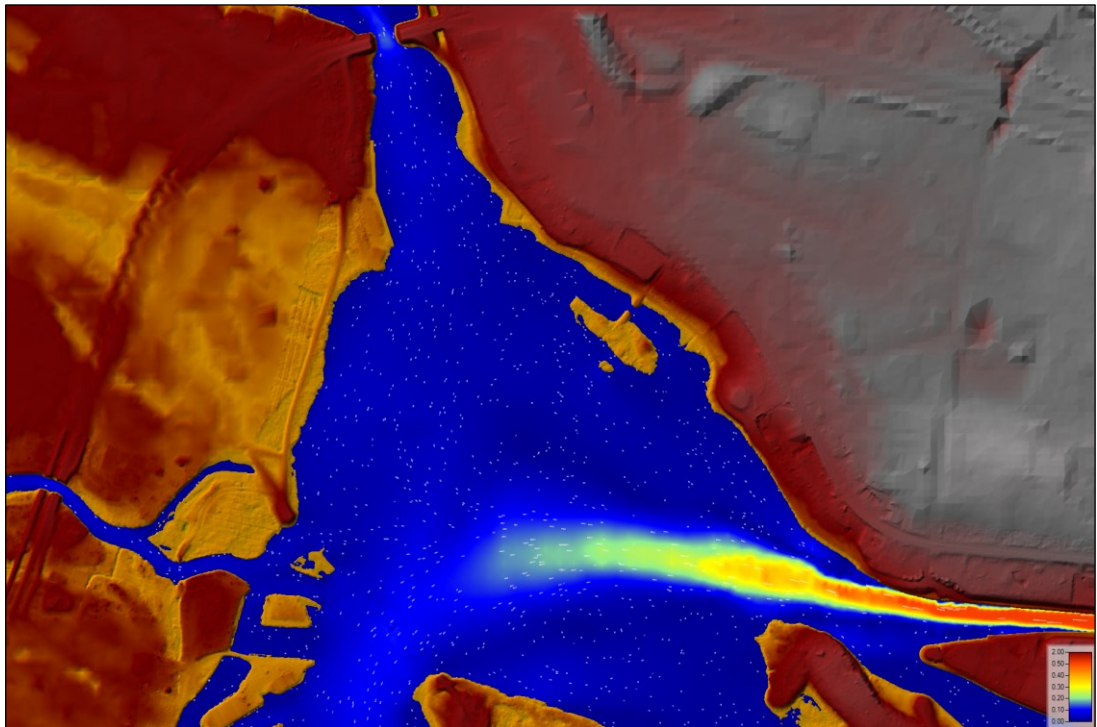
Kuva 18. Mallinnustapaus 4A: virtaama $Q=450 \text{ m}^3/\text{s}$ ja keskivesi MW, nykytilan maastomalli (topografiamalli A).



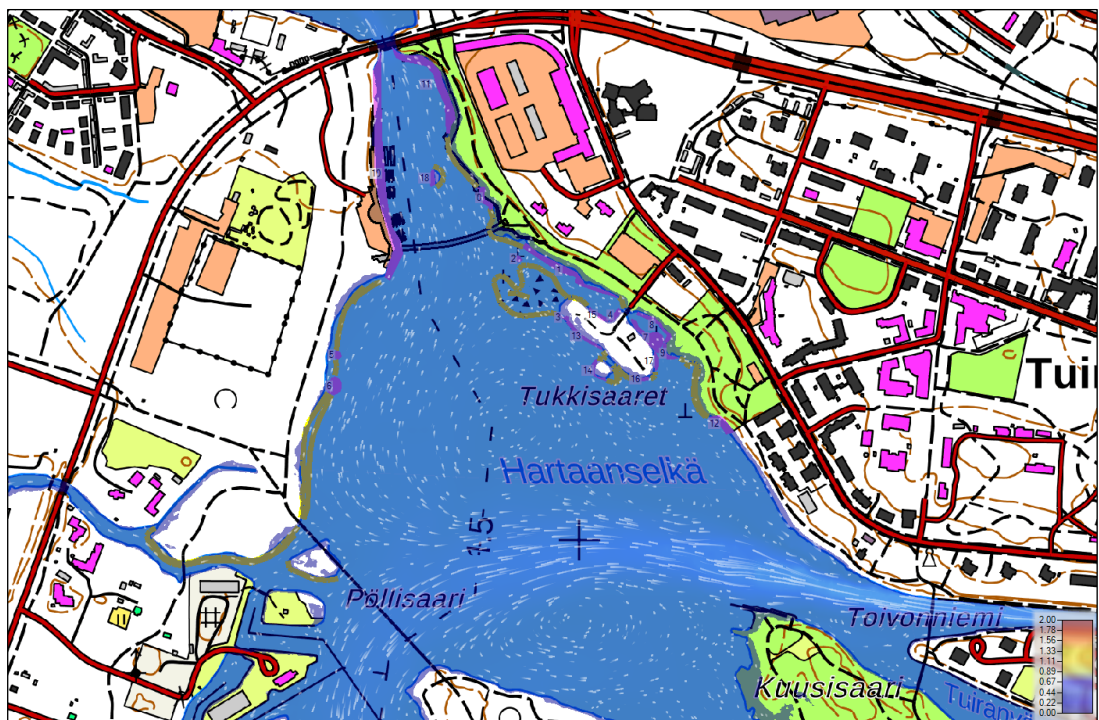
Kuva 19. Mallinnustapaus 4B: virtaama $Q=450 \text{ m}^3/\text{s}$ ja keskivesi MW, topografiamalli B. Virtausnopeustaso on asetettu läpinäkyväksi lietetattaren nykyisten esiintymisalueiden (keltainen viiva), mahdollisten esiintymisalueiden (ilmat alueet) sekä asuntomessualueen ranta- ja vesialueiden (mustat viivat) esittämiseksi.

3.5 Oulujoen keskialivirtaama MNQ_M ja meriveden keskiylivesi MHW, 5A ja 5B

Oulujoen keskialivirtaama MNQ_M $70 \text{ m}^3/\text{s}$ juoksetetaan Merikosken voimalaitoksen koneistojen kautta ($69 \text{ m}^3/\text{s}$) ja Pökkisenväylään purkautuva virtaama on $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Meriveden keskiylivesi MHW on $+1,2 \text{ m}$.



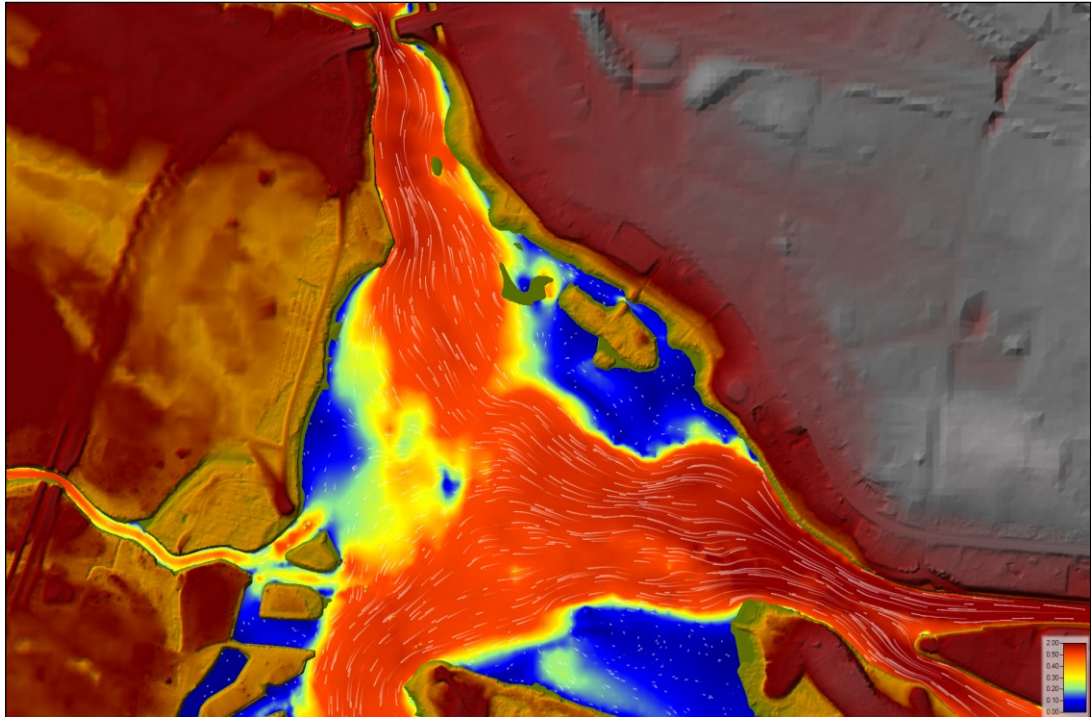
Kuva 20. Mallinnustapaus 5A: keskialivirtaama MNQ_M ja keskiylivesi MHW, nykytilan maastomalli (topografiamalli A).



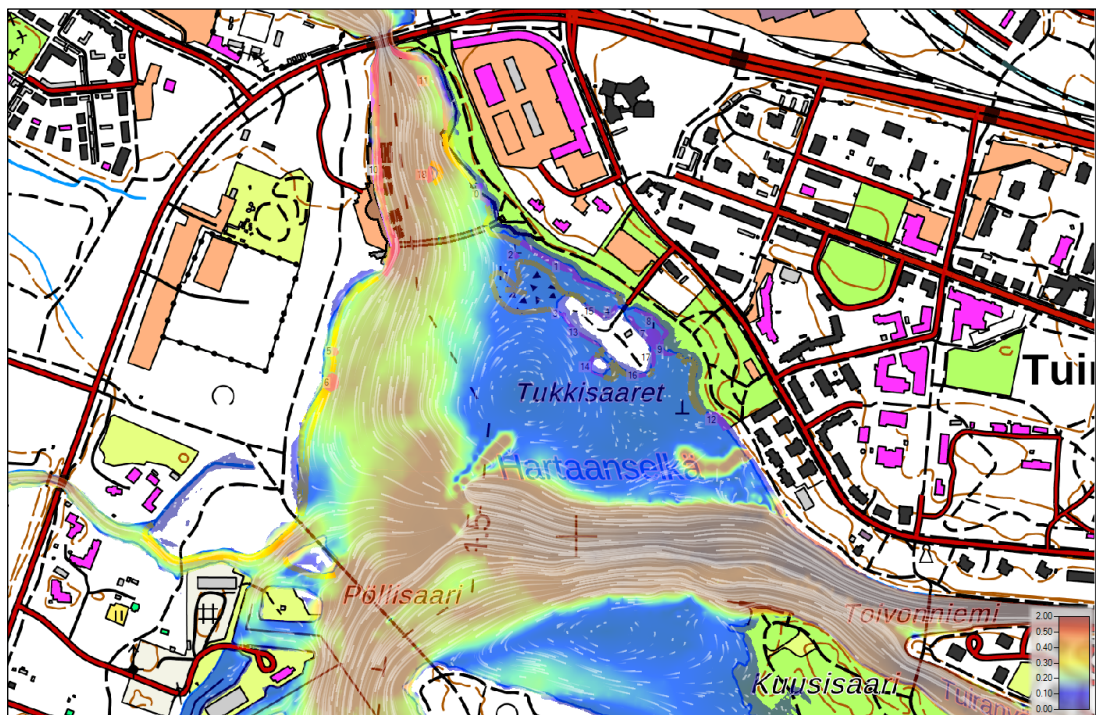
Kuva 21. Mallinnustapaus 5B: keskialivirtaama MNQ_M ja keskiylivesi MHW, topografiamalli B. Virtausnopeustaso on asetettu läpinäkyväksi lietetattaren nykyisten esiintymisalueiden (keltainen viiva), mahdollisten esiintymisalueiden (liilat alueet) sekä asuntomessualueen ranta- ja vesialueiden (mustat viivat) esittämiseksi.

3.6 Oulujoen ylivirtaama HQ_M ja meriveden keskiylivesi MHW, 6A ja 6B

Oulujoen ylivirtaama HQ_M 800 m³/s juoksutetaan osittain Merikosken voimalaitoksen koneistojen kautta (450 m³/s) ja osittain ohijuoksutusluukkujen kautta (349 m³/s). Pokkisenväylään purkautuva virtaama on 1 m³/s. Meriveden keskiylivesi MHW on +1,2 m.



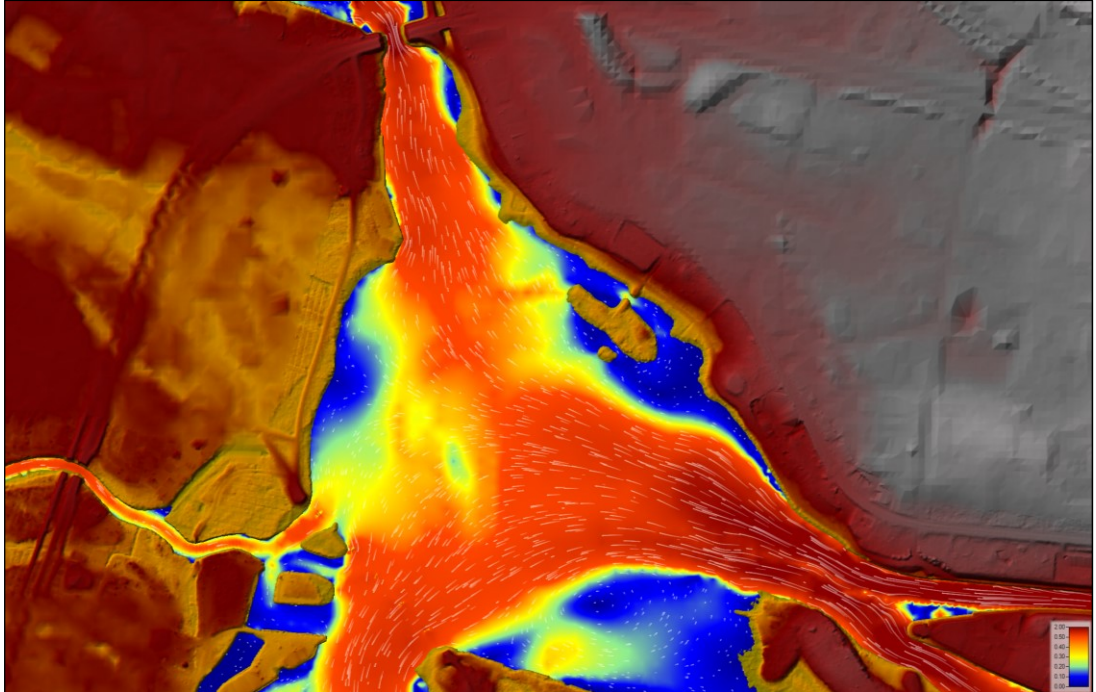
Kuva 22. Mallinnustapaus 6A: ylivirtaama HQ_M ja keskiylivesi MHW, nykytilan maastomalli (topografiamalli A).



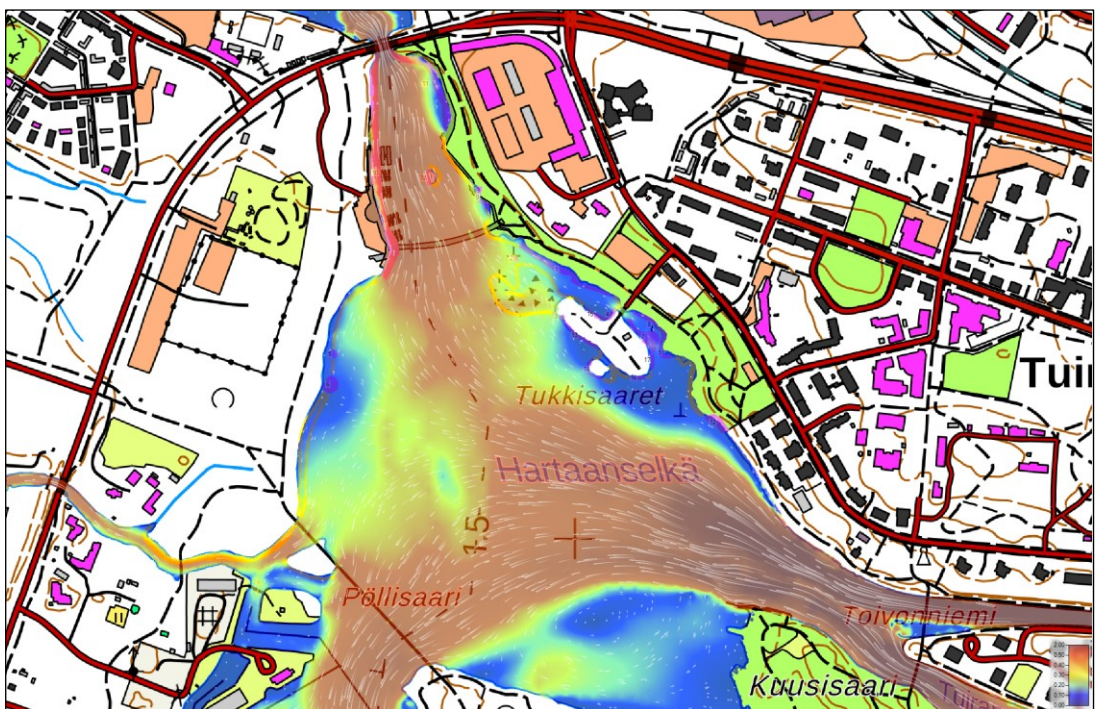
Kuva 23. Mallinnustapaus 6B: ylivirtaama HQ_M ja keskiylivesi MHW, topografiamalli B. Virtausnopeustaso on asetettu läpinäkyväksi lietetattaren nykyisten esiintymisalueiden (keltainen viiva), mahdollisten esiintymisalueiden (lilat alueet) sekä asuntomessualueen ranta- ja vesialueiden (mustat viivat) esittämiseksi.

3.7 Oulujoen harvinainen ylivirtaama HQ_{1/250a} ja meriveden keskivesi MW, 7A ja 7B

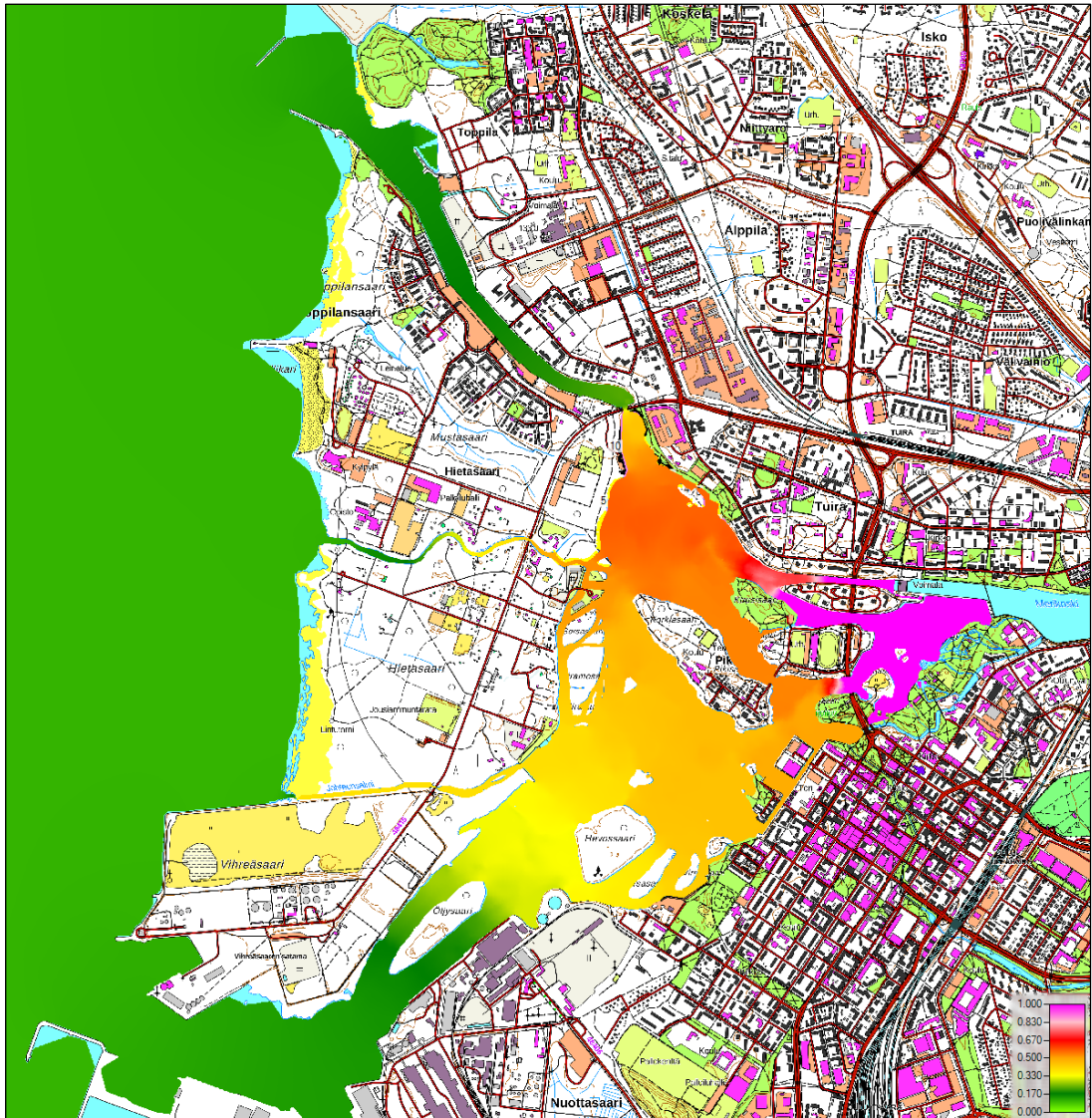
Oulujoen ylivirtaama HQ_{1/250a} 930 m³/s juoksetaan osittain Merikosken voimalaitoksen koneistojen kautta (450 m³/s) ja osittain ohijuoksutusluukkujen kautta (479 m³/s). Pokkisenväylään purkautuva virtaama on 1 m³/s. Meriveden keskivesi MW on +0,1 m.



Kuva 24. Mallinnustapaus 7A: ylivirtaama HQ_{1/250a} ja keskiylivesi MW, nykytilan maastomalli (topografiamalli A).



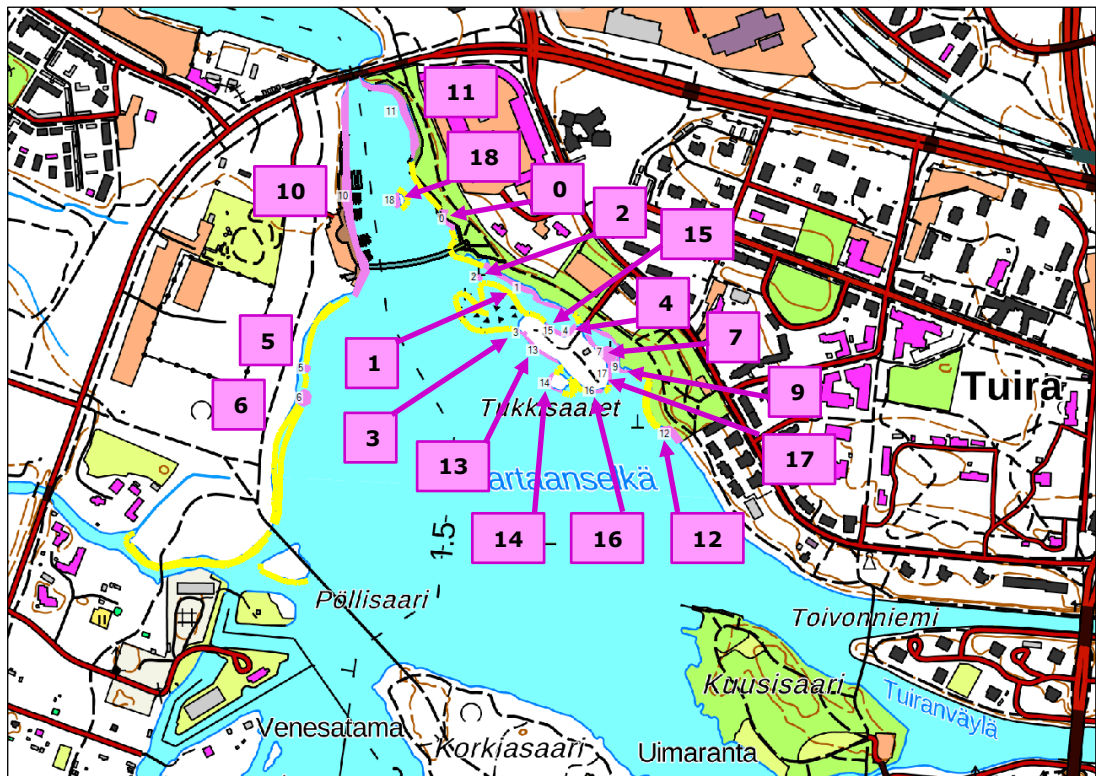
Kuva 25. Mallinnustapaus 7B: ylivirtaama HQ_{1/250a} ja keskiylivesi MW, topografiamalli B. Virtausnopeustaso on asetettu läpinäkyväksi lietetattaren nykyisten esiintymisalueiden (keltainen viiva), mahdollisten esiintymisalueiden (lilat alueet) sekä asuntomessualueen ranta- ja vesialueiden (mustat viivat) esittämiseksi.



Kuva 26. Virtausmallin laskennallinen padotus suistoalueella, kun Oulujoen virtaama on $H_{Q1/250a}$ ja merivedenpinta vastaa keskivettä MW. Hartaanselän vedenkorkeus on noin 0,5 m korkeammalla kuin merivedenpinta. Keskivirtaamalla Hartaanselän vedenkorkeus on laskennallisesti vain noin 0,1 m korkeammalla kuin merivedenpinta.

4 RAKENTAMISEN VAIKUTUS VIRTAUSOLOSUHTEISIIN JA LIETETATTAREEN

Lietetatar on Suomen oloissa harvinainen ja rauhoitettu yksivuotinen tatarkasvi, joka suosii mm. tulvaisia jokisuistojen ranta-alueita. Lietetatar kasvaa noin 10-30 cm korkeaksi. Hartaanselän ranta-alueilla on nykyisellään useita alueita, joilta tavataan lietetatarta. Lisäksi Hartaanselän ranta-alueilta on alustavasti paikannettu useita potentiaalisia kasvualueita, joiden soveltuvuutta virtausolosuhteiden osalta on tässä yhteydessä tutkittu.



Kuva 27. Lietetattaren nykyiset esiintymisalueet on esitetty keltaisella viivalla ja alustavasti määritetyt mahdolliset esiintymisalueet on numeroitu ja esitetty lilalla viivalla.

Lietetattaren viihtymiselle on eduksi, että alueelle sedimentoituu kiintoainesta. Laji hyötyy hydrologisista ja pohjan korkeusasemien muutoksista. Laji ei viihdy staattisissa olosuhteissa.

Lietetattaren nykyiset esiintymisalueet sijaitsevat pääosin alueilla, joissa virtausmallinnustulosten (perusteella lähtökohtaisesti tapahtuu sedimentaatiota. Tukki-saaren ympäristö (potentiaaliset esiintymisalueet 1, 2, 3, 4, 7, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17 ja 18) on virtausmallinnuksen perusteella otollinen alue lietetattarelle. Virtausnopeuksien puolesta myös Varikonrannan venevalkaman edusta on lietetattarelle soveltuva alue ($v < 0,2$ m/s, alue 11). Virtausnopeudet ovat soveltuvia lietetattarelle myös alueilla 0, 5 ja 6.

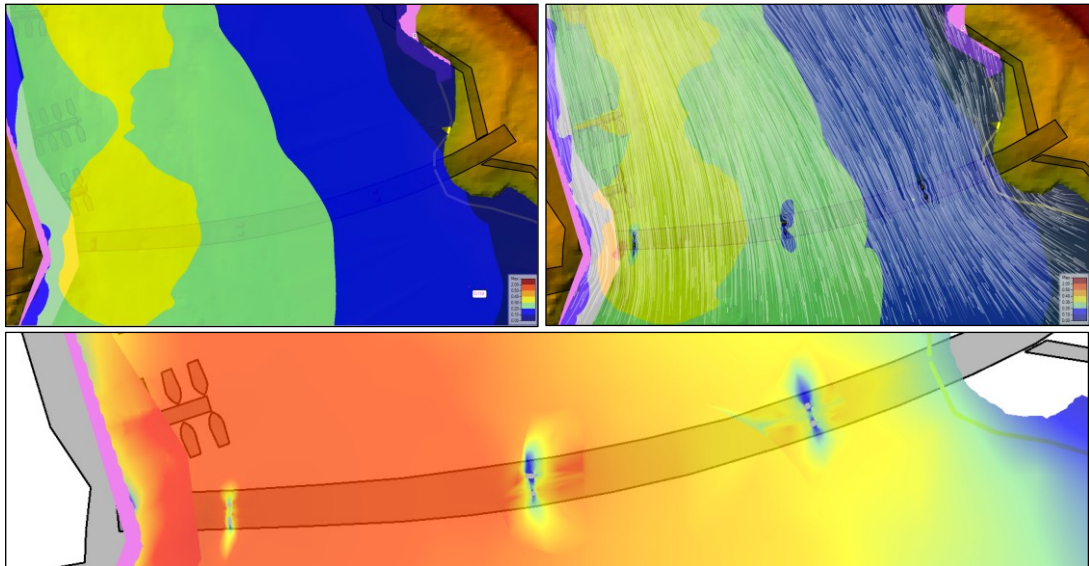
Asuntomessualueen edustalla (potentiaalisilla esiintymisalueilla 10 ja 18) virtausnopeudet ovat jo keskivirtaamalla arviolta niin suuria, ettei merkittävää sedimentaatiota tapahdu. Asuntomessualueen (**Kuva 28**) rannan rakentaminen ei siten vaikuta lietetattaren elinolosuhteisiin, sillä virtausnopeudet alueella ovat arviolta nykyisellään liian suuria sedimentaatiolle.



Kuva 28. Asuatomessualueen rakentaminen (yleissuunnitelmaluonnos 12.8.2020, kartta ja havainnemallikuva)

Hartaanselänrannan asuatomessualueen rakentaminen käsittää kelluvien laituri-rakenteiden toteutuksen Hietasaaren puoleiselle rannalle sekä siltayhteyden rakentamisen Hartaanselän yli. Vesialueelle toteutettavien rakenteiden ei todettu vaikuttavan Suistoalueen virtaamien jakautumiseen (**Taulukko 3**). Rakennettavan vesialueen poikkileikkausalat ovat niin suuria, ettei pienimuotoisilla virtausvastusta lisäävillä rakenteilla ole käytännön merkitystä virtaamiin ja vaikutukset virtausnopeuksiin ovat hyvin paikallisia (**Kuva 29**).

Jokivirtaama ja merivedenkorkeus puolestaan vaikuttavat virtaamien osuuksiin. Meriveden alivesikorkeuksien ja joen ylivirtaamien vallitessa Toppilansalmen kautta virtaavan veden osuus suistoalueen kokonaisvirtaamasta on suurimmillaan (yli 25 %). Joen alivirtaamien ja meriveden ylavesikorkeuksien vallitessa Toppilansalmen virtaaman osuus kokonaisvirtaamasta on pienimmillään (alle 20 %). Meriveden laskiessa Toppilansalmen virtausvastus kasvaa siten nopeammin kuin Oritkarin sataman kohdalla olevassa syvämmässä jokiuomassa.



Kuva 29. Rakenteiden vaikutus paikallisiin virtausnopeuksiin on nähtävissä lähinnä hyvin lähellä siltapilareita. Kelluvien rakenteiden kohdalla on niin syvää, että niiden vaikutus virtausnopeuksiin jää pieneksi. Nykytilanne 3A vas. ylh. ja muokattu tilanne 3B oik. ylh. sekä 4B alh. Sillan vaikutuksia virtaamiin ja virtausnopeuksiin on mahdollista tarkastella yksityiskohtaisemmin tarkentamalla ja rajaamalla virtausmallia.

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

Mallinnus	Joki- virtaama	Meriveden- korkeus	Toppilansalmen virtaama	Virtaama sataman kautta	Mustasalmen ja Johteensalmen virtaama
1A 1B	MNQ _M 70 m ³ /s	MNW -0.7 m	17,7 m ³ /s, 25,2 % 17,7 m ³ /s, 25,3 %	51,7 m ³ /s 51,7 m ³ /s	0,6 m ³ /s 0,6 m ³ /s
2A 2B	HQ _M 800 m ³ /s	MNW -0.7 m	216,0 m ³ /s, 27,1 % 216,0 m ³ /s, 27,1 %	573,0 m ³ /s 574,2 m ³ /s	8,8 m ³ /s 8,8 m ³ /s
3A 3B	Q 451 m ³ /s	MW 0.1 m	68,6 m ³ /s, 26,2 % 69,1 m ³ /s, 26,3 %	189,7 m ³ /s 189,6 m ³ /s	4,3 m ³ /s 4,3 m ³ /s
4A 4B	MQ 263 m ³ /s	MW 0.1 m	122,6 m ³ /s, 22,1 % 122,0 m ³ /s, 21,9 %	320,9 m ³ /s 321,2 m ³ /s	7,7 m ³ /s 7,7 m ³ /s
5A 5B	MNQ _M 70 m ³ /s	MHW 1.2 m	13,4 m ³ /s, 19,2 % 13,5 m ³ /s, 19,3 %	53,4 m ³ /s 53,4 m ³ /s	3,1 m ³ /s 3,1 m ³ /s
6A 6B	HQ _M 800 m ³ /s	MHW 1.2 m	195,1 m ³ /s, 24,2 % 193,7 m ³ /s, 24,2 %	569,1 m ³ /s 570,5 m ³ /s	35,8 m ³ /s 35,9 m ³ /s
7A 7B	HQ _{1/250a} 930 m ³ /s	MW 0.1 m	223,3 m ³ /s, 24,1 % 223,5 m ³ /s, 24,2 %	689,5 m ³ /s 689,0 m ³ /s	16,1 m ³ /s 16,1 m ³ /s

5 EPÄVARMUUSTEKIJÄT MALLINNUSTULOSSISSA JA MUITA HUOMIOITA

Virtausmallinnuksen epävarmuustekijät liittyvät lähinnä topografiamallien paikallisiin vesisyvyyksiin. Vesisyvyyyksiä on paikoitellen arvioitu, sillä koko vesialuetta ei ole luodattu. Myös rakenteiden lopulliseen toteutukseen liittyy epävarmuutta. Yleissuunnitelmavaiheessa ei ole vielä tarkasti tiedossa millaiset rakenteet tulevat juuri mihin kohtaan, vaan tarkempi toteutus selviää jatkosuunnittelun yhteydessä. Laaditut virtausmallinnukset perustuvat yleissuunnitelmaluonnokseen 12.8.2020.

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.

Virtausmallinnuksen perusteella Hietasaaren edustan kelluvien laiturirakenteiden kohdalle muodostuu ylivirtaamalla huomattavia virtausnopeuksia, joita voitaisiin mahdollisesti pienentää virtauksenohjauksrakenteella. Virtauksenohjauksrakenteen voitaisiin mahdollisesti toteuttaa esim. Hietasaaren ja Tuiran välille esitetyn uuden sillan maatuon yhteyteen. Asiaa voidaan tutkia jatkotarkasteluissa.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

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

Hietasaaren edustan ranta ei virtausmallinnuksen perusteella ole ihanteellinen lietetattaren esiintymisalue, sillä virtausnopeudet ovat kohtalaisen suuria jo keski-virtaamalla, jolloin alueella ei tapahdu merkittävää sedimentaatiota.

Hanke ei virtausmallinnusten perusteella vähennä veden vaihtuvuutta hankealueella.

FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy



Markku Vähäkäkelä
suunnittelupäällikkö, ins. (YAMK)



Mikael Stening
suunnitteluinsinööri, dipl.ins.